PENGARUH RASIO KOMBINASI BAHAN PENYALUT (MALTODEKSTRIN DAN GUM ARAB) TERHADAP KUALITAS MIKROKAPSUL *CRUDE* MINYAK IKAN LEMURU (*Sardinella longiceps*) DENGAN METODE *FREEZE DRYING*

SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN

Oleh :

IED RALA FANNI
NIM. 115080313111017

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2015

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGARUH RASIO KOMBINASI BAHAN PENYALUT (MALTODEKSTRIN DAN GUM ARAB DAN) TERHADAP KUALITAS MIKROKAPSUL *CRUDE* MINYAK IKAN LEMURU (*Sardinella longiceps*) DENGAN METODE *FREEZE DRYING*

SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh :

IED RALA FANNI
NIM. 115080313111017

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2 0 1 5

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGARUH RASIO KOMBINASI BAHAN PENYALUT (MALTODEKSTRIN DAN GUM ARAB) TERHADAP KUALITAS MIKROKAPSUL *CRUDE* MINYAK IKAN LEMURU (*Sardinella longiceps*) DENGAN METODE *FREEZE DRYING*

Oleh :

IED RALA FANNI
NIM. 115080313111017

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 25 September 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No. :_____
Tanggal :_____

Menyetujui,

Dosen Penguji I	**Dosen Pembimbing I**
Dr. Ir. Hardoko, MS	**Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS**
NIP. 19620108 1998802 1 001	**NIP. 19591005 198503 1 004**
Tanggal :_____	**Tanggal :_____**
Dosen Penguji II	**Dosen Pembimbing II**
Dr. Ir. Bambang Budi Sasmito, MS	**Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP**
NIP. 19570119 198601 1 001	**NIP. 19581231 198601 2 002**
Tanggal :_____	**Tanggal:_____**

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr.Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS
NIP.19620805 198603 2 001
Tanggal :_____

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PERNYATAAN ORISINILITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, September 2015

Mahasiswa

Ied Rala Fanni

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dan penulisan laporan skripsi yang berjudul “Pengaruh Rasio Kombinasi Bahan Penyalut (Maltodekstrin dan Gum Arab) terhadap Kualitas Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) dengan Metode *Freeze Drying*”.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis tidak terlepas dari bantuan, semangat, dukungan, serta kritik dan saran dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas segala RidhoNya dan kemudahan yang diberikan.
2. Ibu tersayang Supantiningsih untuk doa, kasih sayang, dukungan dan masukan yang tidak pernah berhenti selama penulis menempuh pendidikan hingga terselesainya skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS dan Ibu Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP selaku dosen pembimbing, terimakasih untuk arahan dan bimbingannya selama penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Hardoko, MS dan Bapak Dr. Ir. Bambang Budi S., MS selaku dosen penguji skripsi saya, terimakasih atas masukkannya.
5. Adikku tersayang Yoa Rala Dinta terimakasih atas waktu dan dukungannya.
6. Partner skripsi saya Setiyawati yang telah bersama melalui penelitian ini berdua dari awal hingga akhir, berbagi suka dan duka, saling membantu serta memberi semangat hingga terselesaikannya skripsi ini.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

7. Ibu Aida Sartimbul yang telah bekerja sama dalam proyek beliau. Terimakasih atas segala saran dan materi yang telah beliau berikan hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Mba Ruly Isfatul, Mas Indra, Iwan Tri Wibowo, Mas Nugroho, Reza, Jhon, Basith, Halim, Bagus dan teman-teman lelaki lainnya terimakasih sudah membantu hingga bermalaman di laboratorium.
9. Tim Bodrex satu bimbingan terimakasih atas kebersamaan kalian serta semangat kalian demi terselesainya skripsi ini.
10. Sahabat tersayang Putri, Yolanda, Ella, Estin, Puty, Nila, Emi serta teman-teman THP 2011 yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih untuk semangat, dorongan dan canda tawa yang kalian berikan.
11. Orang yang datang tiba-tiba Shandy Nur Fachrurazi, terimakasih banyak atas semangat, dukungan dan bantuannya meskipun datang sudah diujung skripsi.
12. Semua pihak yang telah mendukung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kesempurnaan sehingga penulis bersedia menerima masukan, kritik, dan saran yang dapat memperbaiki dan menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkannya dan terhadap pengembangan ilmu dan penerapan Teknologi Hasil Perikanan Universitas Brawijaya, Malang.

Malang, September 2015

Penulis

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

IED RALA FANNI. Laporan Skripsi**. Pengaruh Rasio Kombinasi Bahan Penyalut (Maltodekstrin Dan Gum Arab) Terhadap Kualitas Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru (*Sardinella Longiceps*) Dengan Metode *Freeze Drying.*** Dibimbing oleh **Prof. Dr. Ir. Eddy Suprayitno, MS dan Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP.**

Ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) merupakan salah satu jenis ikan ekonomis penting di Indonesia. Untuk meningkatkan nilai tambah ikan lemuru dapat dilakukan dengan pemanfaatan minyaknya. Minyak ikan merupakan minyak yang mengandung asam lemak tak jenuh tinggi jika dibandingkan dengan yang lainnya sehingga dapat dengan mudah mengalami oksidasi. Sifat minyak ikan mudah teroksidasi, maka perlu dilakukan teknik mikroenkapsulasi untuk mengatasi kelemahan minyak ikan yang sensitif terhadap oksigen dan memiliki aroma yang tidak sedap. Teknik mikroenkapsulasi menghasilkan produk berbentuk padatan berukuran mikro serta dapat meningkatkan daya simpan. Mikroenkapsulasi merupakan teknik untuk melindungi bahan inti dengan bahan penyalut sehingga membentuk padatan. Formulasi yang memiliki kestabilan emulsi terbaik dalam pembuatan mikrokapsul minyak ikan dengan metode *freeze drying* adalah penambahan lesitin 5%, *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) 10% dan kombinasi gum arab dan gelatin 70 % (rasio 75:25). Pada formulasi tersebut, lesitin berperan sebagai emulsifier, gum arab dan gelatin sebagai bahan penyalut dan CMC sebagai bahan penstabil. Selain formulasi di atas, ada juga bahan penyalut maltodekstrin yang menghasilkan rendemen mikrokapsul tinggi yang berfungsi untuk melapisi komponen flavor, memperbesar volume, mencegah kerusakan bahan akibat panas serta meningkatkan daya kelarutan dan kualitas.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka pada penelitian ini dilakukan mikroenkapsulasi *crude* minyak ikan lemuru menggunakan f*reeze drying* dengan menggunakan bahan penyalut yang berbeda dari penelitian yang sudah ada. Bahan penyalut yang digunakan adalah kombinasi maltodekstrin dan gum arab, lesitin sebagai emulsifier dan CMC sebagai bahan penstabil mikrokapsul.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Mei 2015. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan formulasi perlakuan pada penelitian utama. Penelitian utama terdiri dari pembuatan *crude* minyak ikan lemuru dan mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Perekayasaan Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi dan Biokimia Ikani Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Pasca Panen Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur, Laboratorium *Tropical Desease Center,* Lembaga Penyakit Tropis Universitas Airlangga, Surabaya dan pengujian profil asam lemak di Laboratorium Kimia Organik FMIPA-UGM Yogyakarta.

Rancangan percobaan yang digunakan untuk penelitian utama ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 5 perlakuan dengan 4 kali ulangan. Analisis Kimia yang digunakan meliputi pengujian kadar lemak, kadar air, bilangan peroksida, bilangan TBA, uji hedonik skoring warna dan aroma serta pengujian profil asam lemak perlakuan terbaik.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) memberikan pengaruh perbedaan yang nyata terhadap kualitas serbuk mikrokapsul minyak ikan yang dihasilkan. Perlakuan terbaik pada mikroenkapsulasi crude minyak ikan lemuru yaitu pada perlakuan E, rasio kombinasi maltodekstrin dan gum arab 95:5 dengan bilangan peroksida 2,16 meq/kg, bilangan TBA 0,276 mgMDA/kg, kadar lemak 10,393 %, kadar air 8,886 %, rendemen 47,679 %, skala uji hedonik warna 4,727 (agak suka) dan uji hedonik aroma 4,18 (agak suka), uji skoring aroma 5,2 (tidak amis) dan uji skoring warna 5,267 (cerah).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah serta anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Pengaruh Rasio Kombinasi Bahan Penyalut (Maltodekstrin dan Gum Arab) terhadap Kualitas Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) dengan Metode *Freeze Drying*”.

. Di dalam tulisan ini disajikan beberapa bahasan yang meliputi penjelasan mengenai pembuatan minyak ikan, pembuatan mikrokapsul minyak ikan dengan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) yang berbeda serta analisis pengujian mikrokapsul minyak ikan.

Penulis menyadari adanya keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dalam menyusun laporan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi para pembaca.

Malang, September 2015

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINILITAS i
UCAPAN TERIMAKASIH ii
RINGKASAN iv
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR LAMPIRAN xi
I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Hipotesa 4
1.5 Kegunaan 5
II. TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Ikan Lemuru 7
2.2 Minyak Ikan 7
2.3 Kerentanan Minyak Ikan terhadap Oksidasi 10
2.4 Mikroenkapsulasi 12
2.5 Freeze Drying 14
2.6 Maltodekstrin 16
2.7 Gum Arab 17
2.8 Lesitin 19
2.9 Carboxy Methyl Cellulose (CMC) 21
III. MATERI DAN METODE PENELITIAN 23
3.1 Materi Penelitian 23
3.1.1 Bahan 23
3.1.2 Alat 23
3.2 Metode Penelitian 23
3.2.1 Metode 23
3.2.2 Variabel 24
3.3.1 Penelitian Pendahuluan 25
3.3.2 Penelitian Utama 28
3.4 Analisis Data 29
3.5 Parameter Uji 31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 34
4.1 Bilangan Peroksida 35
4.2 Bilangan TBA (Thiobarbituric Acid) 40
4.3 Kadar Lemak 44
4.4 Kadar Air 49
4.5 Rendemen 52
4.6 Uji Organoleptik 55
4.6.1 Uji Hedonik Aroma 55
4.6.2 Uji Hedonik Warna 57
4.6.3 Uji Skoring Aroma 59

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4.6.4 Uji Skoring Warna 61
4.7 Perlakuan Terbaik 63
3.8 Hasil SEM (Scanning Electron Microscope) Mikrokapsul Crude Minyak Ikan Lemuru Perlakuan Terbaik 63
4.9 Profil Asam Lemak Mikrokapsul Crude Minyak Ikan Lemuru Perlakuan Terbaik 64

V. PENUTUP 34
5.1 Kesimpulan 34
5.2 Saran 34

DAFTAR PUSTAKA 67
LAMPIRAN 74

DAFTAR TABEL

1. Formulasi Penelitian Pendahuluan 27
2. Hasil Penelitian Pendahuluan 28
3. Formulasi Perlakuan Penelitian Utama Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 29
4. Model Rancangan Percobaan pada Penelitian Utama 30
5. Hasil Analisis Parameter Kimia 34
6. Hasil Analisis Parameter Fisika Uji Hedonik 34
7. Hasil Analisis Parameter Fisika Uji Skoring 35
8. Hasil Analisis Bilangan Peroksida Mikrokapsul *Crude Minyak* Ikan Lemuru ... 37
9. Hasil Analisis Bilangan TBA Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 41
10. Hasil Analisis Kadar Lemak Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 45
11. Hasil Analisis Kadar Air Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 49
12. Hasil Analisis Rendemen Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 52
13. Analisis Hedonik Aroma Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 55
14. Analisis Hedonik Warna Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 57
15. Analisis Skoring Aroma Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 59
16. Analisis Skoring Warna Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 61
17. Daftar Komposisi Asam Lemak Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 65

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

1. Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) 7
2. Struktur Kimia Maltodekstrin 17
3. Struktur Kimia Gum Arab 19
4. Struktur Kimia Lesitin 21
5. Struktur Kimia CMC 22
6. Diagram Alir Pembuatan *Crude* Minyak Ikan 26
7. Diagram Alir Proses Mikroenkapsulasi Minyak Ikan 27
8. Grafik korelasi rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) dengan Bilangan Peroksida 38
9. Grafik korelasi rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) dengan Bilangan TBA 42
10. Grafik korelasi rasio Kombinasi Bahan Penyalut (Maltodekstrin dan Gum Arab) dengan Kadar Lemak 47
11. Grafik Korelasi Rasio Kombinasi Bahan Penyalut (Maltodekstrin dan Gum Arab) dengan Kadar Air 50
12. Grafik korelasi rasio Kombinasi Bahan Penyalut (Maltodekstrin dan Gum Arab) dengan Presentase Rendemen 54
13. Grafik pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap uji hedonik aroma mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru 56
14. Grafik pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap uji hedonik warna mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru 58
15. Grafik pengaruh perbandingan kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap uji skoring aroma mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru 60
16. Grafik pengaruh perbandingan kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap uji skoring warna mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru 62
17. Hasil SEM Mikrokapsul Crude Minyak Ikan Lemuru Perlakuan Terbaik 63
18. Kromatogram Hasil GCMS Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 65

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR LAMPIRAN

1. Prosedur Kerja Analisis Bilangan Peroksida 74
2. Prosedur Kerja Analisis Bilangan TBA 75
3. Prosedur kerja Kadar Lemak dengan Metode Goldfisch 76
4. Prosedur Kerja Kadar Air Metode Thermogravimetri 77
5. *Score Sheet* Uji Skoring 80
6. *Score Sheet* Uji Skoring 80
7. Analisis Bilangan Peroksida 82
8. Analisis Bilangan TBA 84
9. Analisis Kadar Lemak 85
10. Analisis Kadar Air 86
11. Analisis Rendemen 87
12. Analisis Hedonik Warna 83
13. Analisis Hedonik Aroma 85
14. Analisis Skoring Aroma 87
15. Analisis Skoring Warna 89
16. Hasil Uji GC-MS Perlakuan Terbaik Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru 94

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) merupakan salah satu jenis ikan ekonomis penting di Indonesia, di daerah Muncar Banyuwangi ikan ini menjadi mata pencaharian utama. Populasi terbanyak ikan lemuru terbesar terdapat di perairan Selat Bali, dan sekitar 80% ikan lemuru merupakan hasil tangkapan nelayan di Kecamatan Muncar yang beroprasi di Teluk Bali (Yogaswara, 2008). Menurut penelitian Wahjuni (2011), ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) jika pada saat musim keberadaannya melimpah, harganya murah. Untuk meningkatkan nilai tambah ikan lemuru dapat dilakukan dengan pemanfaatan minyaknya. Ditambahkan oleh Din *et al*. (2004), minyak ikan memiliki manfaat yang tinggi bagi kesehatan, antara lain sebagai anti radang, anti trombosis, anti aritmik, anti arterosklerosis, meningkatkan fungsi endotel, menurunkan tekanan darah dan konsentrasi triglisida

Minyak ikan lemuru (Sardinella Longiceps) merupakan limbah hasil pengolahan Ikan lemuru dari proses pengalengan dan proses pembuatan tepung ikan, dimana penggunaannya kurang berkompetisi dengan manusia. Setiap 1 kg ikan lemuru akan diperoleh 0,2 kg minyak ikan (Indi dan Deki, 2012). Minyak Ikan Lemuru mengandung total asam lemak omega-3 sebanyak 25%- 30%. Kandungan asam lemak omega-3 dalam minyak ikan lemuru terdiri dari eicosapentaenoic acid (EPA) dan docosahexaenoic acid (DHA) yang berturut-turut sebesar 18% dan 13%. Kandungan ini mempunyai peranan penting bagi kesehatan manusia (Puspitaningrum, 2012).

Tingginya omega-3 dalam minyak ikan dan bermanfaat bagi tubuh maka diperlukan sumber minyak alternatif dengan nilai ekonomis yang tinggi. Sifat

minyak ikan lebih mudah teroksidasi, maka perlu dilakukan teknik mikroenkapsulasi untuk mengatasi kelemahan minyak ikan yang sensitif terhadap oksigen dan memiliki aroma yang tidak sedap. Teknik mikroenkapsulasi menghasilkan produk berbentuk padatan berukuran mikro. Mikroenkapsulasi ini dapat meningkatkan daya simpan.

Mikroenkapsulasi menurut Arifan dan Deddy (2011) mikroenkapsulasi merupakan teknologi penyalutan padatan, cairan dan gas oleh kapsul dalam bentuk kecil. Mikroenkapsulasi bertujuan untuk melindungi komponen bahan yang sensitif, mengurangi kehilangan nutrisi, menambah komponen bahan pangan bentuk cair ke bentuk padat yang lebih mudah ditangani. Bahan penyalut yang biasa digunakan dalam proses mikroeknkapsulasi menurut Yogaswara (2008) yaitu kombinasi antara gum arab dan gelatin dengan menggunakan metode *freeze drying*. Metode ini biasa disebut sebagai pengeringan beku, memiliki keunggulan dalam mempertahankan mutu hasil pengeringan, khususnya untuk produk yang sensitif terhadap panas. Sesuai penelitian Risch (1995) pengeringan beku merupakan sebuah teknik pengeringan dengan udara vakum dan dingin yang dapat menjaga agar minyak tak mudah teroksidasi sehingga mutu minyak dapat dipertahankan.

Berdasarkan dari penelitian Yogaswara (2008), formulasi yang memiliki kestabilan emulsi terbaik dalam pembuatan mikrokapsul minyak ikan dengan metode *freeze drying* adalah penambahan lesitin 5%, *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) 10% dan kombinasi gum arab dan gelatin 70 % (rasio 75 : 25). Pada formulasi tersebut, lesitin berperan sebagai emulsifier, gum arab dan gelatin sebagai bahan penyalut dan CMC sebagai bahan penstabil. Hasil dari kombinasi gum arab dan gelatin menghasilkan mikrokapsul yang kurang solid dengan

rendemen rendah sebesar 25,31% maka perlu dilakukan penelitian pembuatan mikrokapsul minyak ikan dengan kombinasi bahan penyalut yang lebih baik.

Penelitian ini mengguanakan maltodekstrin dan gum arab sebagai bahan penyalut. Menggunakan kombinasi tersebut karena untuk menghasilkan mikrokapsul yang berkualitas baik. Menurut penelitian Rakasiwi (2014), pembentukan mikrokapsul sitronelal menggunakan bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab dengan komposisi 20% (3:2), diperoleh mikrokapsul dengan efisiensi rendemen mikrokapsul sebesar 33,69%. Penggunakan maltodekstrin berdasarkan penelitian Srihari (2010), maltodekstrin bertujuan untuk melapisi komponen flavor, memperbesar volume, mencegah kerusakan bahan akibat panas serta meningkatkan daya kelarutan dan kualitas. Diperkuat oleh Supriyadi dan Rujita (2013), maltodekstrin sering digunakan karena memiliki sifat sebagai penyalut yang baik karena kemampuannya dalam membentuk emulsi dan viskositas rendah. Selain itu, maltodekstrin banyak digunakan karena mudah ditemukan dan mudah dalam penanganan proses. Maltodekstrin juga memiliki daya ikat kuat dan stabil pada emulsi minyak dalam air. Peggunaan gum arab sesuai penelitian Santoso *et al*. (2013), menjelaskan bahwa gum arab sebagai bahan pengisi yang dapat menghasilkan lapisan lebih kuat. Diperkuat oleh Wahjuningsih dan Kunarto (2009), gum arab merupakan emulsifier yang efektif dan dapat membentuk lapisan film yang baik sehingga emulsi yang dihasilkan menjadi stabil dengan ukuran yang merata.

Oleh karena itu dilakukan penelitian pembuatan mikroenkapsul *crude* minyak ikan lemuru dengan metode f*reeze drying*. Menggunakan bahan penyalut kombinasi antara maltodekstrin dan gum arab, lesitin sebagai emulsifier dan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) sebagai bahan penstabil.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh rasio kombinasi maltodekstrin dan gum arab terhadap kualitas mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru?
2. Berapa rasio maltodekstrin dan gum arab terhadap kualitas mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dengan kualitas terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan maltodekstrin dan gum arab terhadap kualitas mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru.
2. Untuk mendapatkan rasio maltodekstrin dan gum arab yang optimal terhadap kualitas mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru terbaik.

1.4 Hipotesa

Hipotesa dari penelitian ini yaitu :

1. Diduga ada pengaruh rasio kombinasi maltodekstrin dan gum arab terhadap kualitas mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru.
2. Diduga tidak ada pengaruh rasio kombinasi maltodekstrin dan gum arab terhadap kualitas mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1.5 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan maltodekstrin dan gum arab sebagai bahan penyalut terhadap kualitas mikrokapsul *crude* minyak ikan serta mengetahui rasio bahan penyalut yang tepat untuk mendapatkan kualitas mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru terbaik. Sehingga dapat dimanfaatkan untuk menyuplai kebutuhan omega-3 dari minyak ikan pada tubuh.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Lemuru

Ikan lemuru terdiri beberapa jenis, diantaranya: *Sardinella longiceps* (Sardinella lemuru), *S. Aurita*, *S. Leiogaster*, dan *S. Clupeoides*. Beberapa jenis ikan tersebut dalam Statistik Perikanan Indonesia digabung menjadi satu dengan nama lemuru (*Sardinella longiceps*). Ikan lemuru hidup di laut pada kedalaman 20 sampai 200 m, makanan utama ikan lemuru adalah fitoplankton dan udang-udang kecil. Ikan ini berkembang biak hanya satu kali dalam satu tahun yaitu pada saat salinitas dan temperatur air laut rendah. Ikan lemuru mendiami perairan Samudra Hindia bagian timur seperti Pukhet (Thailand), pantai selatan dari Jawa dan Bali (Indonesia), Australia Barat dan Samudra Pasifik bagian barat (Filipina, Hongkong, Taiwan dan bagian selatan Jepang) (Puspitaningsrum, 2012).

Ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) seperti jenis ikan pelagis kecil lainnya mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi (17,8 - 20%). Harga ikan lemuru yang cukup murah dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan bergizi tinggi, terutama dalam mengatasi masalah gizi ganda. Ikan lemuru juga mengandung asam lemak essensial, khususnya omega-3. Akan tetapi karena kandungan lemak yang cukup tinggi (1-24%) dan tidak kompaknya tekstur ikan menjadikan ikan lemuru mudah mengalami kerusakan dan pembusukan, baik karena aktivitas mikrobiologis maupun autolisis pada saat pasca mortem (Arifan dan Deddy, 2011).

Klasifikasi ikan lemuru menurut Saanin (1984), adalah sebagai berikut :

Filum : Chordata
Sub Filum : Vertebrata
Kelas : Pisces
Sub Kelas : Malacpterygii
Famili : Cluipeidae

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Genus : Sardinella
Spesies : *Sardinella longiceps*

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Adapun spesies dari ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) dapat dilihat pada gambar 1 :

Gambar 1. Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*)
Sumber : Dokumentasi (2015)

Ikan lemuru memiliki bentuk badan yang memanjang dan bentuk perut yang membundar. Panjang kepala 25-29% dari total *length*, tinggi badan 27-31%, dan panjang total badan maksimum 23 cm. Jari-jari sirip punggung berjumlah 14;jari-jari sirip anal 13-15; jari-jari sirip dada 16; jari-jari sirip perut 9; tulang saring insang bagian bawah jumlahnya 146-166, dan ruas tulang belakang 47-48. Pada bagian dalam insang ada bintik keemasan yang berlanjut dengan warna keemasan pada bagian gurat sisinya disertai adanya bintik hitam di bagian tutup insang (Ginanjar 2006).

2.2 Minyak Ikan

Minyak ikan merupakan hasil ekstraksi lipid yang dikandung dalam ikan dan bersifat tidak larut dalam air. Minyak atau lemak merupakan campuran dari ester asam lemak dan gliserol yang kemudian membentuk gliserida (Muchtadi, 2009). Minyak berbentuk cair pada suhu kamar dan lemak merupakan bahan padat pada suhu kamar (Winarno, 2004).

Minyak ikan adalah minyak yang berasal dari jaringan ikan yang berminyak. Minyak ikan dianjurkan untuk diet kesehatan karena mengandung

asam lemak omega-3, EPA (eikosapentaenoat), DHA (dokosaheksaenoat) yang dapat mengurangi peradangan pada tubuh. Tidak semua ikan menghasilkan asam lemak omega-3 akan tetapi hanya ikan yang mengkonsumsi mikroalga saja yang dapat menghasilkan asam lemak tersebut misalkan saja ikan *herring* dan ikan sarden atau ikan-ikan predator yang memangsa ikan yang mengandung asam lemak omega-3 seperti ikan air tawar, ikan air danau, ikan laut yang gepeng, ikan tuna dan ikan salmon dimungkinkan mengandung asam lemak omega-3 yang tinggi (Handayani, 2010).

Minyak ikan lemuru merupakan sumber asam lemak rantai panjang dan mengandung asam lemak tidak jenuh dalam jumlah yang tinggi. Asam lemak tidak jenuh tersebut adalah linoleat, linolenat dan arachidonat yang merupakan asam lemak yang diperlukan oleh tubuh ayam. Ada dua macam lemak omega-3 yang dominan terdapat dalam minyak ikan, keduanya adalah EPA dan DHA. Kedua jenis asam lemak inilah yang banyak peranannya dalam kesehatan (Indi dan Deki, 2012).

Sifat kimia minyak ikan seperti dikemukakan oleh Weiss (1983) yaitu mudah beroksidasi dengan udara dan bersifat asam lemak karena adanya asam lemak bebas, mempunyai sifat aditif karena ikatan karbon tak jenuh, mempunyai sifat berpolimerisasi. Sedangkan sifat fisik dari minyak ikan yaitu mempunyai berat jenis yang lebih kecil daripada berat jenis air, membiaskan cahaya dengan sudut yang spesifik untuk setiap jenis minyak ikan dan mempunyai derajat kekentalan yang spesifik. Lemak minyak ikan mempunyai sifat tidak larut dalam air tetapi larut dalam lemak eter, benzene, petrolium eter. Minyak ikan berwarna kuning muda sampai kuning

Proses pembuatan minyak ikan menurut Puspitaningrum (2012) adalah sebagai berikut :

a. Pemasakan (*cooking*) dengan menggumpalkan protein, memisahkan minyak dan air. Pemasakan merupakan tahap yang penting, dilakukan dengan pemanasan 90 - 100^{0}C dalam 15 - 20 menit.
b. Pengepresan (*pressing atau centrifugation*), melepaskan fraksi besar cairan dari massa ikan.
c. Pemisahan (*separation*) cairan dari minyak dan air.

Minyak ikan lemuru didapat dan hasil ekstraksi ikan lemuru atau limbah industri pengalengan ikan lemuru yang merupakan salah satu sumber omega-3. omega-3 (asam lemak omega-3) yaitu asam lemak karboksilat yang posisi ikatan rangkap pertamanya terletak pada atom karbon nomor tiga dan ujung gugus metylnya, sedangkan omega-6 posisi ikatan rangkap pertamanya terletak di posisi 6 dairi ujung gugus metylnya. Minyak ikan lemuru mengandung asam lemak omega-3 (EPA) dan asam lemak omega-6 (DHA) yang berfungsi mencegah pengerasan pembuluh darah, mengurangi rangsangan penggumpalan darah dan dapat meningkatkan kecerdasan otak manusia umumnya balita, juga memberikan nilai tambah minyak ikan lemuru dan nilai ekonomis dari omega-3 (Wildan, 2000).

Selama ini pemanfaatan minyak ikan lemuru belum dilakukan secara optimal. Minyak ikan lemuru biasanya diperdagangkan sebagai pakan ternak, pelepasan dalam penyamakan kulit, industri cat dan tinta dengan harga yang murah (Permadi, 2003). Minyak ikan merupakan jenis nutrien baru yang terbukti mempunyai manfaat tinggi bagi manusia. Kandungan dalam minyak ikan yaitu asam lemak tak jenuh ganda berantai panang (omega-3 PUFA), telah mendapat perhatian besar dari para ahli kesehatan. Asam lemak omega-3 merupakan salah

satu kandungan minyak ikan yang sangat penting. Zat ini berperan untuk meningkatkan kesehatan serta mencegah munculnya penyakit degeneratif. Minyak ikan dapat dimanfaatkan dalam pengobatan penyakit kardiovaskuler, perawatan hiperlipidemia, pencegahan arterosklerosis dan rheumatoid arthritis (Oh, 2005).

Asam lemak Omega-3, khususnya asam lemak rantai panjang (*Eicosapentaenoic acid*, EPA dan *Docosahaxaenoic*, DHA) memegang peranan penting dalam gizi manusia. Asam lemak tersebut dibutuhkan untuk pertumbuhan janin, perkembangan otak dan retina, peningkatan kekebalan dan pencegahan resiko penyakit degeneratif. Konsumsi asam lemak Omega-3 meningkatkan profil lemak tubuh dan menurunkan agregasi platelet (Nurhasanah *et al*., 2011).

2.3 Kerentanan Minyak Ikan terhadap Oksidasi

Kerentanan minyak ikan terhadap oksidasi disebabkan karena tingginya kadungan *poly unsaturated fatty acid* (PUFA). Minyak ikan merupakan sumber penting omega 3 asam lemak tak jenuk EPA dan DHA. PUFA merupakan asam lemak yang memiliki dua atau lebih ikatan rangkap. Asam lemak omega 3 dan omega 6 dianggap sebagai asam lemak esensial yang berarti penting untuk kesehatan manusia namun tidak dapat disintesis dalam tubuh manusia dan dan harus dipenuhi melalui bahan makanan. Ikatan rangkap yang terdapat dalam minyak ikan membuatnya sangat rentan terhadap proses oksidasi. Oksidasi adalah proses pembentukan radikal bebas yang dapat diprakarsai berbagai macam faktor termasuk panas, cahaya, logam dan enzim. Proses oksidasi terjadi melalui tiga tahapan, yaitu inisiasi, propagasi dan terminasi. Pada tahap inisiasi, sebuah atom hidrogen dilepaskan dari molekul lipid menghasilkan lipid radikal.

Lipid radikal tersebut kemudian bereaksi dengan oksigen membentuk peroksida lemak. Peroksida lemak tersebut kemudian menarik sebuah atom hidrogen dari molekul lain menghasilkan hidroperoksida dan lemak radikal baru. Tahap ini menyebabkan propagasi (meningkatkan) proses oksidasi. Terminasi terjadi ketika dua radikal bereaksi menghasilkan produk non radikal. Hal ini dapat terjadi melalui berbagai macam mekanisme (Sabrina, 2009).

Oksidasi merupakan rangkaian reaksi yang kompleks. Ketika lemak teroksidasi akan menghasilkan serangkaian produk pecahan dalam beberapa tahap, dimulai dengan produk oksidasi primer (peroksida, dienes, asam lemak bebas), kemudian produk oksidasi sekunder (karbonil, aldehid, trienes) dan pada akhirnya produk tersier. Pengkuruan tingkat oksidasi melibatkan proses pengujian produk oksidasi primer dan sekunder.pengujian yang paling umum dilakukan adalah angka peroksida. Pengujian lain yang biasa dilakukan adalah asam lemak bebas (*free fatty acid,* FFA), angka *thiobarbituric acid* (TBA) dan bilangan iod. Angka peroksida digunakan untuk menginvestigasi produk oksidasi primer sedangkan TBA untukproduk oksidasi sekunder (Miller, 2010).

Oksidasi lemak menyangkut pembentukan hidroperoksida secara terus menerus sebagai produk oksidasi primer yang dapat memecah berbagai produk sekunder non volatile dan volatile. Tingkat pembentukan hidroperoksida yang melebihi laju dekomposisi selama tahap awal oksidasi. Oleh karena itu, angka peroksida merupakan indikator tahap awal terjadinya oksidasi. Sedangakan uji TBA, saat ini menjadi salah satu yang paling banyak digunakan sebagai metode untuk mendeteksi kerusakan oksidatif bahan pangan yang mengandung lemak. Selama oksidasi lemak, malonaldehyde (MA) yang merupakan komponen minor asam lemak dengan tiga atau lebih ikatan ganda terbentuk sebagai hasil dari

degradasi asam lemak tak jenuh ganda. Hal ini biasanya digunakan sebagai indikator dari produk proses oksidasi lemak sekunder. Dalam pengujian TBA, MA direaksikan dengan asam thiobarbituric acid (TBA) untuk membentuk kompleks TBA MA pink yang diukur nilai absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 530-535 nm. Nilai TBA dinyatakan sebagai milligram MA equivalent per kilogram sampel (Shahidi dan Zhong, 2005).

2.4 Mikroenkapsulasi

Mikroenkapsulasi menurut Atmarita (2009) adalah proses untuk membuat partikel lembut dari zat gizi padat maupun cair yang dilapisi dengan pelapis dari pati, gelatin atau pelapis lainnya. Hasil dari mikroenkapsulasi berupa mikrokapsul dengan ukuran 1-100 nanometer. Mikroenkapsulasi ini bertujuan untuk melindungi zat gizi dari bahan reaktif, mengurangi toksisitas dan oksidasi.

Mikroenkapsulasi merupakan salah satu upaya yang dapat digunakan untuk mengendalikan pelepasan obat. Teknik penguapan pelarut merupakan salah satu teknik yang dapat diterapkan dalam pembuatan mikrokapsul (Sutriyo *et al*. (2004). Mikroenkapsulasi bertujuan untuk mengubah komponen dalam bentuk cairan menjadi padat, mengubah sifat kolodial dan sifat-sifat permukaan, melindungi materi dari pengaruh lingkungan serta mengontrol pelepasan bahan-bahan penyalut. Perlindungan yang diberikan oleh mikroenkapsulasi dapat mencegah degradasi karena radiasi cahaya atau oksigen dan dapat juga memperlambat terjadinya evaporasi (Risch, 1995).

Mikroenkapsulasi merupakan teknologi penyalutan padatan, cairan dan gas oleh kapsul dalam bentuk kecil dimana kapsul tersebut dapat melepaskan isinya dibawah kondisi spesifik. Mikroenkapsulasi bertujuan untuk melindungi

komponen bahan yang sensitif, mengurangi kehilangan nutrisi, 31 menambah komponen bahan pangan bentuk cair ke bentuk padat yang lebih mudah ditangani. Produk mikrokapsul dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan, kosmetika, dan farmasi, dengan memanfaatkan senyawa bioaktifnya. Komposisi material pelapis menentukan sifat fungsional mikrokapsul. Pada umumnya material tersebut adalah hydrocolloids, vegetable gums, pati termodifikasi, dextrins, dan lipid. Dalam proses mikroenkapsulasi minyak ikan diperlukan 3 jenis komponen yaitu bahan pengemulsi, penyalut/pelapis dan bahan penstabil (Arifan dan Deddy, 2012).

Bahan penyalut adalah bahan yang digunakan untuk penyalut bahan inti dengan tujuan tertentu. Penyalut yang digunakan dapat berupa polimer alam, semi sintetik atau sintetik. Pemilihan bahan penyalut tergantung pada tujuan penyalutan. Syarat bahan penyalut antara lain dapat bercampur secara kimia dengan bahan inti tetapi inert terhadap bahan inti, harus dapat membentuk lapisan disekitar obat dengan pembentukan selasput tipis, fleksibel, *impermeable*, kuat selama proses sehingga tidak terjadi kerusakan, memiliki sifat yang sesuai dengan tujuan penyalutan dan menghasilkan lapisan salut yang relative tipis (Octaviani, 2007).

Pengemulsi (e*mulsifier*) adalah bahan tambahan pangan untuk membantu terbentuknya campuran yang homogen dari dua atau lebih fase yang tidak tercampur seperti minyak dan air. Pengemulsi yang ditambahkan kedalam bahan pangan harus merupakan food additive yang ijinkan. Salah satu jenis bahan pengemulsi yang boleh diijinkan adalah lesitin (BPOM, 2013).

Penstabil diperlukan untuk memantapkan emulsi sampel agar tidak terjadi endapan. *Carboxymethylcellulose* merupakan bahan penstabil yang sering

digunakan dalam pembuatan minuman. CMC merupakan turunan selulosa yang dapat larut dalam air. CMC dapat membentuk sistem dispersi koloid dan meningkatkan viskositas, sehingga partikel-partikel yang tersuspensi akan tertangkap dalam sistem tersebut dan tidak mengendap oleh pengaruh gaya gravitasi. CMC dapat mencegah pengendapan protein pada titik isoelektrik dan meningkatkan viskositas produk pangan, disebabkan bergabungnya gugus karboksil CMC dengan gugus muatan positif protein (Elarini, 2014).

Menurut Suprayitno *et al.* (2001), pada penelitianya tentang pembuatan mikrokapsul minyak ikan tuna dengan *spray dryer* parameter yang dipergunakan untuk menentukan kualitas adalah kadar air, bilangan peroksida, efisiensi, enkapsulasi, rendemen dan kandungan asam lemak untuk perlakuan terbaik. Mikrokapsul yang baik memiliki kadar air dan bilangan peroksida yang rendah tetapi memiliki efisiensi dan rendemen yang tinggi.

2.5 *Freeze Drying*

Freeze drying adalah salah satu metode pengeringan yang paling baik. Makanan hasil proses *freeze drying* dapat dianggap memiliki kualitas yang baik dibandingkan dengan produk pangan hasil pengeringan jenis lain, karena freeze dryrng jika diinginkan dapat mengembalikan kondisi pangan dengan kandungan air seperti kondisi awal. Hal penting lain berkaitan dengan *freeze drying* adalah operasi proses ini pada suhu yang relatif rendah dan apabila diaplikasikan pada bahan pangan yang peka terhadap panas maka bahan pangan tersebut tidak rusak. *Freeze drying* memberikan hasil yang baik dalam hal pengawetan pangan, seperti aroma dan rasa yang tahan lama, memiliki sifat rehidrasi yang lebih baik (Pujihastuti, 2015).

Penggunaan *freeze drying* telah banyak diaplikasikan dalam pengeringan produk makanan, hasil dari pengeringan ini tidak merubah tekstur dari produk dan cepat kembali kebentuk seperti semula dengan penambahan air. Pengeringan menggunakan alat *freeze dryer* lebih aman terhadap resiko terjadinya degradasi senyawa dalam ekstrak. Hal ini kemungkinan karena suhu yang digunakan untuk mengeringkan ekstrak cukup rendah. Pengeringan beku ini dapat meninggalkan kadar air sampai 1%, sehingga produk bahan alam yang dikeringkan menjadi stabil dan sangat memenuhi syarat untuk pembuatan sediaan farmasi dari bahan alam yang kadar airnya harus kurang dari 10% (Simon, 2014).

Prinsip teknologi *freeze drying* dimulai dengan proses pembekuan pangan, dan dilanjutkan dengan pengeringan yaitu dengan mengeluarkan atau memisahkan hampir sebagian besar air dalam bahan melalui mekanisme sublimasi. Produk pangan kering hasil proses pengeringan beku sering disebut sebagai produk pangan kering-beku *(freeze dried foods)*. Pengeringan beku dapat mempertahankan warna, bentuk, tekstur dan flavor dari produk yang dikeringkan (Food Review Indonesia, 2013).

Prinsip metode freeze drying adalah pengeringan suspensi sel dari fase cair dengan cara sublimasi melalui proses pembekuan terlebih dahulu. Proses freezedrying dibagi ke dalam tiga tahap. Tahap pertama, yaitu proses pembekuan. Tahap kedua, yaitu proses pengeringan primer melalui proses sublimasi pada suhu rendah, sehingga menyebabkan sebagian besar air tertarik dari suspensi beku sel. Tahap ketiga, yaitu proses pengeringan sekunder pada suhu yang lebih tinggi dengan tujuan mengeringkan sisa air (Oktaviani, 2011).

2.6 Maltodekstrin

Maltodekstrin merupakan larutan terkonsentrasi dari sakarida yang diperoleh dari hidrolisa pati dengan penambahan asam atau enzim. Kebanyakan produk ini ada dalam bentuk kering dan hampir tak berasa. Kelebihan dari maltodekstrin mudah larut dalam air dingin. Aplikasi penggunaan maltodekstrin dalam pembuatan susu bubuk, minuman sereal berenergi dan minuman prebiotik. Sifat yang dimiliki maltodekstrin yaitu mengalami dispersi cepat, daya larut yang tinggi, membentuk film, sifat higroskopis yang rendah, sifat *browning* yang rendah, menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat (Srihari *et al*., 2010).

Maltodekstrin merupakan bahan pengental sekaligus dapat sebagai emulsifier, mudah melarut pada air dingin dan merupakan oligosakarida yang tergolong dalam prebiotik (Triyono 2010). Ditambahkan oleh Anwar (2002), maltodekstrin sudah digunakan sebagai bahan salut gula tablet. Maltodekstrin merupakan senyawa polimer glukosa, oleh sebab itu memungkinkan sebagai bahan penyalut lapis tipis tablet.

Maltodekstrin adalah salah satu produk modifikasi pati secara kimia atau biokimia hasil dari hidrolisis pati baik menggunakan asam maupun enzim. Pemanfaatan maltodekstrin dalam industri antara lain sebagai bahan pengisi pada produk-produk tepung, pengganti lemak dan gula. Maltodekstrin banyak digunakan dalam industri makanan sebagai bahan pengisi. Maltodekstrin bersifat kurang higroskopis, kurang manis, memiliki kelarutan tinggi dan cenderung tidak membentuk zat warna pada reaksi browning (Jati, 2006).

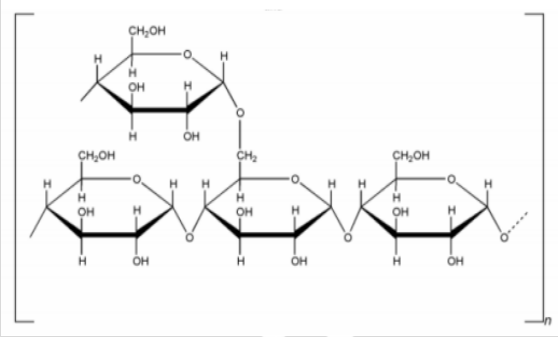
Maltodekstrin terdiri dari campuran glukosa, maltosa, oligosakarida dan dekstrin. Produk hasil hidrolisa pati secara enzimatis mempunyai karakteristik yaitu tidak higrokopis, mempunyai daya rekat, dan ada yang larut dalam air seperti

laktosa. Maltodekstrin juga dapat dipergunakan sebagai bahan pengisi pada produk-produk tepung, pengganti lemak dan gula. Selain itu, maltodekstrin dapat ditambahkan pada minuman olahraga sebagai sumber energi (Raudah *et al*., 2013).

Menurut Fasikhatun (2010), aplikasi maltodekstrin pada produk pangan antara lain pada:

1. Produk rerotian, misalnya cake, muffin, dan biskuit, digunakan sebagai pengganti gula atau lemak.
2. Makanan beku, maltodekstrin memiliki kemampuan mengikat air (water holding capacity) dan berat molekul rendah sehingga dapat mempertahankan produk beku.
3. Makanan rendah kalori, penambahan maltodekstrin dalam jumlah besar tidak meningkatkan kemanisan produk seperti gula.

Struktur kimia dari maltodekstrin ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Kimia Maltodekstrin

Sumber : Rowe *et al*., 2009

2.7 Gum Arab

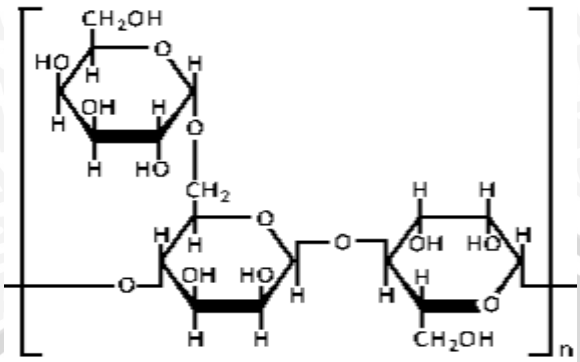
Gum arab merupakan bahan pengental emulsi yang efektif karena kemampuannya melindungi koloid dan sering digunakan dalam industri pangan. Jenis pengental ini juga tahan panas pada proses yang menggunakan panas. Gum

arab memiliki keunikan karena kelarutannya yang tinggi dan viskositasnya rendah. Selain kelarutannya yang tinggi, karakteristik utama gum arab adalah bersifat pembentuk tekstur, pembentuk film, pengikat dan juga pengemulsi yang baik dengan adanya komponen protein di dalam gum arab (Meliala *et al*., 2014).

Gum arab atau gum akasia berasal dari spesies tertentu pohon akasia yang tumbuh di daerah Afrika. Gum merupakan hasil sekresi bagian kulit atau batang tanaman, yang berupa cairan kental dan akan menjadi padat bila dibiarkan dingin. Gum arab banyak dipakai dalam industri makanan antara lain digunakan sebagai campuran minuman untuk mengurangi tekanan permukaan air dan stabilizer. Gum arab bersifat mudah larut dalam air dingin dan membentuk larutan yang kurang kental sehingga cocok digunakan sebagai bahan pengisi pada pangan yang akan dikeringkan dengan pengering semprot. Selain itu, gum arab dapat memperbaiki viskositas dan tekstur suatu produk. Gum arab dapat mempertahankan flavor dari makanan yang dikeringkan dengan pengering semprot (Fasikhatun, 2010).

Gum arab diperoleh dari getah pohon Acacia senegal sebagai respon alami terhadap luka pada kulit pohon. Gum ini larut dalam air, namun tidak larut dalam alkohol. Gum arab termasuk golongan *generally recognized as safe* (GRAS) yang aman, dan tidak berbau atau berasa apabila dikonsumsi manusia. Gum arab mengandung satu satuan arabinosa dan mengandung ion kalsium, magnesium, dan kalium (Santoso *et al*., 2013).

Struktur kimia dari gum arab ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Kimia Gum Arab
Sumber : Prabandari, 2011

2.8 Lesitin

Lesitin merupakan salah satu emulsifier yang berperan secara aktif menurunkan tegangan permukaan dalam pembuatan emulsi. Lesitin kasar biasanya diperoleh dari kedelai dan kuning telur. Lesitin ini merupakan campuran dari lipida (fosfolipida) dengan fosfatidilkolin, etanolamina, dan inositol sebagai komponen utama (Nasution *et al.*, 2004).

Lesitin adalah istilah yang biasa digunakan sebagai sinonim untuk *fosfatidil kolina*, suatu fosfolipid yang menjadi komponen utama fraksi fosfatida pada ekstrak kuning telur atau kacang kedelai yang diisolasi secara mekanik, maupun kimiawi dengan menggunakan heksana. Dalam aplikasinya, lesitin berada dalam kuning telur dan paling sering digunakan sebagai agen emulsifier. Hal tersebut dapat terjadi karena lesitin mempunyai kepala yang bersifat hidrofilik dan ekor yang bersifat hidrofobik (Makmur, 2012).

Lesitin digunakan secara komersial sebagai emulsifier dan pelumas pada berbagai macam aktifitas ekonomi seperti industri pangan dan farmasi. Sebagai contohnya, lesitin digunakan sebagai emulsifier pada pembuatan coklat dan

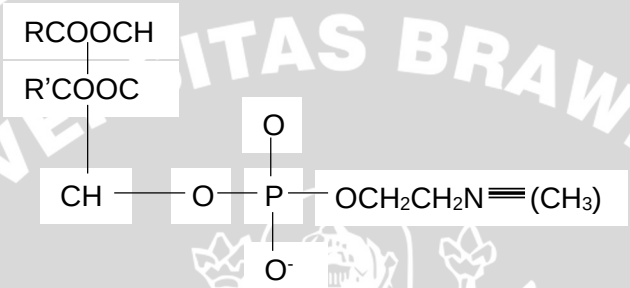
pelapisan bahan pangan. Lesitin dianggap sebagai surfaktan non toksik yang dapat ditoleransi dengan baik oleh organisme, karena merupakan bagian yang tak terpisahkan dari membran sel dan dapat sebenuhnya dimetabolisme. Lesitin telah diklasifikasikan kedalam United States Food and Drug Administration (USFDA) sebagai produk yang aman untuk dikonsumsi manusia. Selain itu, lesitin juga dikenal sebaga food additive oleh negara-negara Eropa dengan kode nomer EE322 (Machado *et al.*, 2014).

Lesitin (E322) merupakan campuran dari fosfolipid yang terdiri dari gliserol yang berikatan dengan kelompok fosfatidil. Kelompok fosfatidil tersebut adalah ester fosfat dari digliserida. Lesitin merupakan emulsifier alami yang diperoleh dari minyak nabati. Emulsifier dengan lrantai panjang asam lemak akan membentuk kompleks dengan pati. Rantai asam lemak menembus helix amilosa dan mencegah terjadinya retrobradasi. Pencegahan retrogradasi dapat meningkatkan daya simpan. Pengemulsi merupakan zar yang suka lemak dan mereka berpengaruh terhadap lemak dengan beberapa cara. Pengemulsi dapat mempromosikan mendukung atau menhambat kristalisasi, mempengaruhi bentuk Kristal lemak dan meningkatkan disperse Kristal lemak didalam produk makanan (Food & Nutrition Eroupe, 2008).

Menurut Sabrina (2009), penggunaan pengkelat asam sitrat dan lesitin pada emulsi mikrokapsul dapat mengurangi oksidasi selama proses homegenisasi dan penyimpanan berikutnya dari emulsi. Perlindungan terhadap mikrokapsul lipid diperlukan selama semua tahap pengolahan dan antioksidan yang paling menguntungkan adalah mereka yang berfungsi dalam bentuk emulsi serta kering. Emulsi yang hanya dikelilingi oleh lesitin saja kurang stabil (dibuktikan dengan nilai

peroksida dan TBA) dibandingkan dengan emulsi yang memiliki dinding kapsul berlapis banyak.

Struktur kimia dari lesitin atau fosfatidilkolin ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Kimia Lesitin

Sumber : Winarno, 2004

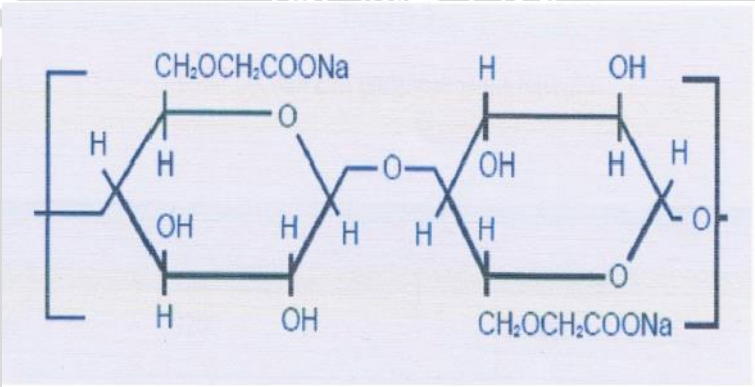
2.9 *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC)

Carboxy Methyl Cellulose (CMC) merupakan polielektrolit anionik turunan dari selulosa dengan perlakuan alkali dan *monochloro acetic acid* atau garam natrium. CMC digunakan secara luas dalam industri pangan. CMC memiliki rumus molekul $C_8H_{16}NaO_8$, bersifat *biodegradable*, tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun, berbentuk butiran atau bubuk yang larut dalam air namun tidak larut dalam larutan organik, stabil pada rentang pH 2-10 dan mengendap pada pH kurang dari 3, serta tidak bereaksi dengan senyawa organik. Karena pemanfaatanya yang sangat luas, mudah digunakan, serta harganya yang tidak mahal, CMC menjadi salah satu zat yang diminati (Prabandari, 2011).

CMC adalah turunan dari selulosa dan ini sering dipakai dalam industri makanan untuk mendapatkan struktur yang baik. Fungsi CMC yaitu sebagai

penstabil (stabilisator), pengental, pembentuk gel, dan pengemulsi. Sebagai pengemulsi, CMC sangat baik digunakan untuk memperbaiki kenampakan tekstur produk berkadar gula tinggi. Sebagai pengental, CMC mampu mengikat air sehingga molekul-molekul air terperangkap dalam struktur gel yang dibentuk oleh CMC (Syahputra, 2008).

Struktur CMC merupakan rantai polimer yang terdiri dari unit molekul sellulosa. Setiap unit anhidroglukosa memiliki tiga gugus hidroksil dan beberapa atom Hidrogen dari gugus hidroksil tersebut disubstitusi oleh carboxymethyl. Adapun struktur kimia CMC dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Kimia CMC
Sumber : Kamal, 2010

Berdasarkan sifat dan fungsinya maka CMC dapat digunakan sebagai bahan *aditif* pada produk minuman dan juga aman untuk dikonsumsi. Pada dunia farmasi penambahan CMC berfungsi sebagai bahan penstabil emulsi. CMC mampu menyerap air yang terkandung dalam udara dimana banyaknya air yang terserap dan laju penyerapannya bergantung pada jumlah kadar air yang terkandung dalam CMC serta kelembaban dan temperatur udara disekitarnya (Kamal, 2010).

III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu bahan pembuatan mikrokapsul minyak ikan dan analisis sampel. Bahan yang digunakan dalam pembuatan mikrokapsul minyak ikan adalah *crude* minyak ikan, lesitin, CMC, gum arab dan maltodekstrin. Sedangkan bahan yang digunakan untuk analisis antara lain *petroleum eter* teknis (Brataco), kertas saring, kloroform, asam asetat, KI jenuh, aquadest, Na-thiosulfat 0,001 N, pereaksi TBA, 1-butanol dan 1,1,3,3-*tetrametoxy propane*. Crude minyak ikan diperoleh dari hasil ekstraksi ikan lemuru *(Sardinella longiceps)* yang diambil dari Selat Bali, Muncar, Banyuwangi, Jawa Timur.

3.1.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah terdiri dari tiga bagian yaitu alat untuk memperoleh *crude* minyak ikan, alat untuk pembuatan mikrokapsul minyak ikan dan analisis sampel. Alat untuk memperoleh *crude* minyak ikan antara lain pisau, timbangan digital, baskom, dandang, oven, alat *press*, oven, kompor dan dandang. Alat untuk membuat mikrokapsul minyak ikan antara lain gelas ukur, *beaker glass*, *homogenizer*, timbangan digital, blender, ayakan 60 mesh dan *freeze dryer*. Sedangkan alat yang diguankan untuk analisis sampel adalah desikator, cuvet, *goldfish*, spektrofotometer, oven, buret dan statif.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Menurut Jaedun (2011), penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan terhadap variabel yang data-datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses

manipulasi melalui pemberian perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian yang kemudian diamati atau diukur dampaknya. Penelitian eksperimen juga merupakan penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian guna membangkitkan sesuatu kejadian atau keadaan yang akan diteliti bagaimana akibatnya.

Perlakuan yang akan diguanakan dalam penelitian ini adalah rasio kombinasi maltodekstrin dan gum arab sebagai bahan penyalut dalam mikroenkapsulasi minyak ikan. Penelitian dibagi menjadi 2 tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk memperoleh rasio kombinasi maltodekstrin dan gum arab yang terbaik dalam mikroenkapsulasi minyak ikan untuk kemudian digunakan sebagai dasar penelitian utama. Penelitian utama dilakukan untuk memperoleh rasio kombinasi maltodekstrin dan gum arab paling optimum dalam mikroenkapsulasi minyak ikan.

3.2.2 Variabel

Variabel adalah gejala, fakta atau data yang harganya berubah-berubah atau bervariasi. Variabel dibagi menjadi 2 jenis yaitu variable bebas dan variable terikat. Variabel bebas (independen variable) merupakan variabel yang akan dilihat pengaruhnya terhadap variabel terikat (dependen variable), sedangkan variabel terikat merupakan variable hasil, dampak/akibat dari variabel bebas. Variabel terikat umumnya menjadi tujuan penelitian dan sumber masalah (Jaedun, 2011).

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah rasio kombinasi maltodekstrin dan gum arab yang ditambahkan dalam mikrokapsul crude minyak ikan lemuru. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah bilangan peroksida, TBA,

kadar lemak, kadar air, %rendemen mikrokapsul dan profil asam lemak mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru.

3.3 Prosedur Penelitian

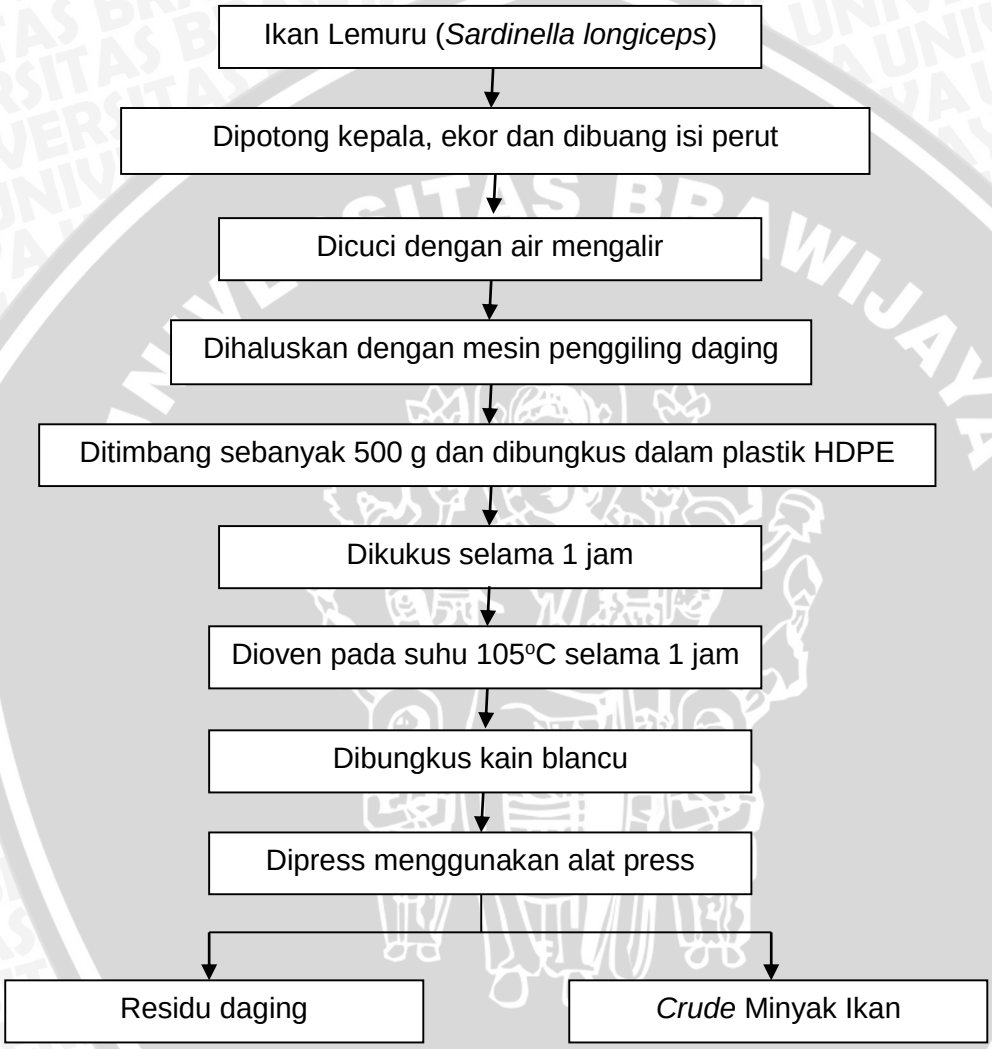
3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan dalam dua tahap penelitian, Pada tahap pertama, dilakukan proses pembuatan crude minyak ikan lemuru dengan metode *wet rendering*. Pada tahap kedua, dilakukan mikroenkapsulasi dengan 3 rasio kombinasi maltodekstrin dan gum arab yang berbeda sehingga diperoleh hasil terbaik. Pengeringan sampel mikroenkapsulasi dilakukan menggunakan *freeze dryer* pada suhu -85°C selama 22 jam.

a. Penelitian Pendahuluan Tahap Pertama

Penelitian pendahuluan pertama dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh crude minyak ikan lemuru. Bahan baku yang digunakan adalah ikan lemuru segar dengan ukuran 13-15 cm memiliki warna cerah, mata menonjol, sisik kuat, daging masih kenyal dan bau ikan segar yang diperoleh dari perairan Selat Bali, Muncar, Banyuwangi, Jawa Timur. Pembuatan crude minyak ikan dilakukan dengan menggunakan metode *wet rendering*. Ikan lemuru segar dipotong kepala, ekor dan dibuang isi perut. Ikan yang telah disiangi dicuci bersih dengan air mengalir kemudian dihaluskan dengan cara digiling. Ikan lemuru yang telah digiling kemudian disebut sebagai bubur mentah ikan. Bubur mentah ikan ditimbang sebanyak 500 gram dan dimasukkan dalam plastik HDPE *(high density polyetilen)*. Bubur mentah ikan yang telah dibungkus plastik dikukus selama 1 jam hingga menjadi bubur matang ikan. Bubur matang ikan di oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Bubur matang ikan lemuru yang telah dioven selanjutnya disebut

sebagai cake kering ikan lemuru. Cake kering ikan lemuru yang telah dikeluarkan dari oven kemudian dibungkus kain blancu dan dipress dengan alat press sehingga didapatkan *crude* minyak ikan lemuru. Adapun diagram alir pembuatan *crude* minyak ikan lemuru dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Pembuatan *Crude* Minyak Ikan

Sumber : Menegristek (2001)

b. Penelitian Pendahuluan Kedua

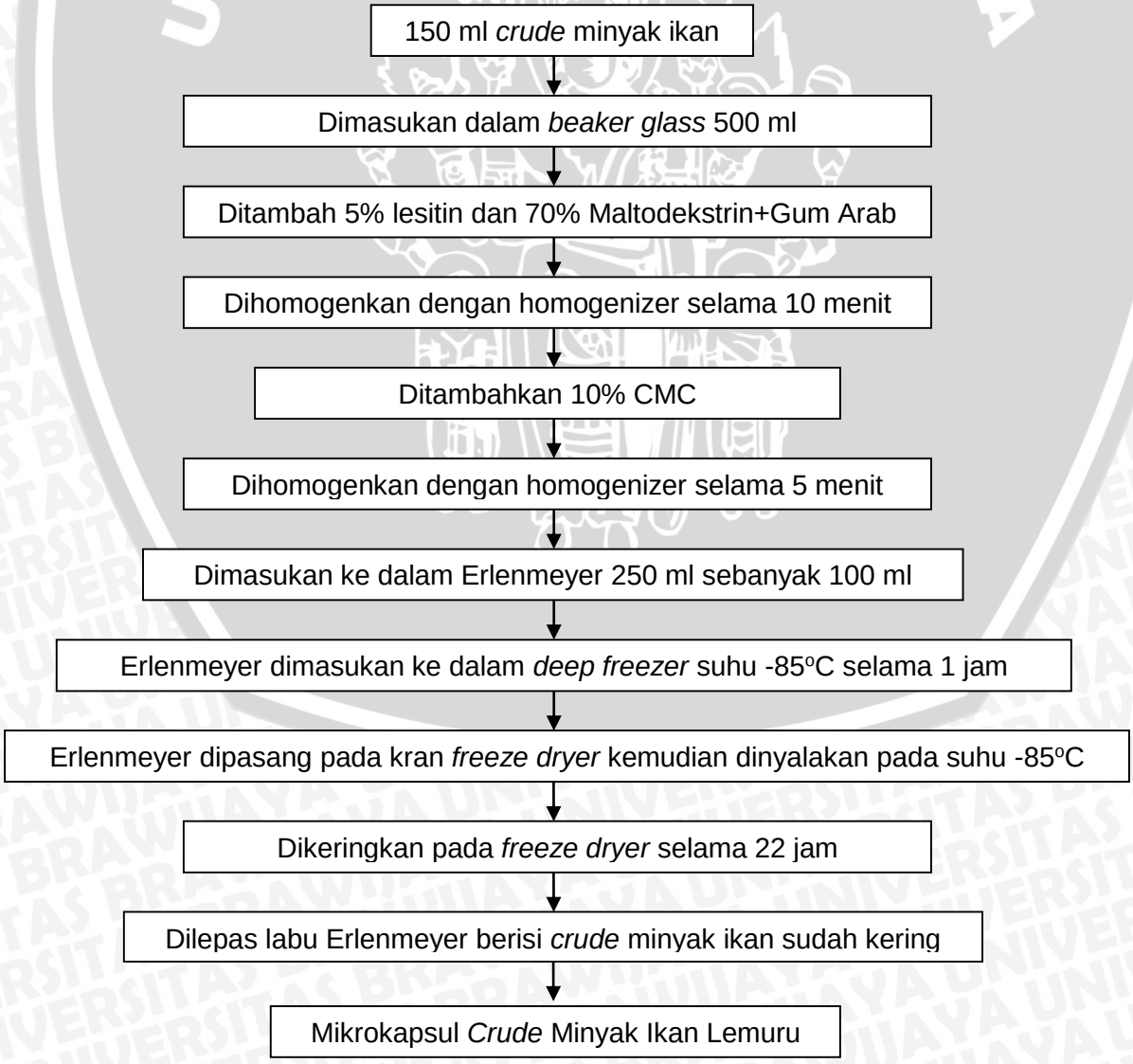
Penelitian pendahuluan kedua bertujuan untuk mencoba pembuatan mikrokapsul *crude* minyak ikan dengan rasio bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab yang berbeda. Mikroenkapsulasi minyak ikan dilakukan dengan

menggunankan *freeze dryer*. Adapun formulasi dan perlakuan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Minyak Ikan (ml)	Maltodekstrin : Gum Arab 70% (105 g)	Lesitin 5% (g)	CMC 10% (g)
MD1	150	25:75 (26,25:78,75)	7,5	15
MD2	150	50:50 (52,5:52,5)	7,5	15
MD3	150	75:25 (78,75:26,25)	7,5	15

Sampel minyak ikan yang telah menjadi serbuk enkapsulan kemudian di analisis kadar lemak, kadar air, TBA *(Tiobarbituric Acid)*, bilangan peroksida dan dihitung nilai rendemen. Prosedur mikroenkapsulasi *crude* minyak ikan lemuru dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Proses Mikroenkapsulasi Minyak Ikan

3.3.2 Penelitian Utama

3.3.2.1 Mikroenkapsulasi *Crude* Minyak Ikan

Mikroenkapsulasi *crude* minyak ikan hasil yang terbaik dari penelitian pendahuluan tahap II digunakan sebagai dasar penelitian utama. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rasio maltodekstrin dan gum arab optimum yang ditambahkan pada mikroenkapsulasi *crude* minyak ikan sehingga menghasilkan mutu terbaik. Pada penelitian pendahuluan didapat hasil sebagaimana yang tersaji pada Tabel 2 :

Tabel 2. Hasil Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Rendemen Mikrokapsul (%)	Kadar air (%)	Kadar lemak (%)	TBA (mgMDA/kg)	Bilangan Peroksida (meq/kg)
Minyak Ikan	-	-	-	1,74±0,09	0,99±0,13
MD1	48,554	8,649	3,975	0,309±0,03	3,028±0,01
MD2	48,583	7,325	5,967	0,247±0,04	2,083±0,04
MD3	52,663	7,71	10,474	0,232±0,02	2,652±0,03

Keterangan :
MD1 = Maltodekstrin : gum arab 70% (25:75)
MD2 = Maltodekstrin : gum arab 70% (50:50)
MD3 = Maltodekstrin : gum arab 70% (75:25)

Berdasarkan data Tabel 1 hasil analisis dari bahan baku yaitu *crude* minya ikan mengandung kadar lemak sebesar , bilangan TBA 1,74 mgMDA/kg dan bilangan peroksida sebesar 0,99 meq/kg. Sedangkan perlakuan yang digunakan sebagai dasar penelitian utama adalah perlakuan MD3 dengan maltodekstrin : gum arab 70% (75:25) karena merupakan hasil terbaik dengan kadar lemak mikrokapsul yang tertinggi. Parameter uji yang dilakukan pada penelitian utama adalah kadar lemak, kadar air, bilangan peroksida, bilanganan TBA, rendemen, organoleptik warna dan aroma serta profil asam lemak dari mikrokapsul hasil terbaik.

Penelitian utama bertujuan untuk mendapatkan perlakuan terbaik dalam pembuatan mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dengan rasio bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab yang berbeda. Mikroenkapsulasi minyak ikan dilakukan dengan menggunakan *freeze dryer*. Adapun formulasi dan perlakuan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Formulasi Perlakuan Penelitian Utama Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

Perlakuan	Minyak Ikan (ml)	Maltodekstrin : Gum Arab 70% (35 g)	Lesitin 5% (g)	CMC 10% (g)
A	50	55:45 (19,25:15,75)	2,5	5
B	50	65:35 (22,75:12,25)	2,5	5
C	50	75:25 (26,25:8,75)	2,5	5
D	50	85:15 (29,75:5,25)	2,5	5
E	50	95:5 (33,25:1,75)	2,5	5

3.4 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian utama ialah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan lima perlakuan dan empat kali ulangan. Model matematik Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah :

$$Yij = \mu + \tau I + \sum I j$$

$$I = 1,2,3,\ldots i$$

$$J = 1,2,3\ldots j$$

Keterangan :

Yij = respon atau nilai pengamatan pada perlakuan ke-i ulangan k ke-j

μ = nilai tengan umum

τ I = pengaruh perlakuan ke-i

∑ ij = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

t = perlakuan

r = ulangan

Adapun model rancangan percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Model Rancangan Percobaan pada Penelitian Utama

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata
	1	2	3	4		
A	A1	A2	A3	A4	AT	AR
B	B1	B2	B3	B4	BT	BR
C	C1	C2	C3	C4	CT	CR
D	D1	D2	D3	D4	DT	DR
E	E1	E2	E3	E4	ET	ER

Langkah selanjutnya ialah membandingkan antara F hitung dengan F tabel :

- Jika F hitung < F tabel 5 %, maka perlakuan tidak berbeda nyata.
- Jika F hitung > F tabel 1 %, maka perlakuan menyebabkan hasil sangat bebeda nyata.
- Jika F tabel 5 % < F hitung < F tabel 1 %, maka perlakuan menyebabkan hasil berbeda nyata.

Apabila dari hasil perhitungan didapatkan perbedaan yang nyata (F hitung > F tabel 5 %) maka dilanjutkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk menentukan yang terbaik.

3.5 Parameter Uji

Parameter uji yang digunakan pada penelitian inti mikroenkapsulasi *crude* minyak ikan lemuru adalah kadar lemak, kadar air, bilangan peroksida, TBA dan profil asam lemak.

a. Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida adalah nilai yang terpenting untuk menentukan tingkat ketengikan pada minyak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Peroksida ini dapat ditentukan dengan metode iodometri (Pasaribu *et al.,* 2011).

Proses kerusakan minyak dapat terjadi karena pemanasan yang mengakibatkan perubahan susunan kimiawi karena terurainya trigliserida menjadi gliserol dan asam-asam lemak. Kerusakan minyak yang utama adalah timbulnya bau dan rasa tengik yang disebut proses ketengikan. Peroksida merupakan hasil antara yang biasanya dipakai sebagai ukuran tingkat ketengikan. Ketengikan oksidatif merupakan reaksi autokatalitik dimana laju reaksi meningkat sejalan dengan meningkatnya waktu penyimpanan (Riyanti *et al.,* 2011). Adapun prosedur pengujian bilangan peroksida dapat dilihat pada Lampiran 1.

b. Bilangan TBA

Bilangan TBA merupakan salah satu parameter untuk menentukan ketengikan thiobarbiturat dengan malonaldehida yang merupakan hasil dekomposisi peroksida. Senyawa malonaldehida sangat menentukan kerusakan minyak, semakin besar kadar malonaldehida dalam minyak maka semakin tinggi nilai TBA. Jika TBA tinggi, maka kualitas minyak semakin turun atau semakin tinggi kadar ketengikanya (Praditasari, 2014).

Mutu pada minyak akan semakin turun,hal ini disebabkan lemak yang tengik mengandung aldehid dan kebanyakan sebagai malonaldehid. Malonaldehid yang direaksikan dengan TBA akan terbentuk kromogen MDA TBA yang berwarna merah. Intensitas warna merah sesuai dengan jumlah malonaldehid yang terkandung dalam minyak. Semakin besar jumlah malonaldehid maka warna yang terbentuk akan semakin merah. Intensitas warna merah inilah yang diserap oleh alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 528 nm, yang akan menentukan kadar TBA atau menunjukkan derajat ketengikan dalam minyak (Paramitha, 2012). Adapun prosedur pengujian bilangan TBA dapat dilihat pada Lampiran 2.

c. Kadar Lemak (Sudarmadji *et al*., 2007)

Pengukuran kadar lemak total dilakukan dengan metode *Goldfisch*. Bahan dihaluskan dan ditimbang sebanyak 2 gram. Kemudian dimasukkan dalam kertas saring dan dimasukkan dalam timbel, yaitu pembungkus bahan yang terbuat alumina yang *porous*. Dipasang bahan dan timbel pada *sample tube*, yaitu gelas penyangga yang bagian wadahnya terbuka, tepat dibawah kondensor alat distilasi *Goldfisch*. Dimasukkan *petroleum-ether* (maksimal 75 mililiter) dalam gelas piala khusus yang diketahui beratnya. Dilakukan ekstraksi selama 3-4 jam. Ekstrak lemak dikeringkan dalam oven dan ditimbang berat minyak dalam bahan. Prosedur analisis kadar lemak dapat dilihat pada Lampiran 3.

$$\%\ \text{Kadar lemak} = \frac{(\text{berat awal sampel} + \text{berat kertas saring}) - \text{berat akhir}}{\text{berat awal sampel}}$$

d. Kadar Air (Sudarmadji *et al.*, 2007)

Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa bahan makanan. Kandungan dalam bahan pangan menentukan acceptability, kesegaran dan daya

tahan bahan terhadap serangan mikroba (Winarno, 2004). Menurut Sudarmadji *et al.* (2007), prinsip penentuan kadar air dengan metode Thermogravimetri adalah menguapkan air yang ada dalam bahan pangan dengan jalan pemanasan kemudian menimbang bahan sampai berat konstan yang berarti semua air sudah diuapkan. Prosedur pengujian kadar air dengan metode Thermogravimetri dapat dilihat pada Lampiran 4.

e. Uji Organoleptik Warna dan Aroma

Uji organoleptik warna dan aroma mikrokapsul *crude* minyak ikan dilakukan dengan uji hedonik dan uji skoring. Uji organoleptik merupakan uji yang dilakukan oleh panelis dengan menggunakan panca indra. Panelis yang melakukan uji ini merupakan panelis semi terlatih sebanyak 15 orang. Uji organoleptik hedonik ini menggunakan 7 skala (1= sangat tidak suka; 7 = amat sangat suka). Sedangkan uji skoring juga menggunakan 7 skala, aroma (1 = sangat amis; 7 = amat sangat tidak amis) dan warna (1 = sangat tidak cerah; 7 = amat sangat cerah). *Scoresheet* uji hedonik dapat dilihat pada Lampiran 5 dan *scoresheet* uji skoring pada Lampiran 6.

f. Profil Asam Lemak (GC-MS)

Profil asam lemak dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui jumlah dan kualitas ekstrak minyak yang didapatkan. Analisis profil juga bertujuan untuk mengetahui jenis dan kuantitas asam lemak yang terkandung dalam ekstrak minyak ikan. Analisis profil dilakukan dengan menggunakan GCMS. Pada instrumen GC-MS, terdapat dua blok utama yaitu kromatografi gas dan spektrometri massa. Kromatografi gas memisahkan asam lemak yang terdapat pada sampel minyak ikan. Pemisahan ini berdasarkan kemampuan masing-masing asam lemak dalam fase gerak berinteraksi dengan fase diam pada kolom

kromatografi. Pemisahan ini ditunjukkan dengan adanya *retention time* (waktu retensi) yang berbeda dari setiap asam lemak. *Retention time* ini ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak pada kromatogram. Luas puncak pada kromatogram ini setara dengan konsentrasi atau kadar asam lemak yang terdapat pada sampel. Asam lemak yang dianalisis sebelumnya diubah dalam bentuk ester supaya asam lemak tersebut mempunyai titik didih yang rendah (Andinata, 2013).

Profil asam lemak yang diuji yaitu dari perlakuan terbaik pada mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru. Untuk uji profil asam lemak dilakukan di Lacoratorium Biologi Fakultas MIPA, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

g. Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik pada penelitian ini didasarkan dari bilanga peroksida, bilangan TBA dan kadar air yang rendah serta kadar lemak dan rendemen yang tertinggi. Tujuan dari pembuatan mikrokapsul minyak ikan ini yaitu untuk meningkatkan kualitas dan melindungi minyak ikan. Karena minyak ikan sangat rentan mengalami oksidasi, jadi parameter utama dari penelitian ini yaitu bilangan peroksida dan bilangan TBA. Kedua parameter tersebut yang menunjukkan tingkat oksidasi yang terjadi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini meliputi analisis kimia (bilangan peroksida, bilangan TBA, kadar lemak, kadar air, %rendemen dan profil asam lemak *crude* minyak ikan lemuru) serta analisis organoleptik (hedonik serta skoring warna dan aroma). Adapun hasil analisis parameter uji kima dari mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dengan bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 5. Hasil Analisis Parameter Kimia

Perlakuan	Bilangan Peroksida (meq/kg)	Bilangan TBA (mgMDA/kg)	Kadar Lemak (%)	Kadar Air (%)	Rendemen (%)
A (55:45)	3,762	0,568	6,776	10,287	39,091
B (65:35)	3,092	0,531	7,356	10,025	42,759
C (75:25)	2,608	0,347	7,845	9,67	43,089
D (85:15)	2,339	0,324	8,737	9,081	45,678
E (95:5)	2,16	0,276	10,393	8,886	47,679
Standar	3-20(*)	3(**)	-	10(***)	-

(*) Aditia *et al.* (2014)
(**) Triwarsita *et al*. (2013)
(***) BPOM syarat mutu obat tradisional

Sedangkan hasil analisis dari parameter fisika uji organoleptik hedonik dan skoring dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Hasil Analisis Parameter Fisika Uji Hedonik

Perlakuan	Aroma	Warna
A (55:45)	3,883	4,483
B (65:35)	4,083	4,517
C (75:25)	4,266	4,767
D (85:15)	4,316	4,867
E (95:5)	4,35	5

Tabel 7. Hasil Analisis Parameter Fisika Uji Skoring

Perlakuan	Aroma	Warna
A (55:45)	3,717	4,233
B (65:35)	3,75	4,45
C (75:25)	4,233	4,65
D (85:15)	4,7	4,933
E (95:5)	5,2	5,267

4.1 Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida dapat digunakan untuk menentukan tingkat kerusakan lemak pada bahan pangan berlemak. Semakin tinggi bilangan peroksida maka semakin tinggi tingkat kerusakan lemak tersebut. Bilangan peroksida dapat mempengaruhi daya simpan suatu produk, dimana bilangan peroksida yang tinggi maka produk tersebut tidak tahan disimpan lama sebaliknya jika bilangan peroksida rendah maka daya simpan akan lebih lama (Montesqrit dan Ovianti, 2013).

Bilangan peroksida merupakan ukuran untuk menentukan terjadinya oksidasi pada suatu bahan pangan yang akan mengalami ketengikan. Peroksida merupakan suatu tanda adanya pemecahan atau kerusakan pada minyak karena terjadi oksidasi (kontak dengan udara) yang menyebabkan bau tengik pada minyak. Ukuran dari ketengikan dapat diketahui dengan menentukan bilangan peroksida. Semakin tinggi bilangan peroksida maka semakin tinggi pula tingkat ketengikan suatu minyak (Wildan, 2012).

Oksidasi dapat menurunkan kualitas gizi lemak dan menimbulkan rasa dan aroma yang tidak diinginkan seiring terbentuknya senyawa peroksida. Struktur dari asam lemak memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap kerentanan oksidasi. Asam lemak tak jenuh memiliki kerentanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemak tak jenuh. Semakin banyak ikatan rangkap

yang dimiliki maka semakin tinggi pula kerentananya. Telah dilaporkan bahwa senyawa volatile yang dihasilkan dari oksidasi memiliki flavor yang sangat tidak disukai. Senyawa tersebut tidak hanya membuat produk tidak dapat diterima karena atribut sensory saja tapi beberapa senyawa hasil oksidasi juga mempunyai efek negative bagi kesehatan sehingga dapat memicu terjadinya keracunan bahan pangan (Novia, 2009).

Analisis bilangan peroksida bertujuan untuk melihat berapa besar kandungan peroksida pada mikrokapsul minyak ikan. Semakin kecil bilangan peroksida maka menunjukkan semakin kecil pula tingkat kerusakan yang terjadi. Peroksida merupakan produk oksidasi primer yang terbentuk ketika pada tahap reaksi oksidasi inisiasi. Pada penelitian ini uji bilangan peroksida dilakukan pada sampel mikrokapsul minyak ikan dengan perlakuan ratio bahan penyalut (maltodekstrin: gum arab) yang berbeda. Emulsi mikrokapsul dikeringkan dengan bantuan alat *freeze dryer* untuk mendapatkan mikrokapsul kering.

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit > Ftabel, dimana artinya perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin: gum arab) memberikan pengaruh yang berbeda nyata, secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 7. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf % untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan. Adapun hasil notasi uji BNT dan grafik korelasi ratio bahan penyalut disajikan pada Tabel 8.

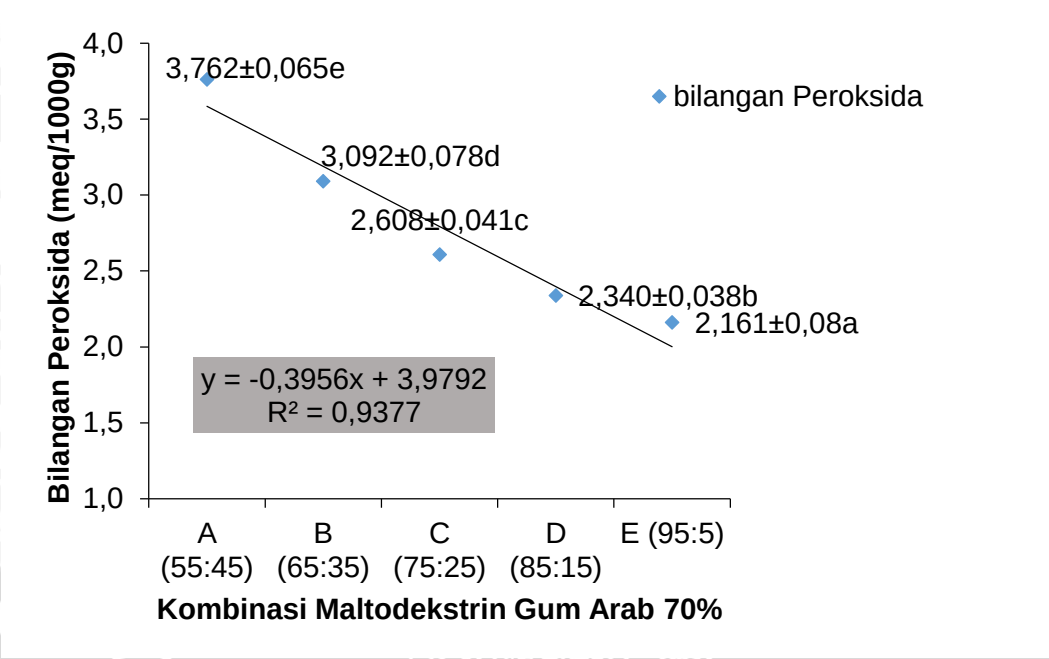
Tabel 8. Hasil Analisis Bilangan Peroksida Mikrokapsul *Crude Minyak* Ikan Lemuru

Perlakuan	Rata-Rata (meq/kg)	Notasi
A (55:45)	3,762±0,06	e
B (65:35)	3,092±0,08	d
C (75:25)	2,608±0,04	c
D (85:15)	2,34±0,04	b
E (95:5)	2,161±0,08	a

Keterangan:
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata.
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Berdasarkan Tabel di atas diketahui bahwa bilangan peroksida mikrokapsul crude minyak ikan lemuru tertinggi dimiliki oleh perlakuan A kombinasi maltodekstrin dan gum arab (55:45) sedangkan yang terendah pada perlakuan perlakuan E kombinasi maltodekstrin dan gum arab (95:5). Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) diketahui bahwa perlakuan A berbeda nyata terhadap perlakuan B, C, D dan E. Perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan A, C, D, dan E. Perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, B, D, dan E. Perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C dan E. Sedangkan perlakuan E berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C, dan D.

Adapun grafik korelasi yang menunjukkan hubungan pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin : gum arab) dengan bilangan peroksida mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik korelasi rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) dengan Bilangan Peroksida

Persamaan Y diatas mengartikan bahwa Y fungsi X. Artinya bila Y adalah bilangan peroksida dan fungsi x adalah perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab, maka bilangan peroksida bergantung pada rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab. Nilai -0,3956x menunjukkan korelasi negatif, artinya semakin tinggi rasio maltodekstrin yang ditambahkan maka bilangan peroksida pada sampel semakin turun. Nilai R square pada persamaan tersebut adalah 0,9377, dimana artinya 93,77% perubahan bilangan peroksida dipengaruhi oleh rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab.

Reaksi oksidasi oleh oksigen terhadap asam lemak tak jenuh menyebabkan terbentuknya peroksida yang dapat menimbulkan perubahan organoleptik yang tidak diharapkan seperti perubahan bau dan rasa. Oksidasi

terjadi pada ikatan tidak jenuh dalam asam lemak. Oksidasi dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida dikarenakan adanya pengikatan oksigen pada ikatan rangkap asam lemak tak jenuh. Oksidasi lemak biasanya terjadi melalui proses pembentukan radikal bebas, kemudian radikal ini bersama O_2 membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hiperperoksida yang bersifat sangat tidak stabil dan mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek (Hasanah, 2012). Ditambahkan oleh Swastawati *et al*. (2010), tingkat oksidasi lemak meningkat secara signifikan pada peningkatan suhu dan tergantung pada jumlah dan jenis oksigen yang ada. Produk oksidatif primer dapat dilihat pada angka peroksida, sedangkan produk oksidatif sekunder dapat dilihat pada jumlah malonaldehid yang merupakan indikator tingkat kerusakan oksidatif.

Menurut uraian di atas dapat disimpulkan bahwa perlakuan E merupakan perlakuan terbaik karena menghasilkan bilangan peroksida yang paling rendah sebesar 2,1608meq/kg dengan rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab sebesar 95:5. Seiring dengan kenaikan rasio penambahan maltodekstrin pada penelitian ini, bilangan peroksida yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini diduga karena pada rasio penambahan maltodekstrin yang lebih tinggi akan menghasilkan emulsi mikrokapsul yang tinggi dan menghasilkan dinding miktokapsul lebih kuat. Dinding mikrokapsul yang kuat memiliki kemampuan lebih tinggi untuk melindungi minyak ikan sebagai bahan inti mikrokapsul dari proses oksidasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Supriyadi dan Rujita (2013), maltodekstrin mempunyai kemampuan yang baik dalam menghambat reaksi oksidasi minyak atsiri sehingga mikrokapsul yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.

4.2 Bilangan TBA (*Thiobarbituric Acid*)

Bilangan TBA merupakan salah satu parameter untuk menentukan ketengikan thiobarbiturat dengan malonaldehida yang merupakan hasil dekomposisi peroksida. Lemak yang tengik mengandung aldehid dan kebanyakan sebagai malonaldehid. Banyaknya malonaldehid dapat ditentukan dengan jalan didestilasi lebih dahulu. Malonaldehid kemudian direaksikan dengan asam thiobarbiturat sehingga terbentuk kompleks berwarna merah. Tingginya nilai TBA, menyebabkan minyak semakin tengik (Muallifah, 2009).

TBA merupakan salah satu uji yang digunakan untuk menilai oksidasi lemak. TBA dinyatakan sbegai milligram malonaldehide (MA) equivalents per kilogram sampel atau sebagai mikromol MA equivalent per gram sampel. MA merupakan produk minor oksidasi PUFA yang jika beraksi dengan reagen TBA akan membentuk kompleks warna pink yang diukur nilai absorbansinya dengan sepektrofotometer pada panjang gelombang 530-532 nm (Klaypradit, 2006).

Bilangan TBA dipakai untuk menentukan adanya ketengikan. Lemak yang tengik akan bereaksi dengan asam tiobarbiturat menghasilkan warna merah. Intensitas warna menunjukkan tingkat ketengikan. Semakin besar bilangan TBA maka menunjukkan semakin besar pula ketengikan yang terjadi. Bilangan TBA bertujuan untuk melihat berapa besar kandungan malonaldehide pada mikrokapsul minyak ikan. Semakin besar bilangan malonaldehide maka menunjukkan semakin besar pula tingkat ketengikan yang terjadi. Malonaldehide merupakan produk oksidasi sekunder yang terbentuk ketika pada tahap reaksi oksidasi propagasi. Hasil analisis bilangan TBA mikrokapsul crude minyak ikan

lemuru dengan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 8.

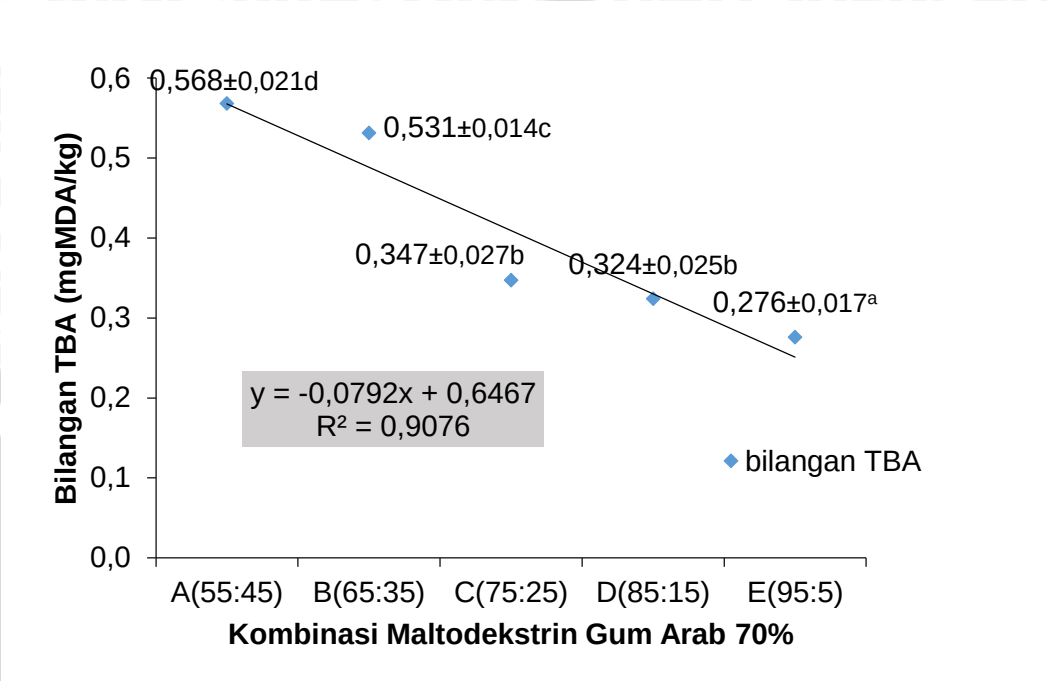
Tabel 9. Hasil Analisis Bilangan TBA Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

Perlakuan	Rata-Rata (mgMDA/kg)	Notasi
A (55:45)	0,568±0,005[cd]	d
B (65:35)	0,531±0,002[c]	c
C (75:25)	0,347±0,001[ab]	b
D (85:15)	0,324±0,003[a]	b
E (95:5)	0,276±0,002[a]	a

Keterangan:
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata.
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Berdasarkan Tabel di atas diketahui bahwa bilangan TBA mikrokapsul crude minyak ikan lemuru tertinggi dimiliki oleh perlakuan A kombinasi maltodekstrin dan gum arab (55:45), yang terendah dimiliki oleh perlakuan perlakuan E kombinasi maltodekstrin dan gum arab (95:5). Hasil uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit > Ftabel, dimana artinya perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin: gum arab) memberikan pengaruh yang berbeda nyata, secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 8. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf % untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan. Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) diketahui bahwa perlakuan A berbeda nyata terhadap perlakuan B, C, D dan E. Perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan A, C, D dan E. Perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, B dan E tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan D. Perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan A, B dan E tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan C. Sedangkan perlakuan E berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C dan D.

Adapun grafik korelasi yang menunjukkan hubungan pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) dengan bilangan TBA mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik korelasi rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) dengan Bilangan TBA

Persamaan Y diatas mengartikan bahwa Y fungsi X. Artinya bila Y adalah bilangan TBA dan fungsi x adalah perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab, maka nilai bilangan TBA bergantung pada rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab. Nilai -0,0792x menunjukkan korelasi negatif, artinya semakin tinggi rasio dekstrin yang ditambahkan maka bilangan TBA pada sampel akan turun. Nilai R square pada persamaan tersebut adalah 0,9076, dimana artinya 90,76% perubahan bilangan TBA dipengaruhi oleh rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab.

Bilangan TBA merupakan salah satu parameter untuk menentukan tingkat ketengikan thiobarbiturat dengan malonaldehida yang merupakan hasil dekomposisi peroksida. Senyawa malonaldehida sangat menentukan kerusakan minyak, semakin besar kadar malonaldehid dalam minyak, maka semakin tinggi nilai TBA. Jika nilai TBA tinggi, maka kualitas minyak semakin turun atau semakin tinggi kadar ketengikannya (Paramitha, 2012).

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa perlakuan E merupakan perlakuan terbaik karena menghasilkan bilangan TBA yang paling rendah sebesar 0,2759mgMDA/kg dengan rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab sebesar 95:5. Seiring dengan kenaikan rasio penambahan maltodekstrin pada penelitian ini, bilangan TBA yang dihasilkan semakin rendah. Diduga karena pada rasio penambahan maltodekstrin yang lebih tinggi akan menghasilkan emulsi mikrokapsul yang tinggi pula, yang akan menghasilkan dinding mikrokapsul yang lebih kuat setelah mengalami pengeringan. Dinding mikrokapsul yang kuat memiliki kemampuan lebih tinggi untuk melindungi bahan inti mikrokapsul yaitu minyak ikan dari proses oksidasi sehingga dapat menghambat ketengikan dan pembentukan TBA dapat dihambat. Sesuai pernyataan dari Silitonga dan Sitorus (2014), maltodekstrin dapat digunakan dalam proses enkapsulasi, untuk melindungi senyawa volatile, dan untuk melindungi senyawa yang peka terhadap oksidasi atau panas.

Bilangan TBA yang didapatkan pada penelitian ini berbanding lurus dengan bilangan peroksida. Hal itu terjadi karena bilangan TBA yang menunjukkan banyaknya senyawa malonaldehide terbentuk dari penguraian senyawa peroksida yang terbentuk pada proses sebelumnya. Sehingga, ketika bilangan peroksida suatu bahan rendah maka bilangan TBA bahan tersebut juga kecil. Menurut SNI

01-2352-1991 yang disitasi oleh Triwarsita *et al.* (2013), produk dengan kandungan lemak tinggi seperti ikan dikatakan baik apabila memiliki nilai TBA kurang dari 3 mg malonaldehid/kg sampel. Berdasarkan sumber tersebut dapat dikatakan bahwa semua sampel mikrokapsul crude minyak ikan lemuru masih berada pada batas aman.

4.3 Kadar Lemak

Kadar lemak dan minyak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Selain itu, lemak dan minyak juga merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Satu gram minyak atau lemak dapat menghasilkan 9 kkal, sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal/gram. Minyak atau lemak, khususnya minyak nabati, mengandung asam - asam lemak essensial seperti asam linolenat, linoleat, dan arakidonat yang dapat mencegah penyempitan pembuluh darah akibat penumpukan kolestrol. Minyak dan lemak juga berfungsi sebagai sumber dan pelarut bagi vitamin - vitamin A, D, E, dan K (Winarno (2004).

Lemak adalah sekelompok ikatan organik yang terdiri dari unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) yang mempunyai sifat dapat larut dalam zat-zat pelarut tertentu (zat pelarut lemak) seperti petroleum benzene, ether. Lemak yang mempunyai titik lebur tinggi bersifat padat pada suhu kamar, sedangkan yang mempunyai titik lebur rendah bersifat cair. Lemak yang padat pada suhu kamar disebut lemak atau gaji, sedangkan yang cair pada suhu kamar disebut minyak (Sediaoetama, 2006).

Pengukuran kadar lemak bertujuan untuk melihat seberapa besar minyak ikan lemuru yang dapat terperangkap pada dinding mikrokapsul minyak ikan.

Semakin tinggi kadar lemak maka menujukkan semakin baik kualitas darin mikrokapsul tersebut. Hasil analisis kadar lemak mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dengan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Analisis Kadar Lemak Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

Perlakuan	Rata-Rata (%)	Notasi
A (55:45)	6,776±0,072	e
B (65:35)	7,356±0,095	d
C (75:25)	7,845±0,059	c
D (85:15)	8,737±0,061	b
E (95:5)	10,393±0,042	a

Keterangan:
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata.
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata.

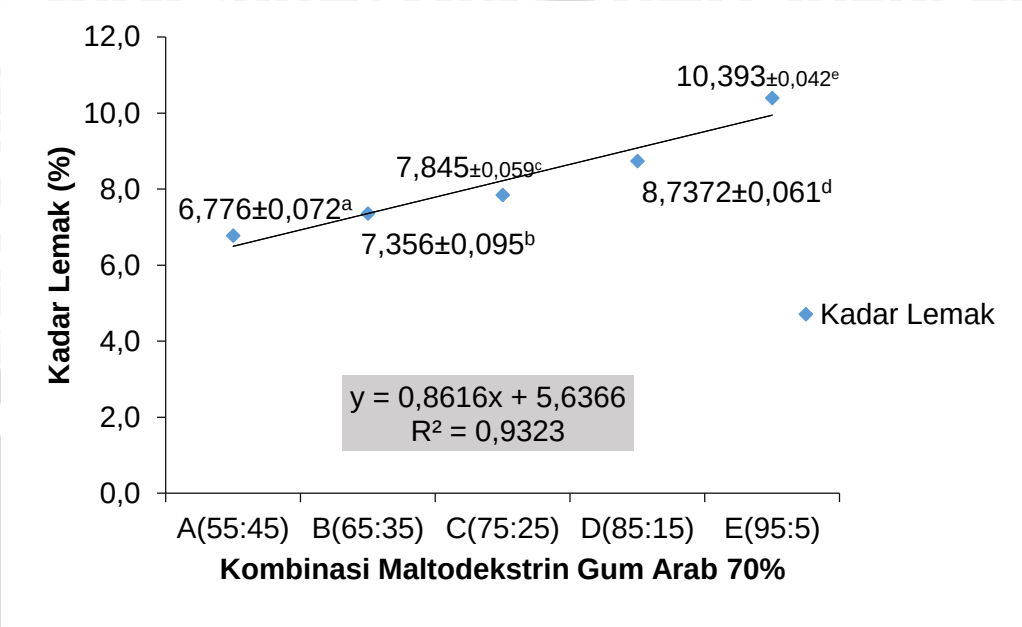
Berdasarkan Tabel di atas diketahui bahwa kadar lemak mikrokapsul crude minyak ikan lemuru tertinggi dimiliki oleh perlakuan E dengan kombinasi maltodekstrin dan gum arab (95:5) dan terendah dimiliki oleh perlakuan perlakuan A (55:45). Semakin tinggi rasio penambahan maltodekstrin dalam kombinasi bahan penyalut akan meningkatkan kadar lemak pada mikrokapsul minyak ikan.

Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) dari analisis kadar lemak menunjukkan bahwa perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar lemak mikrokapsul, secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 9. Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) diketahui bahwa perlakuan A berbeda nyata terhadap perlakuan B, C, D dan E. Perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan A, C, D, dan E. Perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, B, D, dan E. Perlakuan D

berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C dan E. Sedangkan perlakuan E berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C, dan D.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Adapun grafik korelasi yang menunjukkan hubungan pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) dengan kadar lemak mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik korelasi rasio Kombinasi Bahan Penyalut (Maltodekstrin dan Gum Arab) dengan Kadar Lemak

Persamaan Y diatas mengartikan bahwa Y fungsi X. Artinya bila Y adalah kadar lemak dan fungsi x adalah perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab, maka nilai kadar lemak sampel bergantung pada rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab. Nilai 0,8616x menunjukkan korelasi positif, artinya semakin tinggi rasio maltodekstrin yang ditambahkan maka kadar lemak pada sampel juga akan meningkat. Nilai R square pada persamaan tersebut adalah 0,9323 dimana artinya 93,23% perubahan kadar lemak dipengaruhi oleh rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa perlakuan E merupakan perlakuan terbaik karena menghasilkan kadar lemak yang paling tinggi sebesar 10,39%. Perlakuan E memiliki rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin lebih besar dibanding dengan gum arab yaitu 95 : 5. Seiring dengan kenaikan penambahan rasio maltodekstrin maka kadar lemak yang dihasilkan juga semakin naik. Hal itu diduga karena maltodekstrin mengandung lemak sehingga dapat mempengaruhi banyaknya kandungan lemak pada mikrokapsul. Sesuai dengan pernyataan Budianta *et al.* (2000), maltodekstrin mempunyai "*mouthfeel*" yang serupa dengan minyak mentega dan digunakan sebagai pengganti lemak atau material yang menyediakan lemak pada formulasi makanan seperti margarin, keju, salad dressing, produk olahan susu dan makanan beku.

Minyak ikan yang berkualitas adalah minyak ikan yang kaya akan asam lemak yang bermanfaat bagi kesehatan. Omega-3 merupakan salah satu asam lemak tak jenuh yang esensial bagi tubuh dan dibutuhkan terutama bagi penderita kolesterol tinggi. EPA dan DHA merupakan jenis omega-3 yang paling dominan pada minyak ikan. EPA dan DHA ini tidak diproduksi oleh ikan, melainkan oleh tumbuhan laut seperti alga. Kandungan EPA dan DHA dalam ikan disebabkan karena ikan tersebut mengkonsumsi alga yang mengandung kedua asam lemak tersebut. Oleh karena itu, tidak heran jika jenis ikan herbivora seperti ikan lemuru, ikan teri akan memiliki kandungan EPA dan DHA yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan karnivora seperti ikan hiu, ikan tuna, dan layaran (Maulana *et al.*, 2014).

4.4 Kadar Air

Kadar air dalam bahan pangan dapat berupa air bebas yang terdapat dalam ruang antar sel, air terikat lemah karena terserap pada permukaan koloid makro molekul seperti pektin pati, protein dan selulosa, air terikat kuat yang membentuk hidrat. Kadar air dalam bahan makanan dapat ditentukan dengan berbagai cara antara lain metode pengeringan atau thermogravimetri, metode destilasi atau thermovolumetri, metode khemis, metode fisis, dan metode khusus misalnya dengan kromatografi (Sudarmadji *et al.*, 2007).

Analisis kadar air bertujuan untuk menentukan kandungan air yang terdapat dalam mikrokapsul. Hasil uji kadar air pada mikrokapsul crude minyak ikan lemuru berkisar antara 8,51% sampai dengan 10,37%. Hasil analisis kadar air mikrokapsul dengan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Analisis Kadar Air Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

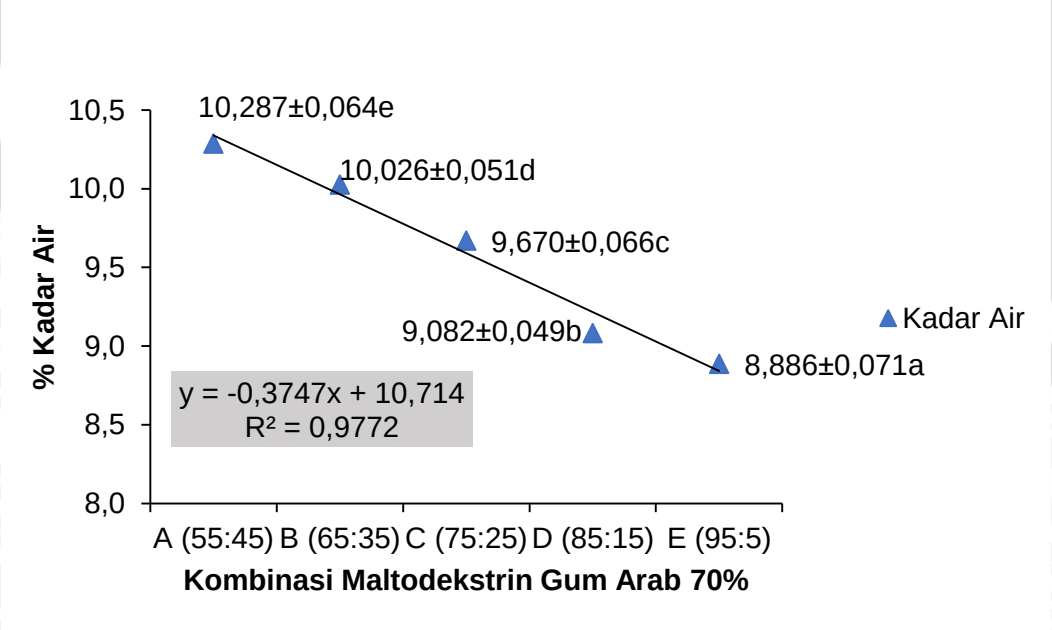
Perlakuan	Rata-Rata (%)	Notasi
A (55:45)	10,287±0,06	a
B (65:35)	10,025±0,05	b
C (75:25)	9,67±0,06	c
D (85:15)	9,082±0,05	d
E (95:5)	8,886±0,07	e

Keterangan:
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata.
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Berdasarkan Tabel di atas diketahui bahwa kadar air mikrokapsul crude minyak ikan lemuru tertinggi dimiliki oleh perlakuan A kombinasi maltodekstrin dan gum arab (55:45) sebesar 10,287% dan terendah dimiliki oleh perlakuan perlakuan E maltodekstrin dan gum arab (95:5) sebesar 8,886%. Kadar air kontrol tanpa penambahan bahan penyalut mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan kelima perlakuan yaitu sebesar 15,419%.

Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) yang dapat dilihat secara lengkap pada Lampiran 10, pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit > Ftabel menunjukkan perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air mikrokapsul. Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) diketahui bahwa perlakuan A berbeda nyata terhadap perlakuan B, C, D dan E. Perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan A, C, D, dan E. Perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, B, D, dan E. Perlakuan D berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C dan E. Sedangkan perlakuan E berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C, dan D.

Adapun grafik korelasi yang menunjukkan hubungan pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) dengan kadar air mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Korelasi Rasio Kombinasi Bahan Penyalut (Maltodekstrin dan Gum Arab) dengan Kadar Air

Persamaan Y diatas mengartikan bahwa Y fungsi X. Artinya bila Y adalah presentase kadar air dan fungsi x adalah perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab, maka nilai bilangan peroksida bergantung pada rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab. Nilai -0,3747x menunjukkan korelasi negatif, artinya semakin tinggi rasio maltodekstrin yang ditambahkan maka kadar air pada sampel akan turun. Nilai R square pada persamaan tersebut adalah 0,977, dimana artinya 97,7% perubahan bilangan peroksida dipengaruhi oleh rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlakuan terbaik adalah perlakuan yang memiliki kadar air paling rendah yaitu perlakuan E dengan kadar air sebesar 8,886%. Apabila semakin rendah kadar air, maka semakin tinggi pula mutu dari mikrokapsul. Karena mikrokapsul bersifat higroskopis, jika kadar air rendah akan meningkatkan daya simpan dari mikrokapsul. Semakin tinggi rasio penambahan maltodekstrin dalam kombinasi bahan penyalut akan menurunkan kadar air mikrokapsul *crude* minyak ikan. Hal itu dikarenakan sifat maltodekstrin dapat mengikat air dalam bahan pangan. Sesuai dengan penelitian Srihari *et al*. (2010), bahwa semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan, maka semakin kecil kadar air yang terkandung dalam santan bubuk. Pada penelitian Budianta *et al.* (2000) menjelaskan bahwa penambahan maltodekstrin mampu meningkatkan pengikatan air dan dapat meningkatkan viskositas ari santan yang akan dikeringkan.

Menurut peraturan BPOM mengenai syarat mutu obat tradisional (2014), produk serbuk sediaan farmasi harus memiliki kadar air <10%. Berdasarkan aturan tersebut, hasil kadar air yang memenuhi syarat SNI yaitu perlakuan B, C, D dan E.

4.5 Rendemen

Rendemen adalah jumlah persentase sampai akhir setelah pemasakan dan dinyatakan dalam persen (bobot / bobot). Rendemen juga dapat diartikan persentase rasio antara prodak yang diperoleh terhadap bahan baku yang digunakan. Penggunaan bahan tambahan makanan merupakan salah satu alternatif yang dilakukan untuk meningkatkan rendemen yang diperoleh dalam pembuatan prodak (Yudihapsari, 2009). Perhitungan rendemen dapat dilakukan dengan rumus

$$\%\ \text{Rendemen}\ \frac{\text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}}\ \text{x}\ 100\%$$

Pada penelitian ini rendemen yang diukur adalah rendemen daging, rendemen minyak ikan dan rendemen mikrokapsul minyak ikan. Pada pembuatan minyak ikan dari ikan lemuru didapatkan rendemen daging sebesar 60%, rendemen minyak ikan sebesar 12,23%. Hasil analisis rendemen mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dengan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab)yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Analisis Rendemen Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

Perlakuan	Rata-Rata (%)	Notasi
A (55:45)	39,091±0,07	a
B (65:35)	42,76±0,06	b
C (75:25)	43,09±0,07	c
D (85:15)	45,695±0,06	d
E (95:5)	47,679±0,05	e

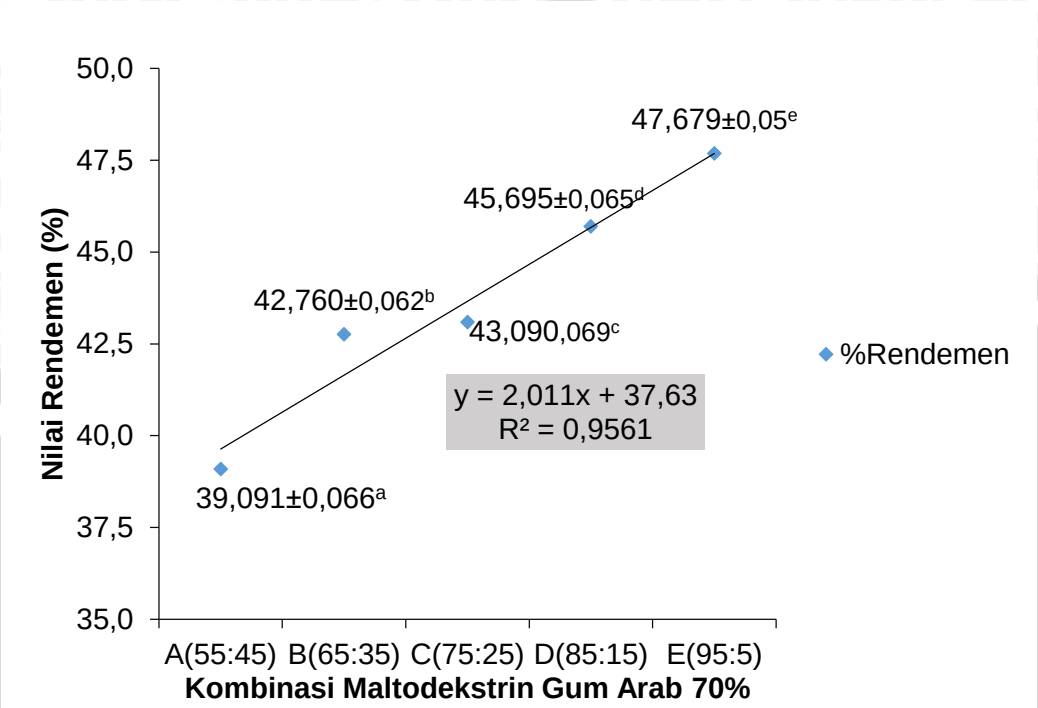
Keterangan:
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata.
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Berdasarkan Tabel di atas diketahui bahwa rata-rata %rendemen mikrokapsul crude minyak ikan lemuru tertinggi dimiliki oleh perlakuan E kombinasi

maltodekstrin dan gum arab (95:5) sebesar 47,679% dan terendah dimiliki oleh perlakuan perlakuan A (55:45) sebesar 39,091%. Semakin tinggi rasio penambahan maltodekstrin dalam kombinasi bahan penyalut akan meningkatkan rendemen mikrokapsul minyak ikan. Hal itu diduga karena maltodekstrin bersifat padat dan salah satu fungsi dari maltodekstrin yaitu sebagai penambah volume mikrokapsul. Sesuai dengan pernyataan Yuliawaty dan Susanto (2015), peningkatan total rendemen yang dihasilkan menunjukkan bahwa maltodekstrin dapat berfungsi sebagai penambah massa. Semakin banyak jumlah maltodekstrin yang ditambahkan maka rendemen produk akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan penggunaan maltodekstrin pada produk minuman instan berfungsi untuk memperbesar volume dan meningkatkan total padatan bahan, sehingga rendemen yang diperoleh semakin tinggi.

Hasil uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit > Ftabel, dimana artinya perlakuan ratio rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin: gum arab) memberikan pengaruh yang berbeda nyata, secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 11. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan. Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) diketahui bahwa perlakuan A berbeda nyata terhadap perlakuan B, C, D dan E. Perlakuan B berbeda nyata terhadap perlakuan A, C, D dan E. Perlakuan C berbeda nyata terhadap perlakuan A, B, D dan E. Perlakuan D berbeda nyata terhadap perlakuan A, B, C dan E. Perlakuan E berbeda nyata terhadap perlakuan A, B C dan D.

Adapun grafik korelasi yang menunjukkan hubungan pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) dengan kadar air mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik korelasi rasio Kombinasi Bahan Penyalut (Maltodekstrin dan Gum Arab) dengan Presentase Rendemen

Persamaan Y diatas mengartikan bahwa Y fungsi X. Artinya bila Y adalah %rendemen dan fungsi x adalah perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab, maka nilai bilangan peroksida bergantung pada rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab. Nilai 2,011x menunjukkan korelasi positif, artinya semakin tinggi rasio dekstrin yang ditambahkan maka rendemen mikrokapsul yang dihasilkan juga semakin meningkat. Nilai R square pada persamaan tersebut adalah 0,956 dimana artinya 95,6% perubahan bilangan peroksida dipengaruhi oleh rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlakuan terbaik adalah perlakuan yang memiliki rendemen paling tinggi yaitu perlakuan E dengan sebesar 47,679%. Hal ini sesuai dengan penelitian Rakasiwi *et al.* (2014), bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin akan semakin tinggi pula rendemen dan efisiensi yang dihasilkan.

4.6 Uji Organoleptik

Uji organoleptik yang dilakukan yaitu uji hedonik dan uji skoring. Uji organoleptik pada mikrokapsul crude minyak ikan lemuru meliputi warna dan aroma. Mikrokapsul Minyak Ikan dengan berbagai perlakuan dari rasio bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) yang berbeda diuji organoleptik untuk menentukan mutu dari mikrokapsul tersebut.

4.6.1 Uji Hedonik Aroma

Aroma pada mikrokapsul minyak ikan yang dihasilkan akan menentukan aroma dari suatu produk. Aroma dari suatu produk banyak menentukan daya terima dan daya tarik konsumen untuk mengkonsumsi produk tersebut. Hasil analisis aroma dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Analisis Hedonik Aroma Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

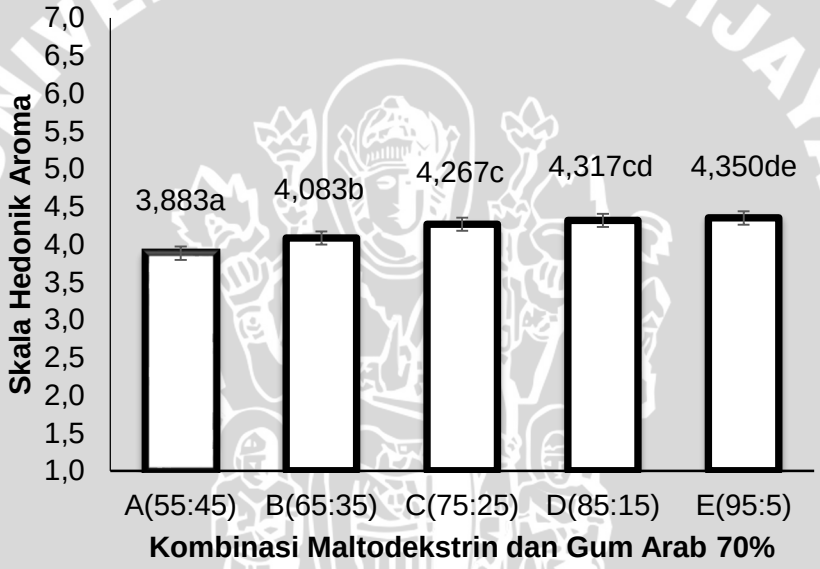
Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A (55:45)	3,883±0,148	a
B (65:35)	4,083±0,100	b
C (75:25)	4,267±0,196	c
D (85:15)	4,317±0,175	d
E (95:5)	4,35±0,084	e

Keterangan:
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata.

Hasil uji organoleptik terhadap aroma untuk mikrokapsul minyak ikan dengan formulasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab antara 3,8833 (agak

tidak suka) sampai 4,35 (agak suka). Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit > Ftabel, dimana artinya perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin: gum arab) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap aroma dari mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru.

Pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap aroma mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dapat dilihat dalam Gambar 13.



Gambar 13. Grafik pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap uji hedonik aroma mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru

Dari analisis di atas diperoleh bahwa perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) yang berbeda memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap aroma mikrokapsul crude minyak ikan lemuru sesuai pada Lampiran 13.

Aroma dari mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dipengaruhi dari bahan penyalut yang ditambahkan selama proses pengolahan. Mikrokapsul crude minyak

ikan lemuru dibuat dari penambahan maltodekstrin dan gum arab, semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan aroma yang dihasilkan semakin tidak menimbulkan bau amis minyak ikan. Hal ini diduga karena salah satu fungsi dari maltodekstrin yaitu melapisi komponen flavor dari bahan. Sesuai dengan penelitian Putra dan Ekawati (2012), semakin tingginya kadar maltodekstrin, aroma yang ditimbulkan semakin kuat, hal tersebut dikarenakan dengan adanya maltodekstrin maka serbuk kulit buah manggis terlapisi oleh lapisan maltodekstrin tersebut sehingga komponen flavor di dalamnya dapat terlapisi.

4.6.2 Uji Hedonik Warna

Warna adalah kriteria yang penting karena dapat mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk, selain itu warna juga merupakan unsur yang pertama kali dinilai oleh konsumen sebelum unsur lain seperti rasa, tekstur, aroma dan beberapa sifat fisik lainnya (Putra dan Ekawati, 2012).

Warna memiliki peranan penting dalam penerimaan bahan pangan karena warna dapat menjadi tolak ukur produk dapat diterima oleh konsumen. Hasil analisis warna dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Analisis Hedonik Warna Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

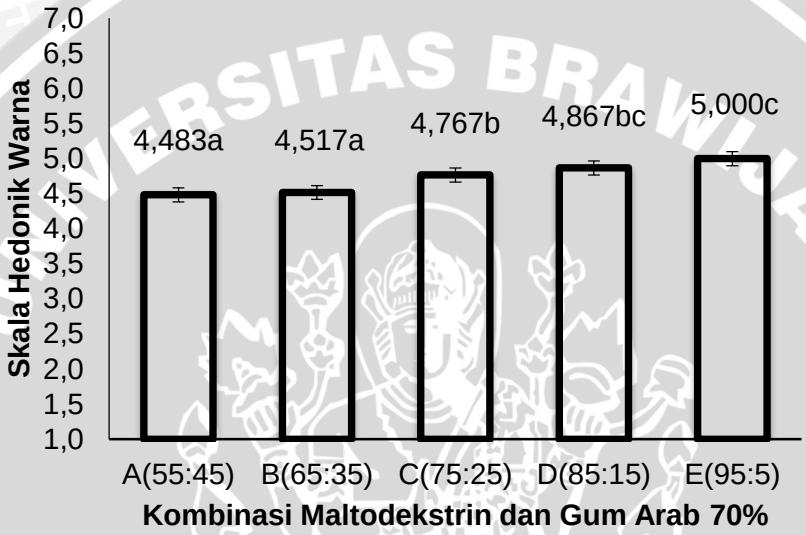
Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
A (55:45)	4,483±0,033	a
B (65:35)	4,517±0,100	a
C (75:25)	4,767±0,038	b
D (85:15)	4,867±0,109	bc
E (95:5)	5,000±0,189d	c

Keterangan:
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata.
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Hasil pengujian warna untuk mikrokapsul *crude* minyak ikan dengan formulasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab antara 4,4833 (agak suka) sampai 5 (suka). Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5%

(P 0,05) didapatkan hasil Fhit > Ftabel, dimana artinya perlakuan ratio rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin: gum arab) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap warna dari mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru.

Pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap warna mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dapat dilihat dalam Gambar 14.



Gambar 14. Grafik pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap uji hedonik warna mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru

Dari analisis di atas diperoleh bahwa perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) yang berbeda memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap warna mikrokapsul crude minyak ikan lemuru sesuai pada Lampiran 12.

Warna dari mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dipengaruhi dari bahan penyalut yang ditambahkan selama proses pengolahan. Mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dibuat dari penambahan maltodekstrin dan gum arab, semakin banyak maltodekstrinyang ditambahkan warna yang dihasilkan semakin kuning dan

cerahsehingga terlihat lebih menarik. Hal ini diduga karena maltodekstrin sendiri berwarna putih sehingga ketika ditambahkan ke dalam minyak ikan menghasilkan warna dari mikrokapsul minyak ikan menjadi lebih cerah. Sesuai dengan pernyataan Yuliawaty dan Susanto (2015), perlakuan konsentrasi maltodekstrin memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kecerahan minuman instan daun mengkudu. Hal ini dikarenakan proporsi penambahan konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan semakin banyak maka derajat kecerahan warna juga semakin tinggi. Maltodekstrin memiliki warna yang cenderung putih sehingga saat dicampurkannya dengan ekstrak daun mengkudu yang berwarna hijau pekat akan memberikan warna yang cerah dengan banyaknya proporsi maltodekstrin yang ditambahkan maka tingkat kecerahan minuman instan daun mengkudu juga semakin meningkat.

4.6.3 Uji Skoring Aroma

Skoring aroma dilakukan untuk menentukan mutu dari mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dilihat dari tingkat keamisan dengan skor 1 (sangat amis) sampai 7 (amat sangat tidak amis) . Hasil analisis skoring aroma dapat dilihat pada Tabel 15.

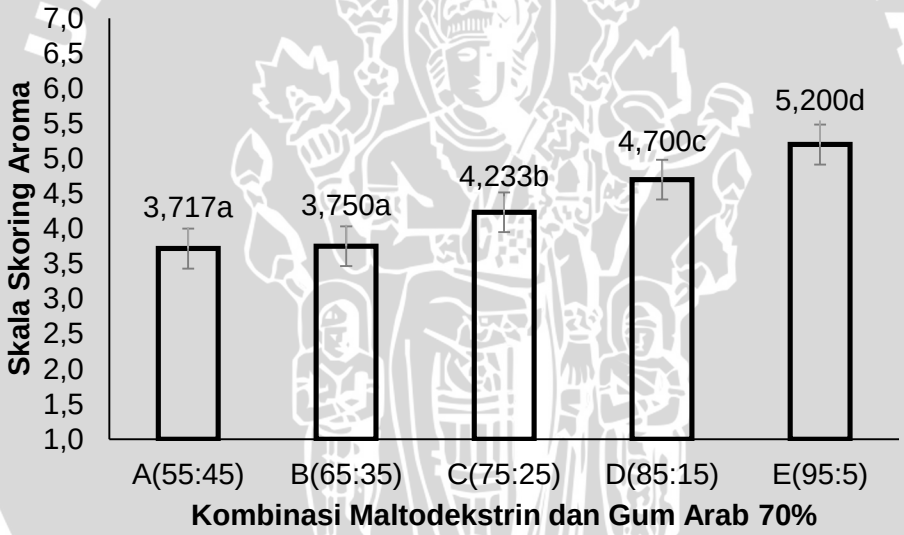
Tabel 15. Analisis Skoring Aroma Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A (55:45)	3,717±0,240	a
B (65:35)	3,75±0,126	a
C (75:25)	4,233±0,159	b
D (85:15)	4,7±0,280	c
E (95:5)	5,2±0,109	d

Keterangan :
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata.
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Hasil uji skoring terhadap aroma untuk mikrokapsul *crude* minyak ikan dengan formulasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab antara 3,717 (agak amis) sampai 5,2 (tidak amis). Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit > Ftabel, dimana artinya perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin : gum arab) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap parameter uji skoring aroma dari mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru.

Pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap uji skoring aroma mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dapat dilihat dalam Gambar 15.



Gambar 15. Grafik pengaruh perbandingan kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap uji skoring aroma mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru

Dari analisis di atas diperoleh bahwa perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) yang berbeda memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap aroma mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru sesuai pada Lampiran 14.

Aroma dari mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dipengaruhi dari bahan penyalut yang ditambahkan selama proses pengolahan. Mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dibuat dari penambahan maltodekstrin dan gum arab, semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan aroma yang dihasilkan semakin tidak menimbulkan bau amis minyak ikan. Hal ini diduga karena salah satu fungsi dari maltodekstrin yaitu melapisi komponen flavor dari bahan.

4.6.4 Uji Skoring Warna

Skoring warna dilakukan untuk menentukan mutu dari mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dilihat dari tingkat kecerahan dengan skor 1 (sangat tidak cerah) sampai 7 (amat sangat cerah) . Hasil analisis skoring warna dapat dilihat pada Tabel 16.

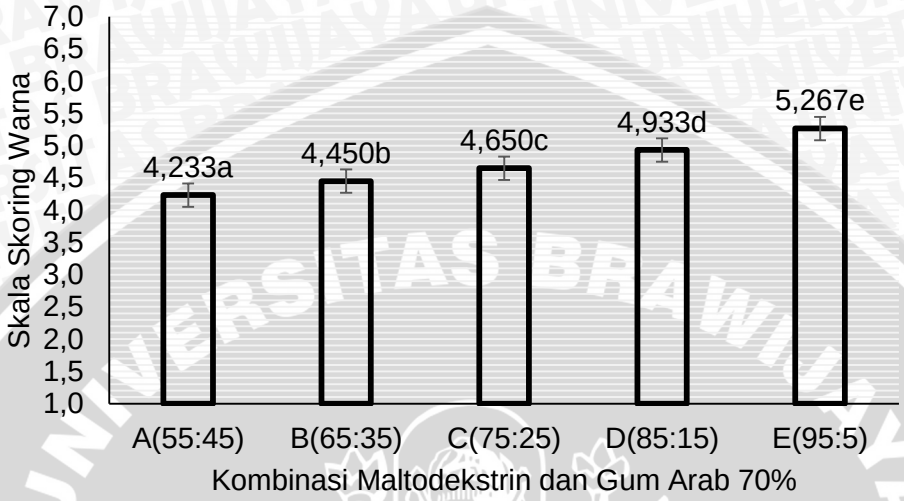
Tabel 16. Analisis Skoring Warna Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
A (55:45)	4,233±0,086	a
B (65:35)	4,45±0,274	b
C (75:25)	4,65±0,084	c
D (85:15)	4,933±0,224	d
E (95:5)	5,267±0,122	e

Keterangan :
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata.
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Hasil uji skoring terhadap warna untuk mikrokapsul *crude* minyak ikan dengan formulasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab antara 4,233 (agak cerah) sampai 5,267 (cerah). Hasil ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit > Ftabel, dimana artinya perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin : gum arab) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap parameter uji skoring warna dari mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru.

Pengaruh rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap uji skoring warna mikrokapsul crude minyak ikan lemuru dapat dilihat dalam Gambar 16.



Gambar 16. Grafik pengaruh perbandingan kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) terhadap uji skoring warna mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru

Dari analisis di atas diperoleh bahwa perlakuan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) yang berbeda memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap parameter uji skoring warna mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru sesuai pada Lampiran 15.

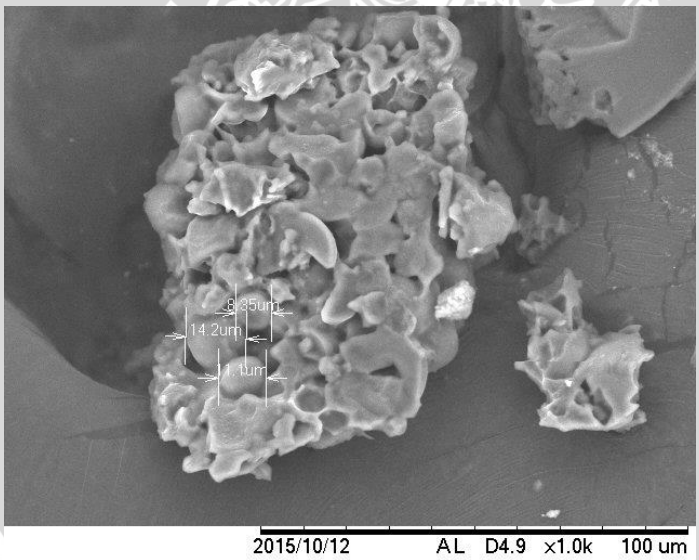
Warna dari mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dipengaruhi dari bahan penyalut yang ditambahkan selama proses pengolahan. Mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dibuat dari penambahan maltodekstrin dan gum arab, semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan warna yang dihasilkan semakin cerah. Hal ini diduga karena salah satu sifat fisik maltodekstrin yang berwarna putih sehingga jika ditambahkan pada *crude* minyak ikan lemuru akan menghasilkan warna yang cerah. Semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan maka kecerahan mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru juga semakin meningkat.

4.7 Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik ditentukan dengan melihat analisis kadar lemak dan rendemen yang tinggi serta bilangan peroksida, bilangan TBA dan kadar air yang rendah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik yaitu perlakuan E dengan kadar lemak 10,393%, kadar air 8,886%, bilangan peroksida 2,16 meq/kg, bilangan TBA 0,276 mgMDA/kg dan rendemen 47,67%.

3.8 Hasil SEM (*Scanning Electron* Microscope) Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru Perlakuan Terbaik

Hasil SEM Mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru dengan rasio kombinasi bahan penyalut (maltodekstrin dan gum arab) 95:5 dapat dilihat pada Gambar 17.



B

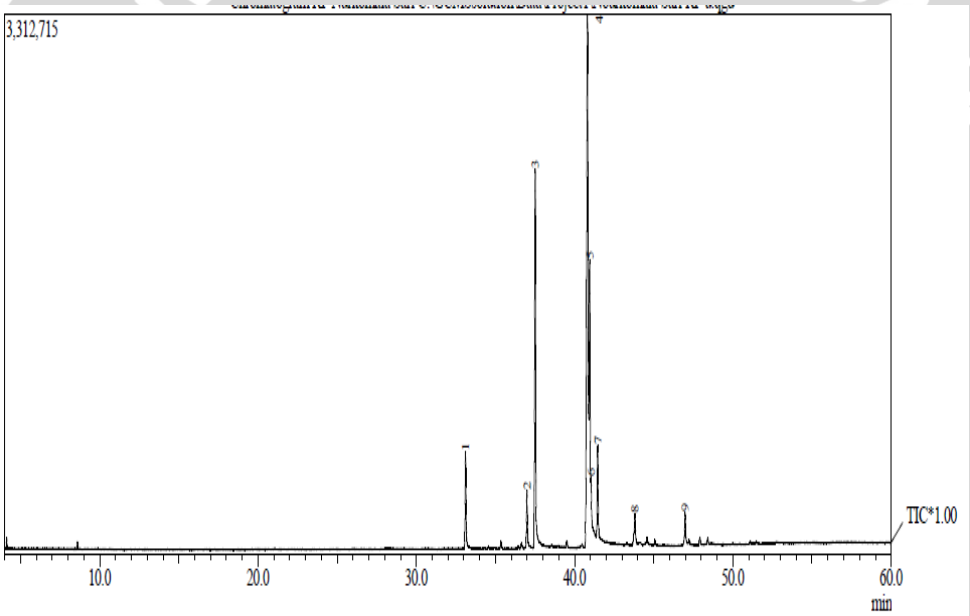
Gambar 17. Hasil SEM Mikrokapsul Crude Minyak Ikan Lemuru Perlakuan Terbaik

Berdasarkan Gambar 17 di atas jika diamati terdapat bulatan ada yang berukuran 8,35µm, 11,1µm, dan 14,2µm. Mikrokapsul tersebut ada yang berbentuk bulat dan beberapa berbentuk seperti bongkahan batu yang tepinya

runcing. Pada gambar tersebut juga terlihat lapisan putih di sekeliling bulatan, merupakan dinding mikrokapsul yang telah terbentuk karena adanya penambahan bahan penyalut pada emulsi mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru.

4.9 Profil Asam Lemak Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru Perlakuan Terbaik

Komponen asam lemak yang terdapat pada mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru pada penelitian ini dianalisis dengan GC-MS (Lampiran 15). Adapun jenis asam lemak yang terkandung di dalamnya ditunjukkan dalam kromatogram



Peak Report TIC

Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Name
1	33.105	33.025	33.225	2426303	5.12	578621	
2	36.986	36.908	37.092	1432240	3.02	338766	
3	37.511	37.392	37.675	10688287	22.57	2302121	
4	40.808	40.650	40.900	20687355	43.68	3237352	
5	40.952	40.900	41.017	7363059	15.55	1708952	
6	41.033	41.017	41.183	1224364	2.59	354758	
7	41.455	41.375	41.567	2288627	4.83	557280	
8	43.809	43.758	43.892	483394	1.02	137575	
9	46.980	46.908	47.083	768810	1.62	180271	
				47362439	100.00	9395696	

pada Gambar 17 selengkapnya pada Lampiran 16 dan komposisi asam lemak pada Tabel 17.

Gambar 18. Kromatogram Hasil GCMS Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

Adapun daftar komposisi asam lemak dari *crude* minyak ikan lemuru dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 17. Daftar Komposisi Asam Lemak Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

Peak	Area (%)	Nama Senyawa	*Trivial Name*	*Common Name*
1	5,12	Tetradecanoic acid	Cerotic acid	Miristat
2	3,02	9-Octadecadienoic acid	Oleat acid	Omega-9
3	22,57	hexadecanoic acid	Cerotic acid	Palmitat
4	43,68	9,12-Octadecanoic acid	Linoleat acid	Omega-6
5	15,55	9-Octadecanoic acid	Oleat acid	Omega-9
6	2,59	9-Octadecanoic acid	Oleat acid	Omega-9
7	4,83	Octadecanoic acid	Steraric acid	Stearat
8	1,02	5,8,11,14,17-Eicosa pentanoic	EPA	Omega-3
9	1,62	5,8,11,14,17-Eicosa pentanoic	EPA	Omega-3

Sumber : Hasil Pengujian GCMS Profil Asam Lemak Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru di Laboratorium Kimia Organik, FMIPA, UGM

Berdasarkan Tabel 17 dapat dilihat bahwa mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru tersusun dari 3 jenis asam lemak jenuh (Miristat, Palmitat dan Strearat) dan 3 jenis asam lemak tak jenuh (Omega-3, Omega-6 dan Omega-9). Miristat sebanyak 5,12%, Palmitat 22,57%, Stearat 4,83%, Omega-3 2,64%, Omega-6 43,68% dan Omega-9 21,16%.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1) Rasio kombinasi bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar lemak, rendemen, warna dan aroma dari mikrokapsul sedangkan untuk bilangan peroksida, bilangan TBA dan kadar air mikrokapsul mengalami penurunan.
2) Perlakuan terbaik pada mikrokapsul *crude* minyak ikan lemuru yaitu pada perlakuan E, rasio kombinasi maltodekstrin dan gum arab 95:5 dengan bilangan peroksida 2,16meq/kg, bilangan TBA 0,276mgMDA/kg, kadar lemak 10,393%, kadar air 8,886% dan rendemen 47,679 %, skala uji hedonik warna 4,727 (agak suka), uji hedonik aroma 4,18 (agak suka), uji skoring aroma 5,2 (tidak amis) dan uji skoring warna 5,267 (cerah). Hal ini menunjukkan bahwa semua hasil masih dalam standart keamanan.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan yaitu :

1) Diharapkan untuk melakukan penelitian menggunakan bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab dengan minyak ikan yang telah dimurnikan supaya pengikatan bahan inti lebih tinggi sehingga kadar lemak mikrokapsul menjadi tinggi.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2) Diharapkan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang pembuatan mikrokapsul minyak ikan dengan penentuan dosis konsumsi.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, Effi Onora. 2002. *Pemanfaatan Maltodekstrin Dari Pati Singkong sebagai Bahan Penyalut Lapis Tipis Tablet*. Makara, Sains. Universitas Indonesia. Depok : 1-102.

Arifan, F. dan D. K. Wikanta. 2012. Formulasi Mikroenkapsul Oleoresin Kayumanis (Cinnamon burmanni) dan Cengkeh (Caryophillus aromaticus Linn. Jurnal jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang : 1 – 9.

Atmarita, Sandjaja. 2009. Kamus Gizi Pelengkap Kesehatan Keluarga. Penerbit Buku Kompas. Jakarta : 152.

BPOM. 2013. Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pengemulsi. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2013 : 1.

_____ 2014. Persyaratan Mutu Obat Tradisional. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2014 : 1.

Budianta, T. D. W., Harijono dan Murtini. 2000. Pengaruh Penambahan Kuning Telur dan Maltodekstrin Terhadap Kemampuan Pelarutan Kembali dan Sifat Organoleptik Santan Bubuk Kelapa (Cocos nucifera L.). Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi **1 (2)** , Oktober 2000 : 64-65.

Din, J. N., D. E. Newby dan A. D. Flapan. 2004. *Omega 3 fatty acids and cardiovascular disease - fishing for a natural treatment*. The University of Edinburgh. Edinburgh. : 2.

Elarini, D., L. E. Radiati dan Purwadi. 2014. Effect Of *Carboxymethyl Cellulose* (Cmc) On Organoleptic, Color, Ph, Viscosity, and Turbidity Of Honey Drink. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya : Malang. : 1.

Fasikhatun, Tsani. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin dan Gum Arab terhadap Karakteristik Mikroenkapsulat Minyak Sawit Merah Dengan Metode Spray Drying*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor : 1-96.

Food & Nutrition Europe. 2008. Emulsifiers. Brentag Specialties. Jerman. : 1.

Food Review Indonesia. 2013. Freeze Drying Technology for Better Quality and Flavor of Dried Products. **8 (2)** FEBRUARI 2013 : 1-8.

Ginanjar, Mufti. 2006. *Kajian Reproduksi Ikan Lemuru (Sardinella Lemuru Blk.) Berdasarkan Perkembangan Gonad Dan Ukuran Ikan Dalam*

Penentuan Musim Pemijahan Di Perairan Pantai Timur Pulau Siberut. Institut Pertanian Bogor. Bogor. : 4-6.

Handayani, S. P. 2010. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Ikan dengan Radiasi Gelombang Mikro*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. : 5-6.

Hasanah, H. K. 2012. *Penurunan Bilangan Peroksida Pada Minyak Sisa Penggorengan dengan Perendaman Lidah Buaya (Aloe vera)* [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Semarang : Semarang : 56-59.

Indi, A. dan D. Zulkarnain. 2012. *Pengaruh Pemberian Minyak Ikan Lemuru (Sardinella longiceps) terhadap Kualitas Fisik Telur Ayam Lohman Brown*. Universitas Haluoleo. Kendari. : 101-102.

Jaedun, A. 2011. *Metodologi Penelitian Eksperimen*. Makalah Disampaikan Pada Kegiatan In Service I Pelatihan Penulisan Artikel Ilmiah, yang Diselenggarakan oleh LPMP Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Tanggal 20 – 23 Juni 2011 : 5- 8.

Jati, Parmadi Waktya. 2006. *Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi HCl terhadap Nilai Dextrose Equivalent (DE) dan Karakterisasi Mutu Pati Termodifikasi dari Pati Tapioka dengan Metode Hidrolisis Asam*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. : 6-15.

Kamal, N. 2010. Pengaruh Bahan Aditif CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) Terhadap Beberapa Parameter Pada Larutan Sukrosa. Jurnal Teknologi **1 (17)** : 75-84.

Klaypradit, W. 2009. *Chitosan-Based Encapsulation for Tuna-Oil.* University of Georgia : Athens. : 1-149.

Machado, A. R.; Leticia M. de A.; Maria I. R. M.dan Leonor A. de S. S. 2014. Impotrtance of Lecithin for Encapsulation Processes. *African Journal of Food Science* **8 (4)**. : 176-183.

Makmur. 2012. *Mempelajari Pengaruh Penambahan Bubuk Bungkil Kacang Tanah Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik Permen Cokelat yang Dihasilkan* [Skripsi]. Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin : Makasa : 1-69.

Maulana, I. T., Sukraso dan S. Damayanti. 2014. Kandungan Asam Lemak dalam Minyak Ikan Indonesia. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis **6 (1** : 121-130.

Meliala, M., I. Suhaidi dan R. J. Nainggolan. 2014. Pengaruh Penambahan Kacang Merah dan Penstabil Gum Arab terhadap Mutu Susu Jagung. J.rekayasa pangan dan pert., **2 (1)** 2014. Hal. 55-63.

Menegristek. 2001. Tepung Ikan. Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi : 1-2.

Miller, M. 2010. *Oxidation of Food Grade Oils. Plant & Food Research* : Nelson, New Zaeleand : 1-2.

Montesqrit dan Ovianti. 2013. Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Stabilitas Minyak Ikan dan Mikrokapsul Minyak Ikan. Jurnal Peternakan Indonesia **15 (1)** Fakultas Peternakan Universitas Andalas Kampus Unand Limau Manis Padang : 50-64.

Muallifah, Siti. 2009. *Penentuan Angka Asam Thiobarbiturat Dan Angka Peroksida Pada Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian Dengan Karbon Aktif Dari Biji Kelor (Moringa Oleifera, Lamk)*. Universitas Islam Negeri (Uin) Maulana Malik Ibrahim. Malang : 49.

Muchtadi, D. 2009. Pengantar Ilmu Gizi. Alfabeta. Bandung : 24.

Nasution, M. Z.; A. Suryani dan I. Susanti. 2004. Pemisahan dan Karakterisasi Emulsifier dalam Minyak Cacing Tanah (Lumbricus rubellus). Jurnal Tek. Ind. Pertanian **13 (3)** : 108-115.

Novia, Shabrina. 2009. *Stabilitas Mikroenkapsulat Minyak Sawit Merah Hasil Pengeringan Lapis Tipis Selama Penyimpanan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor : 56.

Nurhasanah, S., Komari, P. Haryadi dan S. Budijanto. 2011. Mikroenkapsulasi Lemak Kaya Dha untuk Fortifikasi Pada Makanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor : 140-151.

Octaviani, L. 2007. *Mikroenkapsulasi Ibuprofen dengan Teknik Pautan Silang Gelatin-Formaldehid dan Karakteristiknya***.** Sekolah Farmasi. ITB. Bandung : 1-15.

Oktaviani, Maulida. 2011. *Penggunaan Metode Freezing (-4° C) dengan Konsentrasi Dmso 5% untuk Preservasi Strain-Strainnostoc [Vaucher 1803] Bornetet Flahault 1886*. Universitas Indonesia : Depok : 11-65.

Oh, R. 2005. *Practical Appliancation of Fish Oil (ω-3 Fatty Acid) in Primary Care. J Am Board Fam Pract*. 18 : 29-30.

Paramitha, A. R. A. 2012. *Studi Kualitas Minyak Makanan Gorengan Pada Penggunaan Minyak Goreng Berulang* [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin. Makasar : 8-14.

Pasaribu, S. P., E. Marliana, H. Magdalena dan R. Simaremare. 2011. Pengaruh Penambahan Ekstrak Heksana Biji Kepayang (Pangium edule) Terhadap Bilangan Peroksida Minyak Kelapa (Cocos mucifera)

Yang Diolah Secara Tradisional. Jurnal Kimia F-Mipa Universitas Mulawarman : 95-104.

Permadi, E. 2003. *Analisis Pengembangan Industri Pengolahan Mikroenkapsulasi Minyak Ikan*. Bogor. Institut Pertanian Bogor : 1-85.

Prabandari, W. 2011. *Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Bahan Penstabil Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Yoghurt Jagung* [Skripsi]. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret : Surakarta : 1-47

Praditasari, P. L. H. 2014. *Evaluasi Tingkat Ketengikan Tiga Jenis Produk Ayam Goreng Broiler dan Minyak Goreng yang Digunakan Oleh Pedagang Kaki Lima di Semarang* [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian . Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang : 1-56.

Pujihastuti, Isti. 2015. Teknologi Pengawetan Buah Tomat dengan Metode *Freeze Drying*. Jurnal Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang : 1-8.

Puspitaningrum, D.K. 2012. *Pengaruh Pemberian Minyak Ikan Lemuru (Sardinella Longiseps) Dan Vitamin C Terhadap Jumlah Osteoklas pada Tikus Wistar yang Mengalami Periodontitis*. Universitas Jember. Jember. : 6-7; 22-23.

Putra, S. D. R. dan L. M. Ekawati. 2012. Kualitas Minuman Serbuk Instan Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* Linn.) dengan Variasi Maltodekstrin dan Suhu Pemanasan. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta : 1-9.

Rakasiwi, P., E. D. Iftitah dan E. P. Utomo. 2014. Pengaruh Perbandingan Bahan Pelapis Maltodekstrin dan Gum Arab dalam Mikrokapsul Berbahan Inti Sitronelal. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. Malang : 299-305.

Risch, S. J. dan G. A. Reinecius. 1995. *Encapsulation and Controlled Release of Food ingridients*. ACS Symposium Series, **590**. American Chemical Society. Washington. Hlm. 105-106.

Raudah, E. Kurniasih, Helmi dan N. Dasriani. 2013. Pemanfaatan Pati Gadung Sebagai Bahan Baku Pembuatan Maltodekstrin melalui Hidrolisa Enzimatis. Prosiding SNYuBe 2013 Politeknik Negeri Lhokseumawe : Lhokseumawe : 1-20.

Riyanti, F., P. Loekitawati dan R. Muharrani. 2011. Pengaruh Pemanasan dan Penambahan Antioksidan Bht Pada Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn.) dan Kinetika Reaksi Oksidasi. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya. Palembang : 1-9.

Rowe, R.C., P.J. Sheskey and M. E. Quinn. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. Lexi-Comp: American Pharmaceutical Association, Inc.Hlm. 418-685.

Saanin, H. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Volume I dan II**.** Bina Rupa Aksara. Jakarta. Hlm 423.

Sabrina, H. 2009. *Microencapsulation of An Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Source With Polysaccharides for Food Application [Disertasi]. Food Science and Technology*, Virginia Polytechnic and State University : Blacksburg : 1-78.

Santoso, B., Herpandi, P. A. Pitayati dan R. Pambayun. 2013. Pemanfaatan Karagenan dan Gum Arabic sebagai Edible Film Berbasis Hidrokoloid. Jurnal Agritech, **33 (2)** Mei 2013. Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan : 135-141.

Sediaoetama, A.D. 2010. Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I**.** Jakarta : Dian Rakyat. Hlm. 294, 298, 300, 305.

Shahidi, F. dan Y. Zhong. 2005. *Lipid Oxidation* : Measurement Methods. Jhon Wiley & Sons Inc. Hlm. 366.

Simon, Shinta. 2014. *Karakteristik Fungsional Tepung Putih Telur yang Dikeringkan dengan Freeze Dryer pada Suhu dan Ketebalan Berbeda*. Skripsi. Universitas Hassanudin. Makassar. Hal. 1-80.

Sudarmadji,S., B. Haryono, dan Suhardi. 2007. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi 2. Liberty : Yogyakarta. Hal. 56.

Suprayitno, E.; Kartikaningsih, H. dan Lestari, P. 2001. Pengaruh Pengaturan Suhu Inlet Spray Drier Terhadap Kualitas Mikrokapsul Minyak Ikan Tuna (*Thunnus* sp). Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik (Engineering) **13 (2)** : 205-210.

Supriyadi dan A. S. Rujita. 2013. Karakteristik Mikrokapsul Minyak Atsiri Lengkuas dengan Maltodekstrin sebagai Enkapsulan. Universitas Gajah Mada. Yogayakarta. Hal. 1-12.

Srihari, E., F. S. Lingganingrum, R. Hervita dan H. Wijaya. 2010. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses, 4-5 Agustus 2010 ISSN : 1411-4216. Universitas Diponegoro. Semarang : 1-14.

Sutriyo, J. Djajadisastra dan A. Novitasari. 2004. Mikroenkapsulasi Propanolol Hidroklorida dengan Penyalut Etil Selulosa menggunakan Metoda Penguapan Pelarut. Majalah Ilmu Kefarmasian FMIPA Universitas Indonesia. Jakarta : 1-9.

Syahputra, E. 2008. *Pengaruh Jenis Zat Penstabil dan Konsentrasi Mentega Yang Digunakan Terhadap Mutu dan Karakteristik Es Krim Jagung*. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan : 1-96.

Triwarsita, W. S. A.; W. Atmaka dan D. R. A. Muhammad. 2013. Pengaruh Penggunaan Edible Coating Pati Sukun (Artocarpus Altilis) dengan Variasi Konsentrasi Gliserol Sebagai Plasticizer terhadap Kualitas Jenang Dodol Selama Penyimpanan**.** Jurnal Teknosains Pangan **2 (1)** : 124-132.

Triyono, Agus. 2010. Mempelajari Pengaruh Maltodekstrin Dan Susu Skim terhadap Karakteristik Yoghurt Kacang Hijau (*Phaseolus Radiatus* L.). Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, 4-5 Agustus 2010 Issn : 1411-4216. Universitas Diponegoro. Semarang : 1-20.

Wahjuni, Sri. 2011. *Pemberian Minyak Ikan Lemuru (Sardinella longiceps) sebagai Anti Dislipidemia melalui Peningkatan HDL pada Tikus Wistar*. Universitas Udayana. Bali : 1-157.

Wahjungingsih, S. B. dan B. Kunarto. 2009. Aktivitas Antioksidan B-Karoten Ubi Jalar yang Dienkapsulasi Menggunakan Gum Arab-Maltodekstrin dan Diaplikasikan pada Cookies. Universitas Semarang : Semarang : 1-13.

Weiss, J. T. 1983. *Food Oil and Their Uses*. The AVI Publishing, Westport, Connecticut. Hlm. 22-23.

Wildan, Farihah. 2000. *Perbandingan Kandungan Omega-3 Dan Omega-6 dalam Minyak Man Lemuru dengan Teknik Kromatografi*. Temu Teknis Fungsional Non Peneliti. Balai Penelitian Ternak : Bogor : 1-140.

_____ 2012. *Penentuan Bilangan Peroksida Dalam Minyak Nabati dengan Cara Titrasi*. Balai Penelitian Ternak. Bogor : 1-63.

Winarno, F.G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta. Hlm. 3; 84-85

Yogaswara, Ghema. 2008. *Mikroenkapsulasi Minyak Ikan dari Hasil Samping Industri Penepungan Ikan Lemuru (Sardiniella Lemuru) dengan Metode Pengeringan Beku (Freeze Drying)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor : 1-145.

Yudihapsari, E. 2009. *Kajian Kadar Protein, Ph, Viskositas dan Rendemen Kecap Whey dari Berbagai Tingkat Penggunaan Tepung Kedelai*. Universitas Brawijaya. Malang : 1-98.

Yuliawaty, S. T. dan W. H. Susanto. 2015. Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin terhadap Karakteristik Fisik Kimia dan

Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L). Universitas Brawijaya. Malang : 41-52.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Kerja Analisis Bilangan Peroksida

Prosedur Kerja Analisis Bilangan peroksida adalah sebagai berikut :

1. Sampel ditimbang sebanyak 5 gram
2. Dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml
3. Ditambahkan pelarut (60% asam asetat dan 40% kloroform)
4. Dikocok sampai larut
5. Ditambahkan 0,5 ml KI jenuh
6. Didiamkan selama 2 menit di ruang gelap sambil sesekali dikocok
7. Ditambahkan 30 ml aquadest
8. Dititrasi menggunakan Natriumthiosulfat 0,01 N

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{\text{ml titran (sampel} - \text{blanko) x N Na2SO3 x 1000}}{\text{gram sampel}}$$

Analisis terhadap blanko dilakukan dengan cara yang sama. Sampel diganti dengan aquadest sebagai blanko.

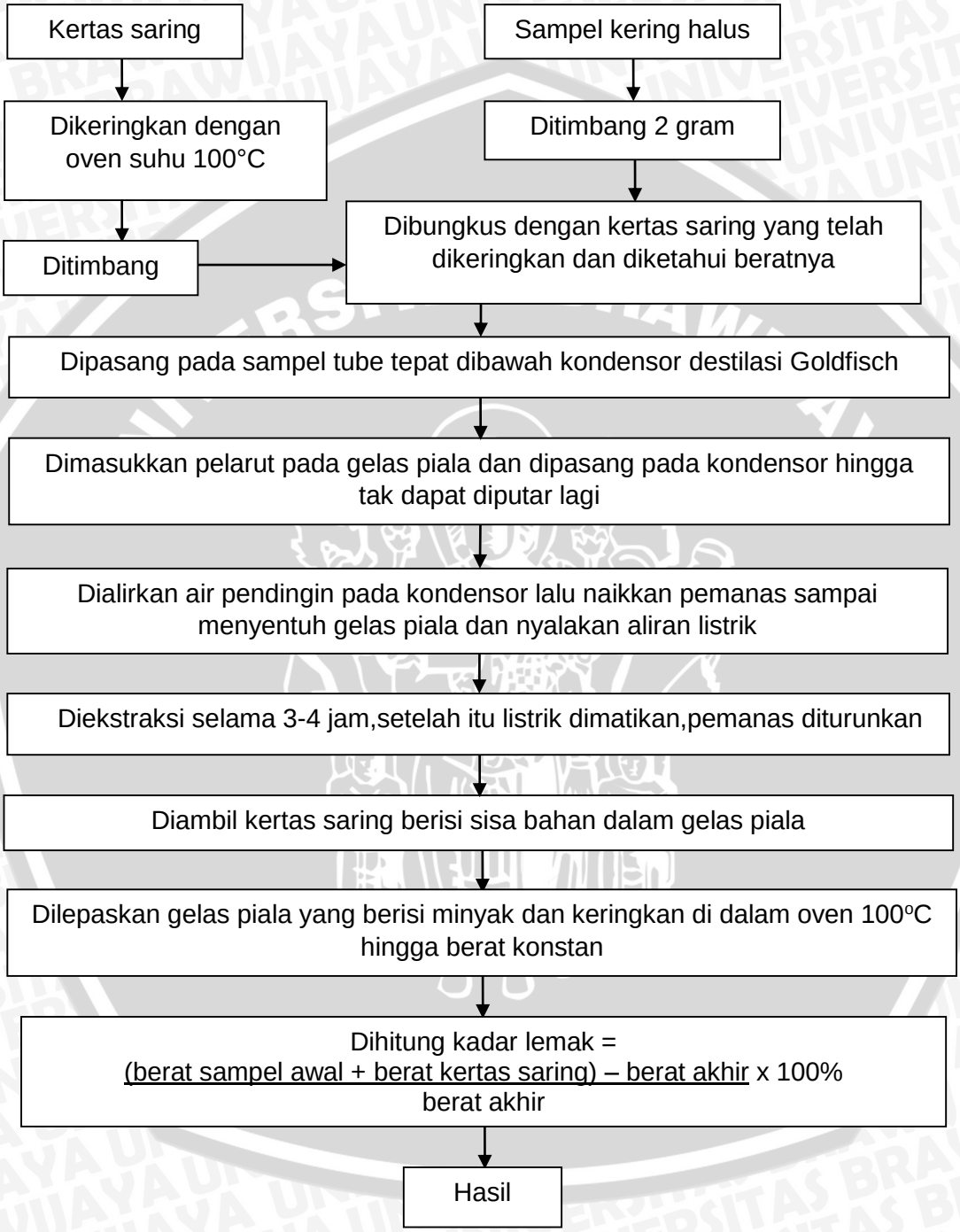
Lampiran 2. Prosedur Kerja Analisis Bilangan TBA

Prosedur Kerja Analisis Bilangan TBA adalah sebagai berikut :

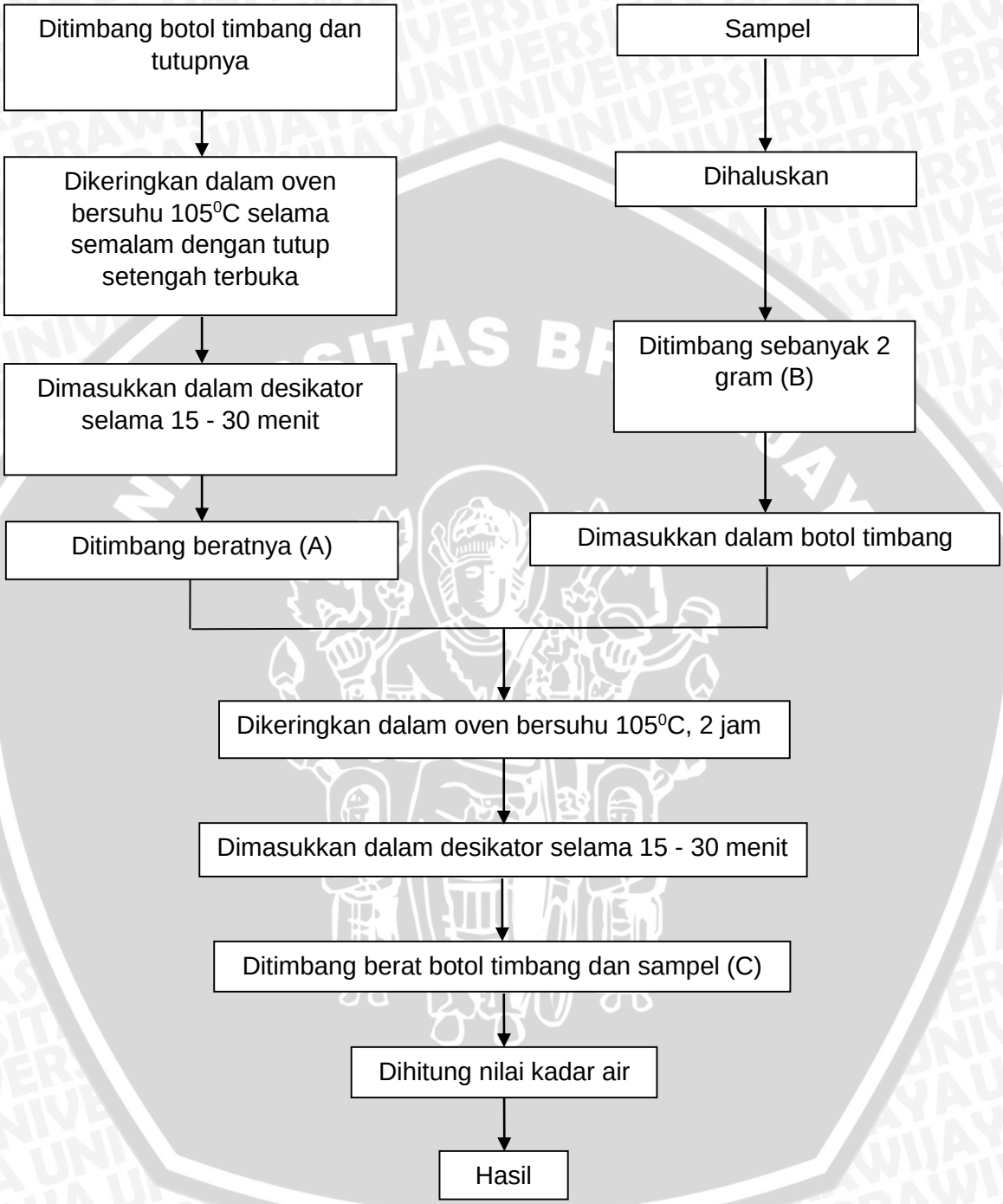
1. Ditimbang labu ukur 25 ml dan sampel sebanyak 100 mg.
2. Ditambahkan 1-butanol sampai tanda tera dan dihomogenkan.
3. Larutan sampel diambil sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi.
4. Ditambahkan 5 ml perekasi TBA (200 mg TBA dalam 100 ml 1-butanol) lalu dihomogenkan.
5. Larutan dipanaskan hingga suhu 95°C
6. Didinginkan dan diukur absosrbansinya pada gelombang 530nm. Standar yang digunakan adalah 1,1,3,3-tetrametoxy propane sebagai prekursor malonaldehid.
7. Dihitung angka TBA

$$\text{Angka TBA } (\mu \frac{\text{mol}}{\text{gr}} \text{ sampel}) = \frac{\text{absorbansi sampel yang telah terukur x } 0{,}355}{\text{berat sampel (gram)}}$$

Lampiran 3. Prosedur kerja Kadar Lemak dengan Metode Goldfisch



Lampiran 4. Prosedur Kerja Kadar Air Metode Thermogravimetri



Lampiran 5. *Score Sheet* Uji Hedonik

***SCORESHEET* UJI HEDONIK**

Nama Panelis : **Tanggal Pengujian :**

Produk : Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

Instruksi :

1. Dihadapan saudara disajikan 20 macam sampel produk dengan kode tertentu. Saudara diminta untuk memberikan penilaian terhadap sampel sesuai dengan kesukaan saudara terhadap sampel tersebut !
2. Berikan penilaian untuk masing-masing karakteristik dari sampel di hadapan anda berdasarkan skala nilai yang telah disediakan !

KODE	ATRIBUT	
	AROMA	WARNA
A1		
A2		
A3		
A4		
B1		
B2		
B3		
B4		
C1		
C2		
C3		
C4		
D1		
D2		
D3		
D4		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

E1		
E2		
E3		
E4		

Keterangan:

1 = sangat tidak suka

2 = tidak suka

3 = agak tidak suka

4 = agak suka

5 = suka

6 = sangat suka

7 = amat sangat suka

Penurutan : Urutkan parameter di bawah ini dengan bobot 1-7 dari yang sangat penting (1) sampai tidak penting (7).

- Kadar Lemak ( )
- Kadar Air ( )
- Bilangan Peroksia ( )
- Bilangan TBA ( )
- Warna ( )
- Aroma ( )
- Rendemen ( )

KOMENTAR : _____

_____

_____

Lampiran 5. Score Sheet Uji Skoring

***SCORE SHEET* UJI SKORING**

Nama Panelis : Tanggal Pengujian :

Produk : Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

Instruksi :

1. Dihadapan saudara disajikan 20 macam sampel produk dengan kode tertentu. Saudara diminta untuk memberikan penilaian terhadap sampel sesuai dengan tingkat kecerahan warna dan keamisan aroma sampel tersebut !
2. Berikan penilaian untuk masing-masing karakteristik dari sampel di hadapan anda berdasarkan skala nilai yang telah disediakan !

Lampiran 6. Score Sheet Uji Skoring

KODE	ATRIBUT	
	AROMA	WARNA
A1		
A2		
A3		
A4		
B1		
B2		
B3		
B4		
C1		
C2		
C3		
C4		
D1		
D2		
D3		

D4		
E1		
E2		
E3		
E4		

Keterangan:

Warna

1 = sangat tidak cerah

2 = tidak cerah

3 = agak tidak cerah

4 = agak cerah

5 = cerah

6 = sangat cerah

7 = amat sangat cerah

Aroma

1 = sangat amis

2 = amis

3 = agak amis

4 = agak tidak amis

5 = tidak amis

6 = sangat tidak amis

7 = amat sangat tidak amis

Penurutan : Urutkan parameter di bawah ini dengan bobot 1-7 dari yang sangat penting (1) sampai tidak penting (7).

- Kadar Lemak ( )
- Kadar Air ( )
- Bilangan Peroksia ( )
- Bilangan TBA ( )
- Warna ( )
- Aroma ( )

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- Rendemen ( )

KOMENTAR : _____

Lampiran 7. Analisis Bilangan Peroksida

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar deviasi
	1	2	3	4			
A	3,825	3,745	3,678	3,802	15,050	3,762	0,065
B	3,001	3,102	3,189	3,076	12,368	3,092	0,078
C	2,663	2,606	2,564	2,599	10,432	2,608	0,041
D	2,320	2,298	2,355	2,385	9,358	2,340	0,038
E	2,067	2,125	2,243	2,208	8,643	2,161	0,080
Total	20,085	20,166	20,350	20,315	80,916		

FK	155,963
JKT	6,734
JKP	6,67472
JKG	0,05932

ANOVA

SK	Db	JK	KT	Fhit	F5%
Perlakuan	4	6,67472	1,66868	421,941	3,055
Galat	15	0,05932	0,00395		
Total	19	6,73404			

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

Nilai t	2,13145
BNT	0,04739

Notasi Bilangan Peroksida

		E	D	C	B	A	
		2,1608	2,3395	2,6079	3,092	3,7624	Notasi
E	2,1608	0					a
D	2,3395	0,1787	0				b
C	2,6079	0,4471	0,2684	0			c
B	3,092	0,9312	0,7525	0,4841	0		d
A	3,7624	1,6016	1,4229	1,1545	0,6704	0	e

Lampiran 8. Analisis Bilangan TBA

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A	0,564	0,560	0,599	0,550	2,272	0,568	0,021
B	0,531	0,540	0,512	0,542	2,125	0,531	0,014
C	0,334	0,335	0,331	0,388	1,388	0,347	0,027
D	0,302	0,303	0,341	0,351	1,296	0,324	0,025
E	0,275	0,274	0,257	0,299	1,104	0,276	0,017
Total	2,006	2,011	2,040	2,129	8,185		

FK	3,34979
JKT	0,283
JKP	0,27618
JKG	0,00695

ANOVA

SK	Db	JK	KT	Fhit	F5%
Perlakuan	4	0,27618	0,06904	148,923	3,055
Galat	15	0,00695	0,00046		
Total	19	0,28313			

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

T tabel	2,13145
BNT	0,03245

Notasi Bilangan TBA

		E	D	C	B	A	
		0,2792	0,324	0,347	0,5313	0,5681	Notasi
E	0,2792	0					a
D	0,324	0,0448	0				b
C	0,347	0,0678	0,023	0			b
B	0,5313	0,2521	0,324	0,1843	0		c
A	0,5681	0,2441	0,324	0,2211	0,0368	0	d

Lampiran 9. Analisis Kadar Lemak

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A	6,872	6,776	6,699	6,753	27,1025	6,775	0,072
B	7,291	7,345	7,293	7,493	29,4245	7,356	0,095
C	7,788	7,890	7,901	7,800	31,3805	7,845	0,059
D	8,719	8,698	8,703	8,827	34,9487	8,737	0,061
E	10,35	10,367	10,40	10,449	41,5732	10,393	0,042
Total	41,03	41,08	40,99	41,32	164,429		

FK	1351,8524
JKT	31,9245
JKP	31,85492
JKG	0,069534

ANOVA

SK	Db	JK	KT	Fhit	F5%
Perlakuan	4	31,85492	7,96373	1717,94	3,055
Galat	15	0,069534	0,00464		
Total	19	31,9245			

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

Nilai t	2,13144
BNT	0,10261

Notasi Kadar Lemak

		A	B	C	D	E	
		6,7422	7,5914	8,4715	8,583	10,2901	Notasi
A	6,7756	0					a
B	7,3561	0,6139	0				b
C	7,8451	1,1029	0,2537	0			c
D	8,7372	1,995	1,1458	0,2657	0		d
E	10,3933	3,6511	2,8019	1,9218	1,8103	0	e

Lampiran 10. Analisis Kadar Air

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A	10,383	10,247	10,265	10,254	41,149	10,287	0,064
B	10,025	10,098	9,986	9,993	40,102	10,026	0,051
C	9,758	9,667	9,658	9,597	38,680	9,670	0,066
D	9,012	9,104	9,086	9,124	36,326	9,082	0,049
E	8,974	8,855	8,809	8,906	35,544	8,886	0,071
Total	48,152	47,971	47,804	47,874	191,801		

FK	1839,381
JKT	5,801
JKP	5,745624
JKG	0,055685

ANOVA

SK	Db	JK	KT	Fhit	F5%
Perlakuan	4	5,745624	1,436406	386,9298	3,055
Galat	15	0,055685	0,003712		
Total	19	5,801309			

F hitung < F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjutan BNT

Nilai t	2,13145
BNT	0,04591

Notasi Kadar Air

		E	D	C	B	A	
		8,886	9,082	9,67	10,025	10,287	Notasi
E	8,886	0					a
D	9,082	0,6139	0				b
C	9,67	1,1029	0,2537	0			c
B	10,025	1,995	1,1458	0,2657	0		d
A	10,287	3,6511	2,8019	1,9218	1,8103	0	e

Lampiran 11. Analisis Rendemen

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A	39,014	39,123	39,063	39,165	156,365	39,091	0,066
B	42,715	42,701	42,833	42,789	171,038	42,760	0,062
C	43,063	43,017	43,097	43,181	172,358	43,090	0,069
D	45,775	45,697	45,616	45,691	182,779	45,695	0,065
E	47,712	47,689	47,709	47,606	190,716	47,679	0,050
Total	218,279	218,227	218,318	218,432	873,256		

FK	38128,798
JKT	169,261
JKP	169,20138
JKG	0,0593116

ANOVA

SK	Db	JK	KT	Fhit	F5%
Perlakuan	4	169,20138	42,300344	10697,82308	3,055
Galat	15	0,0593116	0,0039541		
Total	19	169,261			

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

Nilai t	2,13145
BNT	0,04739

Notasi Rendemen

		A	B	C	D	E	
		39,0914	42,7595	43,0895	45,6948	50,43	Notasi
A	39,0914	0					a
B	42,7595	3,66814	0				b
C	43,0895	3,99814	0,33	0			c
D	45,6948	6,60339	2,93525	2,60525	0		d
E	47,6789	8,58751	4,91938	4,58938	1,98413	0	e

Lampiran 12. Analisis Hedonik Warna

***Score sheet* Uji Hedonik Warna**

Panelis	Warna																			
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4	E1	E2	E3	E4
P1	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
P2	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
P3	5	6	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	6	6	5	6
P4	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	6	4	5	5	6	4	5	5
P5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5
P6	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5
P7	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
P8	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4
P9	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4
P10	2	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	2	4	3	4	5	3	3	4	5
P11	5	4	4	4	5	4	5	4	6	5	5	5	6	6	5	5	6	5	5	5
P12	4	4	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	6	5	6	6
P13	5	3	4	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	5	3	6	4	4	4	5
P14	5	6	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
P15	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	5	5	6	6	5	6	6	6	6
Rata-rata	4,533	4,467	4,467	4,467	4,467	4,400	4,600	4,600	4,733	4,733	4,800	4,800	4,733	5,000	4,867	4,867	5,133	4,733	5,000	5,133

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A	4,533	4,467	4,467	4,467	17,933	4,483	0,033
B	4,467	4,400	4,600	4,600	18,067	4,517	0,100
C	4,733	4,733	4,800	4,800	19,067	4,767	0,038
D	4,733	5,000	4,867	4,867	19,467	4,867	0,109
E	5,133	4,733	5,000	5,133	20,000	5,000	0,189
Total	23,600	23,333	23,733	23,867	94,533		

FK	372,36
JKT	75,45
JKP	75,27
JKG	0,18

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F1%
Perlakuan	4	75,27	18,817	1568,086	3,055	4,893
Galat	15	0,18	0,012			
Total	19	75,448				

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

T tabel	2,13145
BNT	0,11674

Notasi Hedonik Warna

		A	B	C	D	E	Notasi
		4,48	4,52	4,77	4,87	5,00	
A	4,483	0,00					a
B	4,517	0,03	0,00				a
C	4,767	0,28	0,25	0,00			b
D	4,867	0,38	0,35	0,10	0,00		bc
E	5,000	0,52	0,48	0,23	0,13	0,00	c

Lampiran 13. Analisis Hedonik Aroma

***Score sheet* Uji Hedonik Aroma**

Panelis	Aroma																			
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4	E1	E2	E3	E4
P1	3	3	4	3	5	4	4	4	5	5	5	4	5	6	5	6	5	5	5	3
P2	3	3	4	3	5	4	4	4	5	5	5	4	5	6	5	6	5	5	5	5
P3	4	5	5	4	5	6	6	6	6	5	6	4	4	4	5	5	4	4	4	6
P4	3	3	4	4	4	4	4	5	3	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5
P5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	6	5	4	5	5	4	5
P6	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5
P7	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	6	6	5	5	6	5
P8	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4
P9	4	3	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4
P10	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2	4	3	2	3	4	3	3	4
P11	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4
P12	4	3	4	4	3	3	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4
P13	4	5	4	3	5	4	3	3	3	4	3	3	6	2	3	3	5	3	3	3
P14	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	5
P15	3	3	2	3	3	4	3	3	4	5	5	4	5	4	3	4	4	4	5	5
Rata-rata	3,733	3,800	4,067	3,933	4,133	4,133	3,933	4,133	4,267	4,333	4,467	4,000	4,467	4,133	4,200	4,467	4,333	4,267	4,333	4,467

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A	3,733	3,800	4,067	3,933	15,533	3,883	0,148
B	4,133	4,133	3,933	4,133	16,333	4,083	0,100
C	4,267	4,333	4,467	4,000	17,067	4,267	0,196
D	4,467	4,133	4,200	4,467	17,267	4,317	0,175
E	4,333	4,267	4,333	4,467	17,400	4,350	0,084
Total	20,933	20,667	21	21	83,600		

FK	291,21
JKT	59,18
JKP	58,85
JKG	0,32

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F1%
Perlakuan	4	58,85	14,71	680,214	3,055	4,893
Galat	15	0,32	0,02163			
Total	19	59,18				

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

T tabel	2,13145
BNT	0,15673

Notasi Hedonik Aroma

		A	B	C	D	E	Notasi
		3,88	4,08	4,27	4,32	4,35	
A	3,883	0,00					a
B	4,083	0,20	0,00				b
C	4,267	0,38	0,18	0,00			c
D	4,317	0,43	0,23	0,05	0,00		cd
E	4,350	0,47	0,27	0,08	0,03	0,00	de

Lampiran 14. Analisis Skoring Aroma

***Score sheet* Uji Skoring Aroma**

Panelis	Perlakuan																			
	A				B				C				D				E			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	4	4	3	3	5	3	4	4	5	4	4	3	4	6	4	5	4	5	4	6
2	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4
3	3	3	4	5	3	4	4	4	3	4	4	3	4	5	5	4	4	5	5	6
4	2	4	5	5	5	4	4	4	3	5	4	5	5	4	5	6	6	6	4	6
5	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	5	4	4	6	5	5	5	4	5	5
6	4	4	3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	6	6	5	5	4
7	3	3	4	3	4	3	4	4	4	5	5	4	4	6	5	5	5	6	4	6
8	4	4	3	3	4	4	3	3	5	5	4	5	5	6	4	5	6	6	7	6
9	3	4	4	5	3	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	6
10	4	4	3	3	4	4	3	3	4	5	4	5	5	4	5	6	6	6	4	5
11	4	3	4	4	4	4	5	4	5	5	4	3	4	5	5	5	5	4	6	6
12	3	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	6	4
13	4	4	4	3	4	4	3	4	5	4	4	4	4	5	4	5	6	5	5	5
14	3	4	5	4	4	3	4	3	4	5	4	3	4	4	5	5	6	5	6	6
15	4	4	4	3	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	6	5	5
Total	51	55	59	58	60	56	58	56	64	65	65	60	66	73	68	75	78	78	76	80
Rerata	3,40	3,67	3,93	3,87	4,00	3,73	3,87	3,73	4,27	4,33	4,33	4,00	4,40	4,87	4,53	5,00	5,20	5,20	5,07	5,33

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A	3,400	3,667	3,933	3,867	14,867	3,717	0,240
B	3,933	3,667	3,733	3,667	15,000	3,750	0,126
C	4,267	4,333	4,333	4,000	16,933	4,233	0,159
D	4,400	4,867	4,533	5,000	18,800	4,700	0,280
E	5,200	5,200	5,067	5,333	20,800	5,200	0,109
Total	21,200	21,733	21,600	21,867	86,400		

FK	311,04
JKT	69,24
JKP	68,67
JKG	0,57

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F1%
Perlakuan	4	68,67	17,17	454,4265	3,055	4,893
Galat	15	0,57	0,037778			
Total	19	69,24				

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

T tabel	2,13145
BNT	0,20714

Notasi Skoring Aroma

		A	B	C	D	E	Notasi
		3,717	3,750	4,230	4,700	5,200	
A	3,717	0,00					a
B	3,750	0,03	0,00				a
C	4,230	0,52	0,48	0,00			b
D	4,700	0,98	0,95	0,47	0,00		c
E	5,200	1,48	1,45	0,97	0,50	0,00	d

Lampiran 15. Analisis Skoring Warna

***Score sheet* Uji Skoring Warna**

Panelis	Perlakuan																			
	A				B				C				D				E			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	6	5	5	5	4
2	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	6	5	5	5	6	6
3	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	6	5	5	6	5	5	6	5
4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	6	5	5
5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	6
6	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
7	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	6	4	4	4	5	5	6	5
8	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	6	6	5	5	5
9	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	6	6
10	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5	6	5	5
11	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	6	5	5	5
12	3	4	5	5	5	5	4	5	5	5	6	4	5	5	6	6	6	5	5	6
13	4	4	5	4	3	4	5	5	4	4	5	5	5	6	6	5	5	5	6	5
14	3	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	6
15	4	5	4	4	4	5	4	5	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6
Total	62	63	65	64	63	68	64	72	70	68	70	71	73	70	75	78	77	78	81	80
Rerata	4,13	4,20	4,33	4,27	4,20	4,53	4,27	4,80	4,67	4,53	4,67	4,73	4,87	4,67	5,00	5,20	5,13	5,20	5,40	0,00

Perlakuan	Ulangan				Total Perlakuan	Rerata	Standar Deviasi
	I	II	III	IV			
A	4,133	4,200	4,333	4,267	16,933	4,233	0,086
B	4,200	4,533	4,267	4,800	17,800	4,450	0,274
C	4,667	4,533	4,667	4,733	18,600	4,650	0,084
D	4,867	4,667	5,000	5,200	19,733	4,933	0,224
E	5,133	5,200	5,400	5,333	21,067	5,267	0,122
Total	23,000	23,133	23,667	24,333	94,133		

FK	369,21
JKT	76,94
JKP	76,47
JKG	0,46

ANOVA

SK	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F1%
Perlakuan	4	76,47	19,12	617,47	3,055	4,893
Galat	15	0,46	0,03096			
Total	19	76,94				

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

T tabel	2,13145
BNT	0,18753

Notasi Skoring Warna

		A	B	C	D	E	Notasi
		4,233	4,450	4,650	4,933	5,267	
A	4,233	0,00					a
B	4,450	0,22	0,00				b
C	4,650	0,42	0,20	0,00			c
D	4,933	0,70	0,48	0,28	0,00		d
E	5,267	1,04	0,82	0,62	0,34	0,00	e

Lampiran 16. Hasil Uji GC-MS Perlakuan Terbaik Mikrokapsul *Crude* Minyak Ikan Lemuru

C:\GCMSsolution\Data\Project1\Nourkomala Sari ST.qgd

Lab Kimia Organik FMIPA - UGM

GCMS-QP2010S SHIMADZU
Kolom :AGILENT J&W DB-1
Panjang : 30 meter
ID : 0,25 mm
Gas pembawa : Helium
Pengionan : EI
70 Ev

Method

[Comment]

===== Analytical Line 1 =====

[GC-2010]
Column Oven Temp. :50.0 °C
Injection Temp. :300.00 °C
Injection Mode :Split
Flow Control Mode :Pressure
Pressure :12.0 kPa
Total Flow :60.0 mL/min
Column Flow :0.54 mL/min
Linear Velocity :26.6 cm/sec
Purge Flow :3.0 mL/min
Split Ratio :105.4
High Pressure Injection :OFF
Carrier Gas Saver :OFF
Splitter Hold :OFF
Oven Temp. Program

Rate	Temperature(°C)	Hold Time(min)
-	50.0	4.00
5.00	290.0	8.00

< Ready Check Heat Unit >
Column Oven : Yes
SPL1 : Yes
MS : No
< Ready Check Detector(FTD) >
< Ready Check Baseline Drift >
< Ready Check Injection Flow >
SPL1 Carrier : Yes
SPL1 Purge : Yes
< Ready Check APC Flow >
< Ready Check Detector APC Flow >
External Wait :No
Equilibrium Time :1.0 min

[GC Program]

[GCMS-QP2010]
IonSourceTemp :250.00 °C
Interface Temp. :305.00 °C
Solvent Cut Time :3.40 min
Detector Gain Mode :Relative
Detector Gain :+0.00 kV
Threshold :0

[MS Table]
--Group 1 - Event 1--
Start Time :3.50min
End Time :60.00min
ACQ Mode :Scan
Event Time :0.50sec
Scan Speed :1250
Start m/z :28.00
End m/z :600.00

Sample Inlet Unit :GC

[MS Program]
Use MS Program :OFF

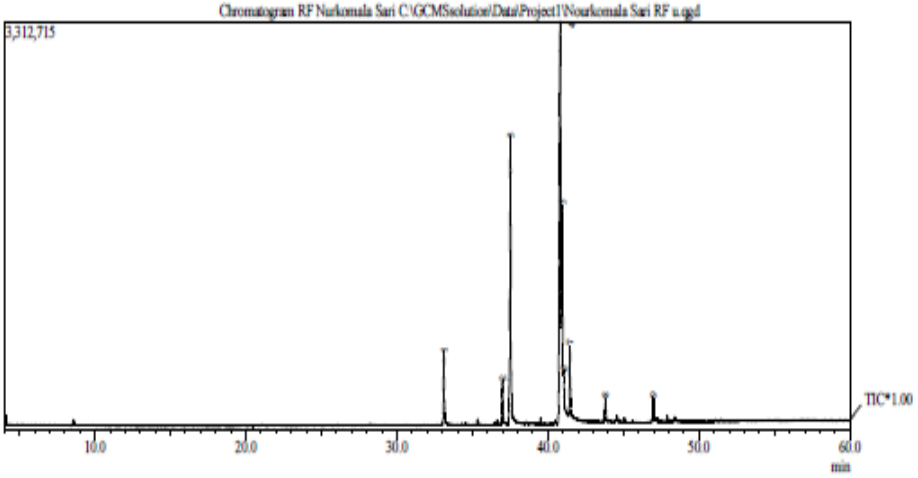
C:\GCMSsolution\Data\Project1\Nourkomala Sari RF u.qgd 10/6/2015

Lab Kimia Organik FMIPA - UGM

Sample Information

Analyzed by : Admin
Sample Name : RF Nurkomala Sari
Sample ID : 8.15.14.2
Data File : C:\GCMSsolution\Data\Project1\Nourkomala Sari RF u.qgd
Method File : C:\GCMSsolution\Data\Project1\biodisel.qgm
Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\JUNI 1 2015.qgt

Chromatogram RF Nurkomala Sari C:\GCMSsolution\Data\Project1\Nourkomala Sari RF u.qgd



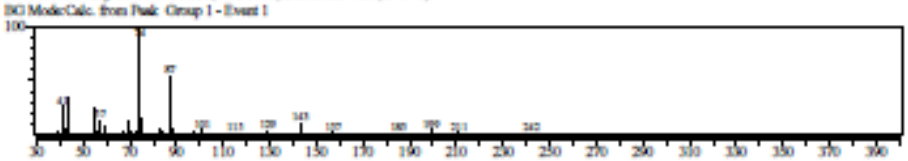
Peak Report TIC

Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Name
1	33.105	33.025	33.225	2426303	5.12	578621	
2	36.986	36.908	37.092	1432240	3.02	338766	
3	37.511	37.392	37.675	10688287	22.57	2302121	
4	40.808	40.650	40.900	20687355	43.68	3237352	
5	40.952	40.900	41.017	7363059	15.55	1708952	
6	41.033	41.017	41.183	1224364	2.59	354758	
7	41.455	41.375	41.567	2288627	4.83	557280	
8	43.809	43.758	43.892	483394	1.02	137575	
9	46.980	46.908	47.083	768810	1.62	180271	
				47362439	100.00	9395696	

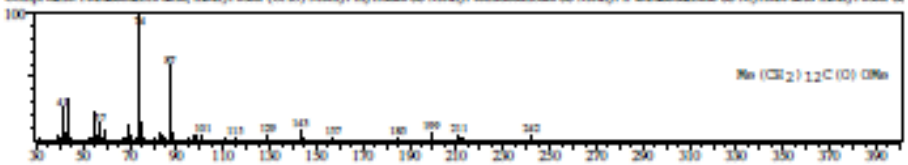
Sample Information

RF Nurkomala Sari
C:\GCMSsolution\Data\Project1\Nourkomala Sari RF u.qgd

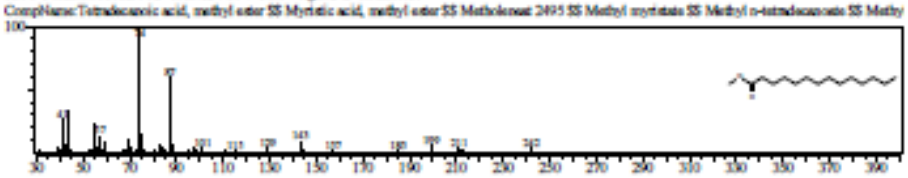
Library
<<Target>>
Line#:1 R.Time:33.108(Scan#:3554) Mass/value:42
RawMode:Averaged 33.100-33.117(3553-3555) Base/Peak:74.00(134848)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



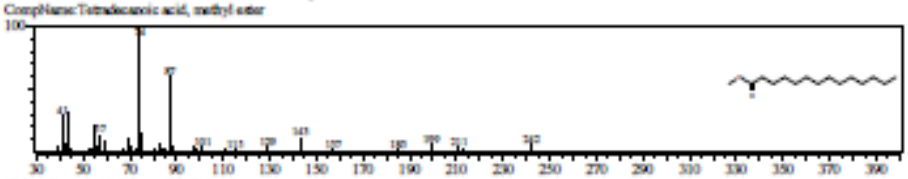
Hit#:1 Entry:103147 Library:WILEY229.LIB
SI:98 Formula:C15H30O2 CAS:124-10-7 MolWeight:242 RetIndex:0
CompName:Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl myristate $$ Methyl tetradecanoate $$ Methyl n-tetradecanoate $$ Myristic acid methyl ester $$



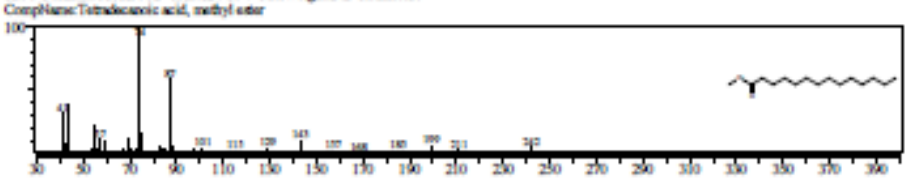
Hit#:2 Entry:32399 Library:NIST62.LIB
SI:98 Formula:C15H30O2 CAS:124-10-7 MolWeight:242 RetIndex:0
CompName:Tetradecanoic acid, methyl ester $$ Myristic acid, methyl ester $$ Metholeoate 2495 $$ Methyl myristate $$ Methyl n-tetradecanoate $$ Methy



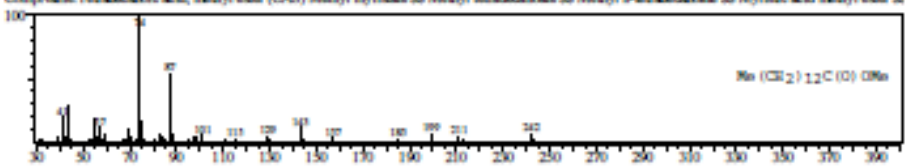
Hit#:3 Entry:9006 Library:NIST12.LIB
SI:98 Formula:C15H30O2 CAS:124-10-7 MolWeight:242 RetIndex:0
CompName:Tetradecanoic acid, methyl ester



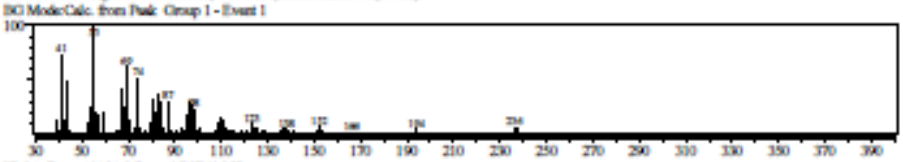
Hit#:4 Entry:9007 Library:NIST12.LIB
SI:96 Formula:C15H30O2 CAS:124-10-7 MolWeight:242 RetIndex:0
CompName:Tetradecanoic acid, methyl ester



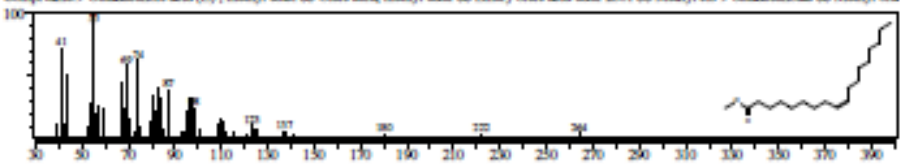
Hit#:5 Entry:103145 Library:WILEY229.LIB
SI:96 Formula:C15H30O2 CAS:124-10-7 MolWeight:242 RetIndex:0
CompName:Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl myristate $$ Methyl tetradecanoate $$ Methyl n-tetradecanoate $$ Myristic acid methyl ester $$



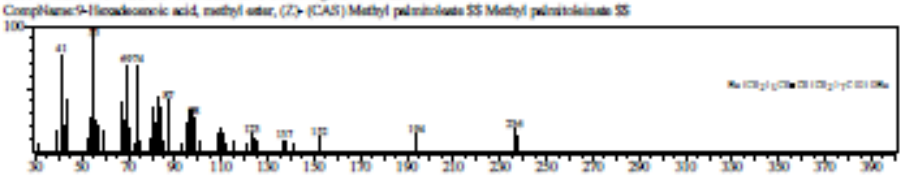
<<Target>>
Line#:2 R.Time:36.980(Scan#:4019) MassPeaks:87
RawMode:Averaged 36.975-36.992(4018-4020) BasePeak:55.00(30511)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



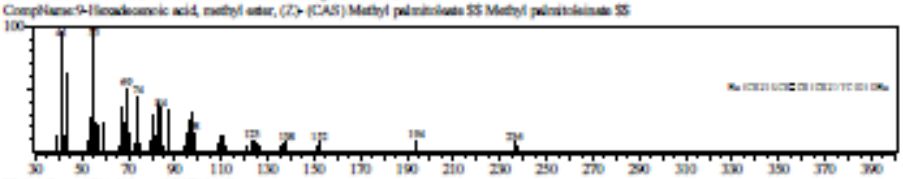
Hit#:1 Entry:42154 Library:NIST62.LIB
SI:96 Formula:C19H36O2 CAS:112-62-9 MolWeight:296 RetIndex:0
CompName:9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester $$ Oleic acid, methyl ester $$ Emery oleic acid ester 2301 $$ Methyl cis-9-octadecenoate $$ Methyl ole



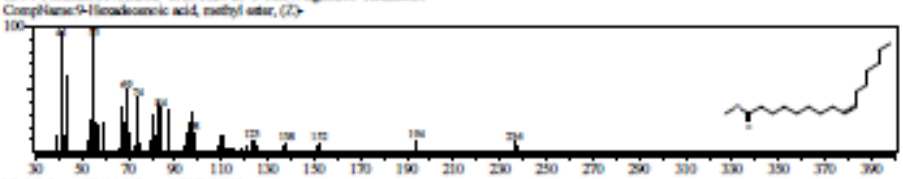
Hit#:2 Entry:123657 Library:WILEY229.LIB
SI:95 Formula:C17 H32 O2 CAS:1120-25-8 MolWeight:268 RetIndex:0
CompName:9-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)- (CAS) Methyl palmitoleate $$ Methyl palmitoleinate $$



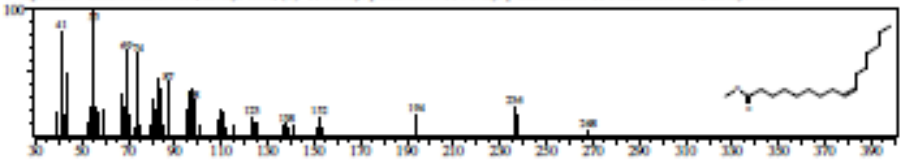
Hit#:3 Entry:123655 Library:WILEY229.LIB
SI:94 Formula:C17 H32 O2 CAS:1120-25-8 MolWeight:268 RetIndex:0
CompName:9-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)- (CAS) Methyl palmitoleate $$ Methyl palmitoleinate $$

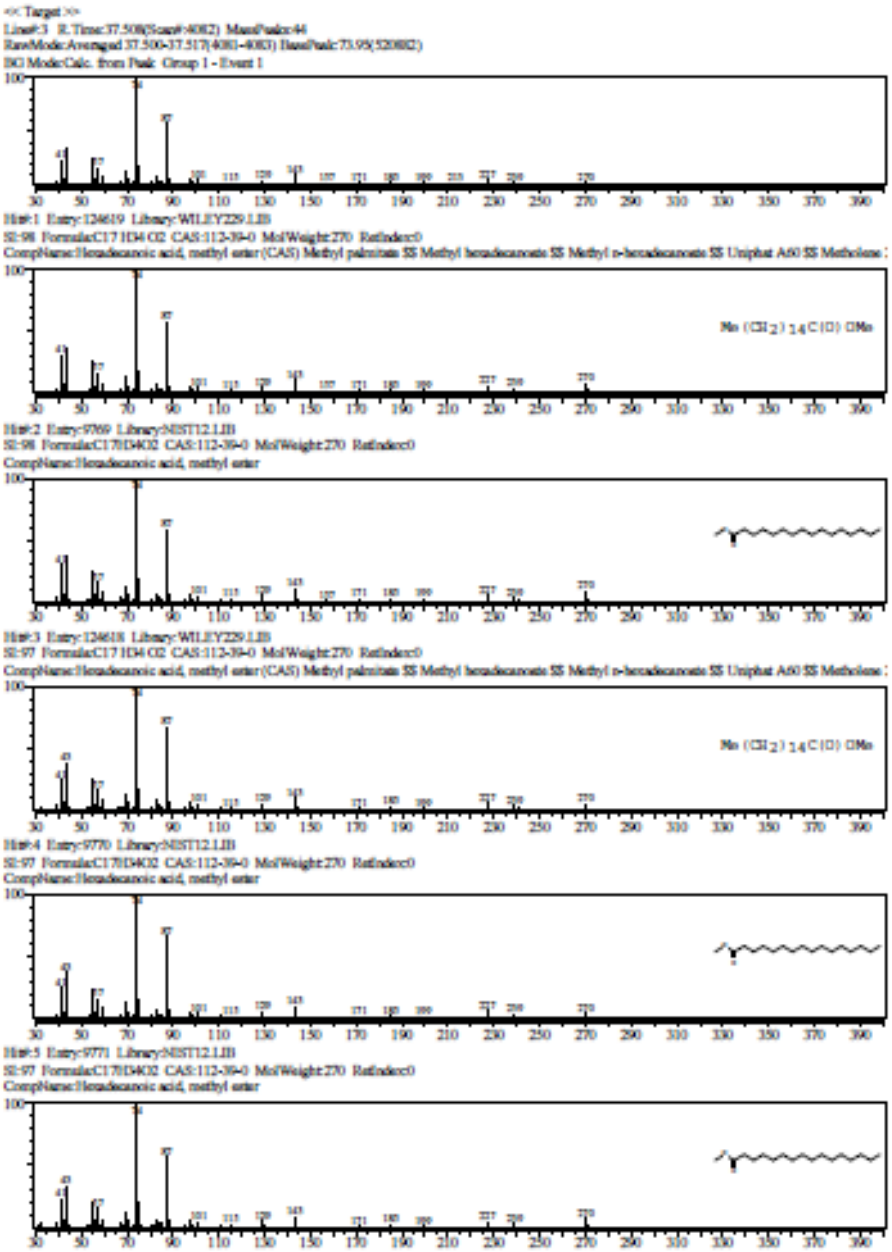


Hit#:4 Entry:9700 Library:NIST12.LIB
SI:94 Formula:C17H32O2 CAS:1120-25-8 MolWeight:268 RetIndex:0
CompName:9-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-

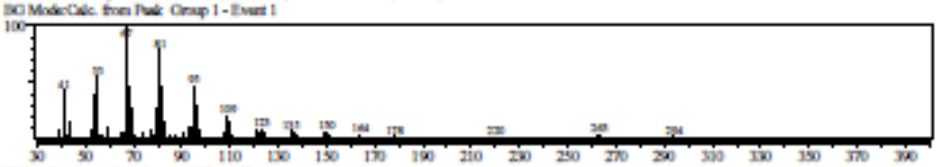


Hit#:5 Entry:37404 Library:NIST62.LIB
SI:93 Formula:C17H32O2 CAS:1120-25-8 MolWeight:268 RetIndex:0
CompName:9-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)- $$ Methyl palmitoleate $$ Methyl palmitoleinate $$ Palmitoleic acid, methyl ester

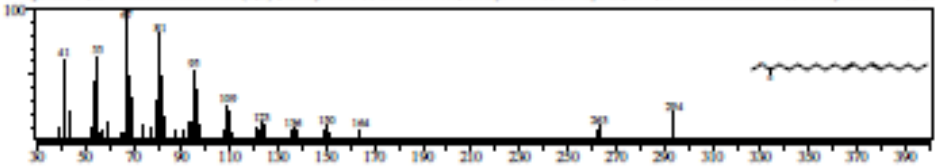



Hit#:1 Entry:124619 Library:WILEY229.LIB
Hit#:2 Entry:9769 Library:NIST12.LIB
Hit#:3 Entry:124618 Library:WILEY229.LIB
Hit#:4 Entry:9770 Library:NIST12.LIB
Hit#:5 Entry:9771 Library:NIST12.LIB

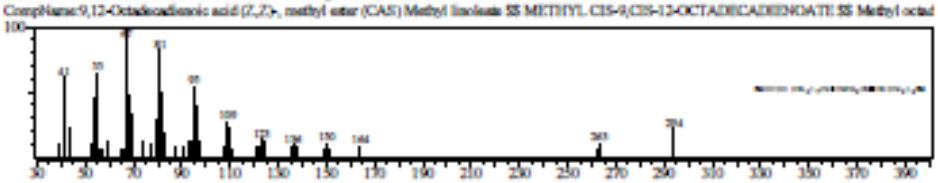
<< Target >>
Line#:4 R.Time:40.808(Scan#:4478) MassPeaks:75
RawMode:Averaged 40.800-40.817(4477-4479) BasePeak:67.00(295377)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



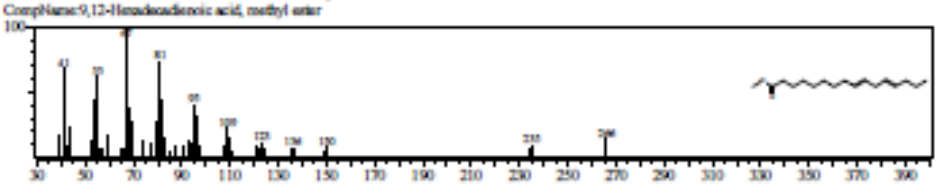
Hit#:1 Entry:41849 Library:NIST62.LIB
SI:95 FormulaC19H34O2 CAS:112-63-0 MolWeight:294 RetIndex:0
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester $$ Linoleic acid, methyl ester $$ Methyl cis,cis-9,12-octadecadienoate $$ Methyl linoleate $$ M



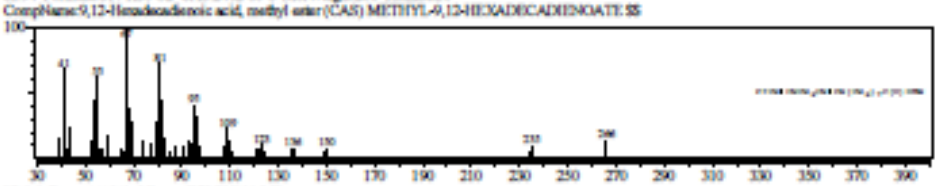
Hit#:2 Entry:141539 Library:WILEY229.LIB
SI:94 FormulaC19H34O2 CAS:112-63-0 MolWeight:294 RetIndex:0
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester (CAS) Methyl linoleate $$ METHYL CIS-9,CIS-12-OCTADECADIENOATE $$ Methyl octad



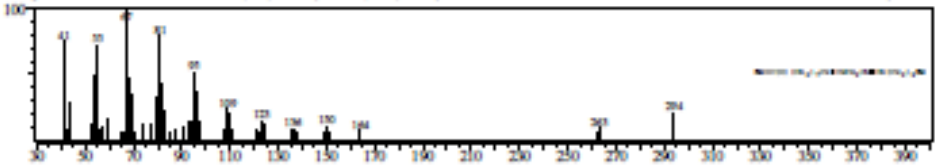
Hit#:3 Entry:37018 Library:NIST62.LIB
SI:94 FormulaC17H30O2 CAS:2462-80-8 MolWeight:266 RetIndex:0
CompName:9,12-Hexadecadienoic acid, methyl ester

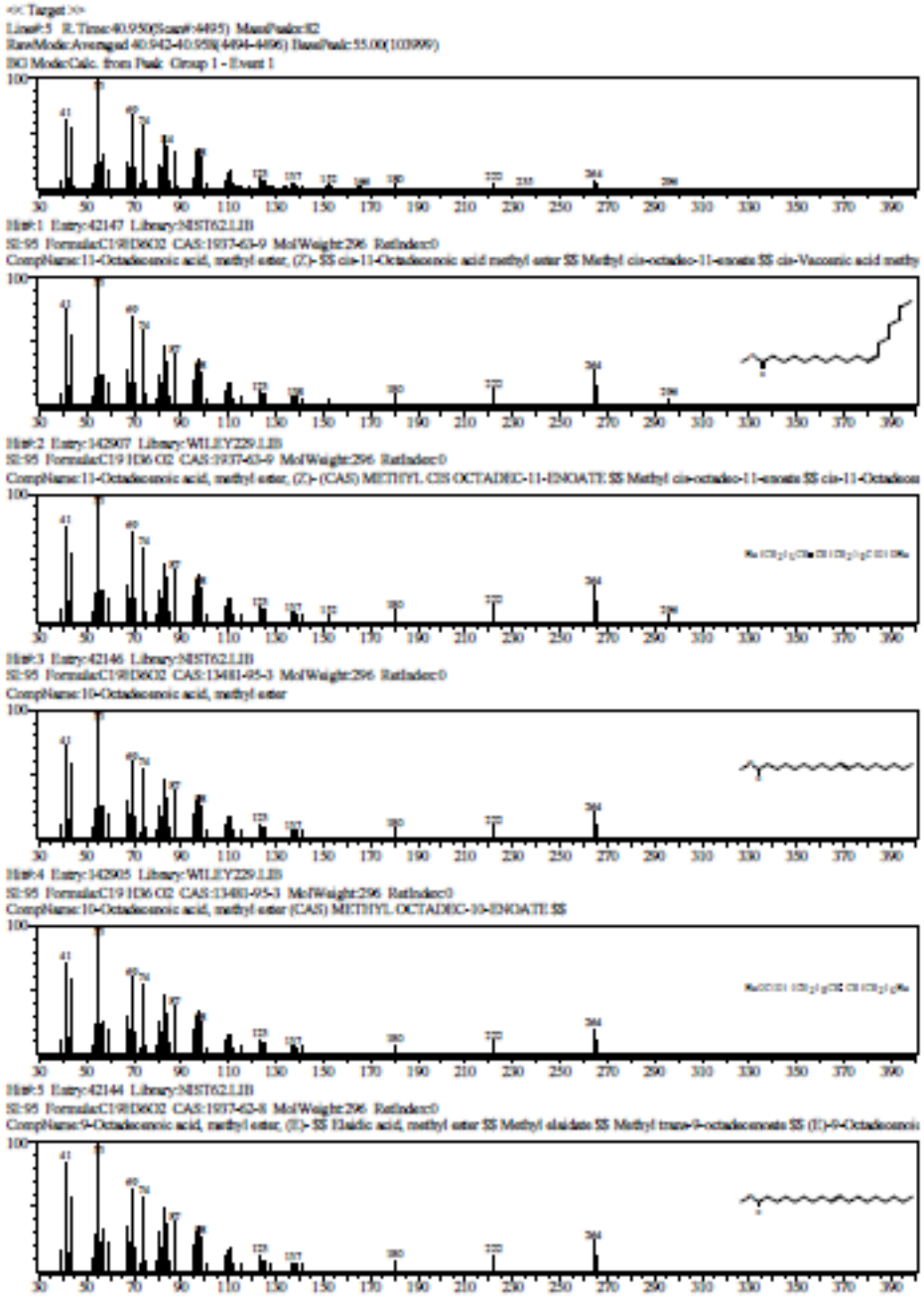


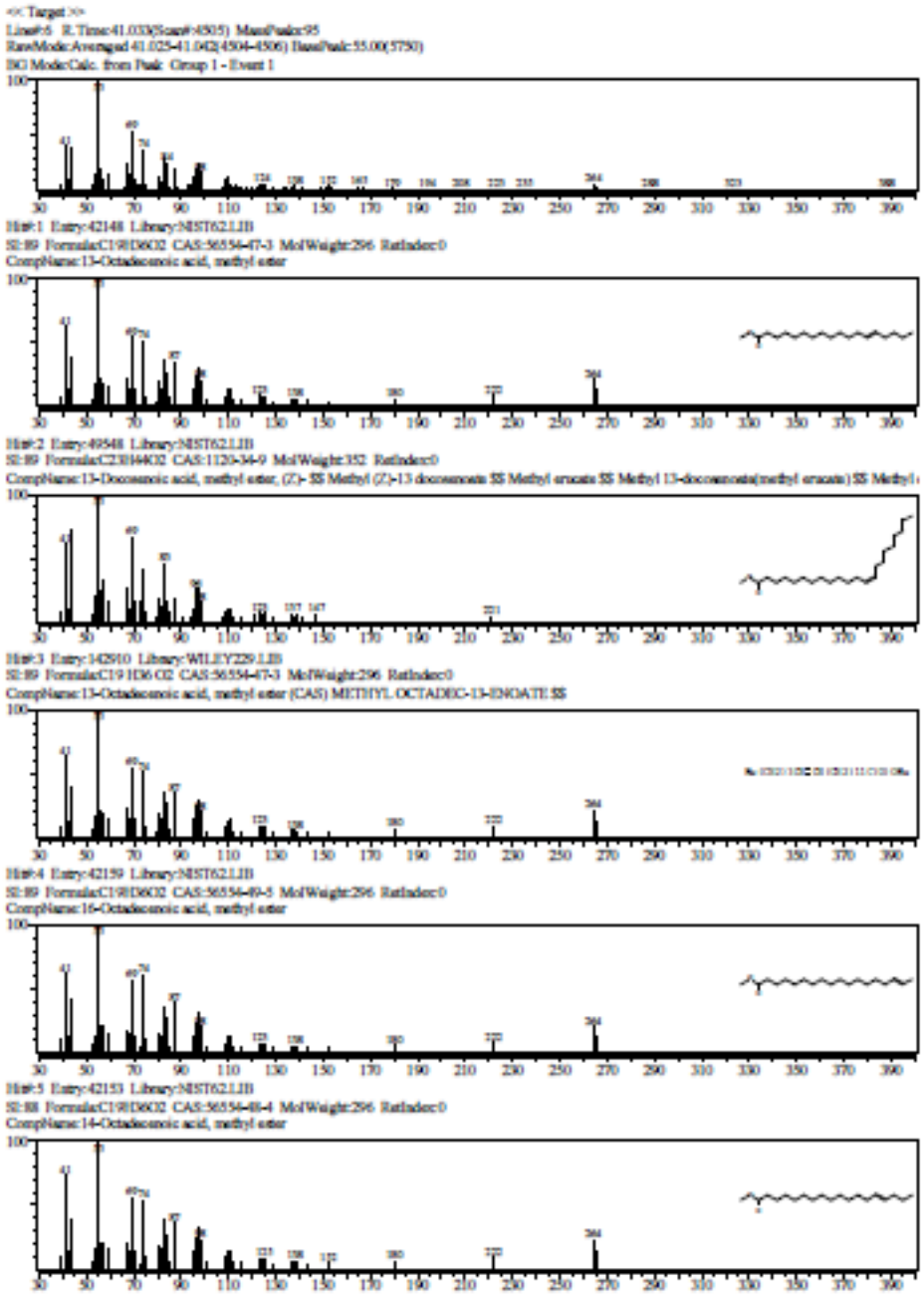
Hit#:4 Entry:121636 Library:WILEY229.LIB
SI:94 FormulaC17H30O2 CAS:2462-80-8 MolWeight:266 RetIndex:0
CompName:9,12-Hexadecadienoic acid, methyl ester (CAS) METHYL-9,12-HEXADECADIENOATE $$

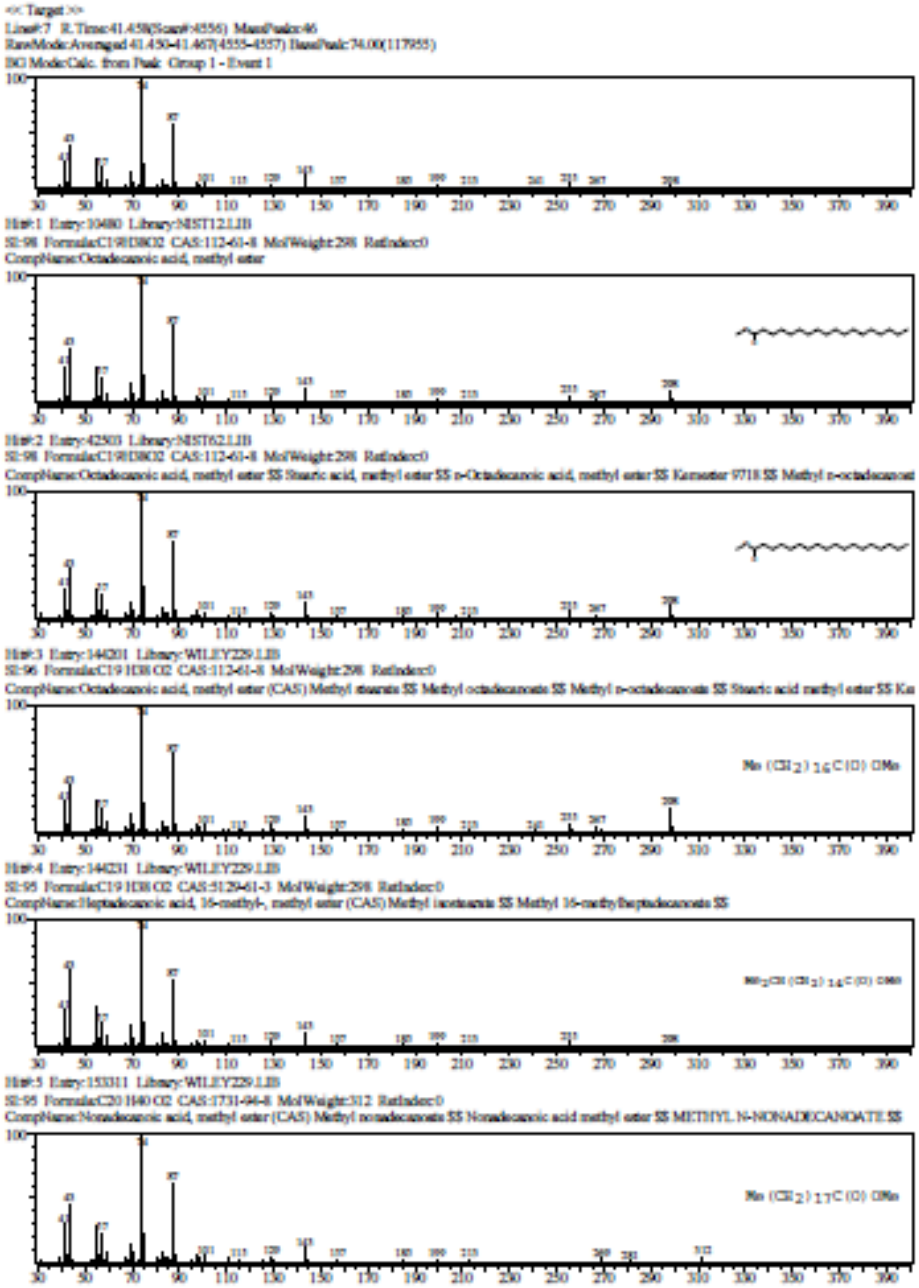


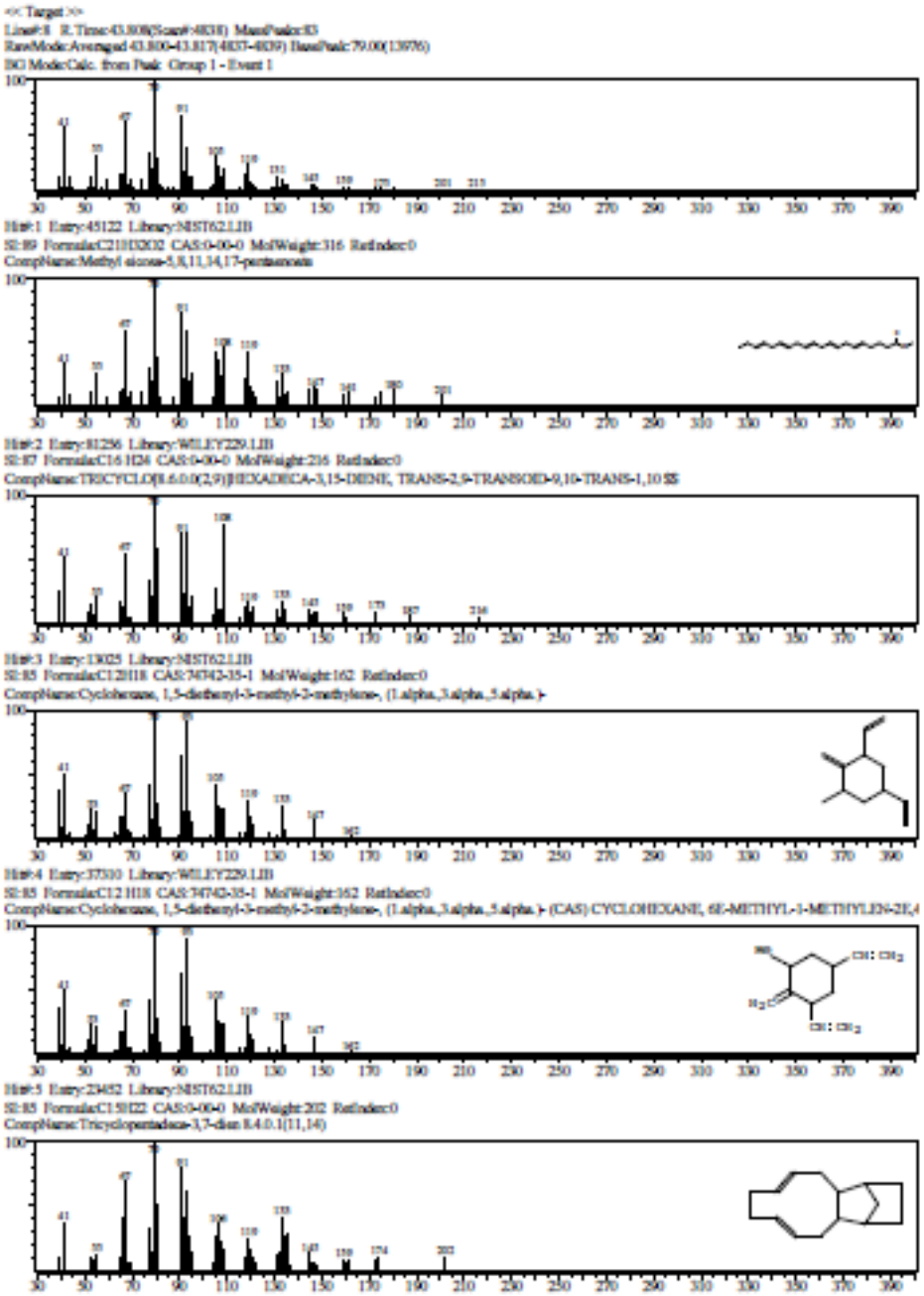
Hit#:5 Entry:141543 Library:WILEY229.LIB
SI:93 FormulaC19H34O2 CAS:112-63-0 MolWeight:294 RetIndex:0
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester (CAS) Methyl linoleate $$ METHYL CIS-9,CIS-12-OCTADECADIENOATE $$ Methyl octad

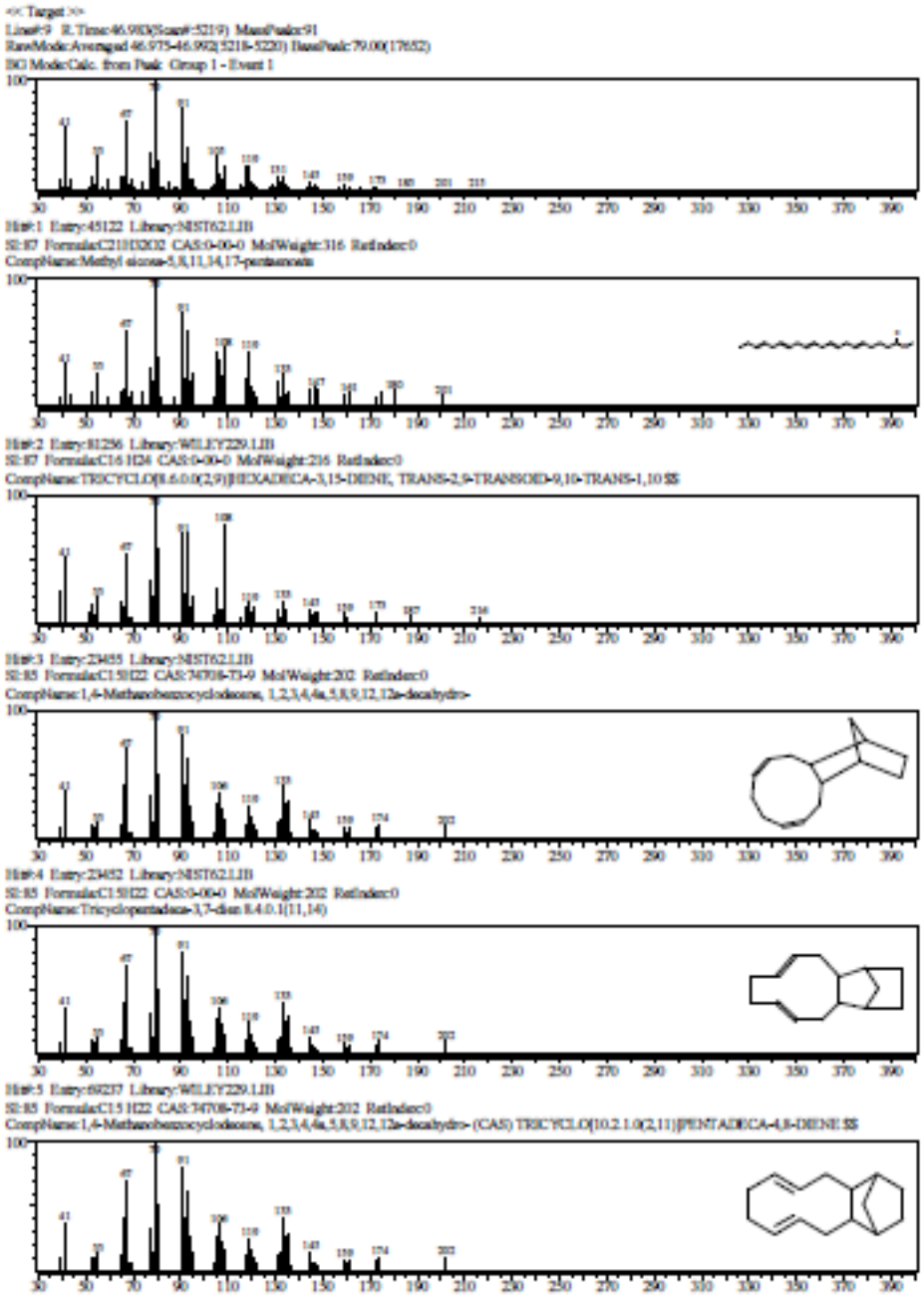



<<Target>>
Line#:5 R.Time:40.950(Scan#:4495) MassPeaks:82
RawMode:Averaged 40.942-40.958(4494-4496) BasePeak:55.00(103999)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1
Hit#:1 Entry:42147 Library:NIST62.LIB
SI:95 Formula:C19H36O2 CAS:1937-63-9 MolWeight:296 RetIndex:0
CompName:11-Octadecenoic acid, methyl ester, (Z)- $$ cis-11-Octadecenoic acid methyl ester $$ Methyl cis-octadec-11-enoate $$ cis-Vaccenic acid methy
Hit#:2 Entry:142907 Library:WILEY229.LIB
SI:95 Formula:C19H36O2 CAS:1937-63-9 MolWeight:296 RetIndex:0
CompName:11-Octadecenoic acid, methyl ester, (Z)- (CAS) METHYL CIS OCTADEC-11-ENOATE $$ Methyl cis-octadec-11-enoate $$ cis-11-Octadecen
Hit#:3 Entry:42146 Library:NIST62.LIB
SI:95 Formula:C19H36O2 CAS:13481-95-3 MolWeight:296 RetIndex:0
CompName:10-Octadecenoic acid, methyl ester
Hit#:4 Entry:142905 Library:WILEY229.LIB
SI:95 Formula:C19H36O2 CAS:13481-95-3 MolWeight:296 RetIndex:0
CompName:10-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) METHYL OCTADEC-10-ENOATE $$
Hit#:5 Entry:42144 Library:NIST62.LIB
SI:95 Formula:C19H36O2 CAS:1937-62-8 MolWeight:296 RetIndex:0
CompName:9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- $$ Elaidic acid, methyl ester $$ Methyl elaidate $$ Methyl trans-9-octadecenoate $$ (E)-9-Octadecenoi


<< Target >>
Hit#:1 Entry:42148 Library:NIST62.LIB
Hit#:2 Entry:49548 Library:NIST62.LIB
Hit#:3 Entry:142910 Library:WILEY229.LIB
Hit#:4 Entry:42159 Library:NIST62.LIB
Hit#:5 Entry:42153 Library:NIST62.LIB


<< Target >>
Line#:7 R.Time:41.458(Scan#:4556) MassPeaks:46
RawMode:Averaged 41.450-41.467(4555-4557) BasePeak:74.00(117955)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1
Hit#:1 Entry:10480 Library:NIST12.LIB
SI:98 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:0
CompName:Octadecanoic acid, methyl ester
Hit#:2 Entry:42503 Library:NIST62.LIB
SI:98 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:0
CompName:Octadecanoic acid, methyl ester $$ Stearic acid, methyl ester $$ n-Octadecanoic acid, methyl ester $$ Kemester 9718 $$ Methyl n-octadecanoat
Hit#:3 Entry:144201 Library:WILEY229.LIB
SI:96 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:0
CompName:Octadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl stearate $$ Methyl octadecanoate $$ Methyl n-octadecanoate $$ Stearic acid methyl ester $$ Ka
Hit#:4 Entry:144231 Library:WILEY229.LIB
SI:95 Formula:C19H38O2 CAS:5129-61-3 MolWeight:298 RetIndex:0
CompName:Heptadecanoic acid, 16-methyl-, methyl ester (CAS) Methyl isostearate $$ Methyl 16-methylheptadecanoate $$
Hit#:5 Entry:153311 Library:WILEY229.LIB
SI:95 Formula:C20H40O2 CAS:1731-94-8 MolWeight:312 RetIndex:0
CompName:Nonadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl nonadecanoate $$ Nonadecanoic acid methyl ester $$ METHYL N-NONADECANOATE $$


<< Target >>
Hit#:1 Entry:45122 Library:NIST62.LIB
Hit#:2 Entry:81256 Library:WILEY229.LIB
Hit#:3 Entry:13025 Library:NIST62.LIB
Hit#:4 Entry:37510 Library:WILEY229.LIB
Hit#:5 Entry:23452 Library:NIST62.LIB


Hit#:1 Entry:45122 Library:NIST62.LIB
Hit#:2 Entry:81256 Library:WILEY229.LIB
Hit#:3 Entry:23455 Library:NIST62.LIB
Hit#:4 Entry:23452 Library:NIST62.LIB
Hit#:5 Entry:69237 Library:WILEY229.LIB

86

88

90

92

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA