

**OPTIMALISASI PEMBUATAN *ENZYME MODIFIED CHEESE*  
(EMC) DENGAN KECEPATAN PENGADUKAN DAN SUHU  
FERMENTASI YANG BERVARIASI**

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Tugas Akhir  
Program Studi Teknologi Pangan*

**Oleh :**

**Shifa Atiyatul Hasanah**  
**12.302.0251**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**OPTIMALISASI PEMBUATAN *ENZYME MODIFIED CHEESE***  
**(EMC) DENGAN KECEPATAN PENGADUKAN DAN SUHU**  
**FERMENTASI YANG BERVARIASI**

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Sidang Tugas Akhir  
Program Studi Teknologi Pangan*

**Oleh :**  
**Shifa Atiyatul Hasanah**  
**12.302.0251**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**

**(Dr. Ir. Yudi Garnida, MP.)**

**(Dr. Ir. Nana Sutisna Achyadi, M.Sc.)**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas karunia dan kesehatan yang diberikan-Nya saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Optimalisasi Pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) dengan Kecepatan Pengadukan dan Suhu Fermentasi yang bervariasi”**. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah pada Nabi akhir zaman Rosululloh SAW. Semoga kita semua ada dalam golongan umatnya yang mendapat syafaat di hari akhir nanti. Amin.

Tugas Akhir yang berjudul “Optimalisasi Pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) dengan Kecepatan Pengadukan dan Suhu Fermentasi yang bervariasi” ini berisi tentang latar belakang optimalisasi enzim dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) atau *flavour* yang digunakan dalam produk keju, identifikasi masalah yang timbul, kerangka pemikiran, hipotesis pemikiran, tinjauan pustaka terkait bahan yang digunakan, bahan dan alat penelitian, metode penelitian yang mencakup rancangan percobaan dalam penelitian serta deskripsi penelitian.

Dengan segala keterbatasan saya selama proses penyusunan tugas akhir ini telah banyak ditemui berbagai hambatan, namun atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak pada akhirnya semua hambatan dapat teratasi. Saya mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung. Tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Yudi Garnida, M.P., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis.
2. Dr. Ir. Nana Sutisna Achyadi, M.Sc., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
3. Ir. Syarief Assalam., MT selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan saran kepada penulis.
4. Dra. Hj. Ela Turmala Sutrisno, M.Si. selaku koordinator tugas akhir program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan.
5. Dr. Ir. Yusep Ikrawan., M.Sc., selaku ketua Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
6. Orang Tua tercinta, Didi Junadi, SE dan Eti Atisah, SE yang telah mendoakan, mendukung dan memotivasi penulis dalam proses penelitian tugas akhir.
7. Destar Mulyadi, Grasaini Sofisticka, Gugun Gunawan, Wahyu Dewanto selaku tim yang selalu memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis.
8. Yogi, Idang, prima, Adit, Dani, Ivan, Asep, Jajang, Usman, Andi, Selly, Tita, Muriyati, Santi, Teti, Herlina, Rian, Ahmad, Irfan, Kiki sonjaya, Kiki wijaya, Engkus, Sofian, Reza, Fajar, selaku tim yang selalu membantu dan membimbing penulis selama proses *trial*.
9. Seluruh *staff* PT. Bangun Rasaguna Lestari yang selalu membimbing dan memberi semangat kepada penulis.
10. Jauza salsabila, Gelantine, M. Aflah Ali Fadhlullah, Risa ulfatun nisa, Ovi rukmana, Ummi fatimah, Azizah aulia rahma, Sitti nurwita lahmudin, Winda

susela, Apriyani, Dian anggraini febtianti yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

11. Kepada seluruh rekan angkatan 2012 yang telah memberikan dukungan dan bantuannya selama pengerjaan proposal usulan penelitian.

Akhir kata semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya khususnya mahasiswa Teknologi Pangan Universitas Pasundan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>INTISARI</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>I PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Identifikasi Masalah</b> .....	6
<b>1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian</b> .....	6
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	6
<b>1.5 Kerangka Pemikiran</b> .....	7
<b>1.6 Hipotesis Penelitian</b> .....	10
<b>1.7 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	10
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	11
<b>2.1 Enzim</b> .....	11
<b>2.2 Fermentasi</b> .....	15
<b>2.3 Keju</b> .....	19
<b>III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	222
<b>3.1 Bahan dan Alat Penelitian</b> .....	222
<b>3.2 Metode Penelitian</b> .....	222
<b>3.2.1 Penelitian Pendahuluan</b> .....	233
<b>3.2.2 Penelitian Utama</b> .....	233
<b>3.2.2.1 Rancangan Perlakuan</b> .....	23
<b>3.2.2.2 Rancangan Percobaan</b> .....	244
<b>3.2.2.3 Rancangan Penelitian</b> .....	244
<b>3.2.2.4 Rancangan Analisis</b> .....	26
<b>3.2.2.5 Rancangan Respon</b> .....	27
<b>3.2.2.5.1 Respon Kimia</b> .....	27

3.2.2.5.2 Respon Inderawi.....	27
3.3 Prosedur Penelitian .....	288
3.3.1 Prosedur Penelitian Pendahuluan .....	288
3.3.2 Prosedur Penelitian Utama.....	299
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Penelitian Pendahuluan .....	33
4.2 Penelitian Utama.....	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	54
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	54
DAFTAR PUSTAKA .....	56
LAMPIRAN.....	59

## DAFTAR TABEL

1. Model Rancangan Acak Kelompok pola faktorial 3 x 3 .....	24
2. Tata Letak Percobaan Faktorial 3 x 3 dengan 3 kali ulangan dalam Rancangan Acak Kelompok .....	24
3. Analisis Variansi (ANOVA) Percobaan Faktorial dengan RAK .....	25
4. Kriteria Skala Mutu Hedonik (Uji Kesukaan) .....	26
5. Hasil Uji Inderawi Terhadap Aroma pembuatan <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) untuk menentukan waktu yang terpilih .....	35
6. Hasil Analisa Kimia Kadar Air Terhadap Pembuatan <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) Untuk Menentukan Waktu yang Terpilih .....	37
7. Hasil Analisa Kimia Terhadap Kadar Protein Pembuatan <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) Untuk Menentukan Waktu yang Terpilih .....	38
8. Hasil Analisa Kimia Terhadap Kadar Lemak Pembuatan <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) Untuk Menentukan Waktu yang Terpilih .....	39
9. Hasil Uji lanjut Duncan Faktor K (Kecepatan Pengadukan) Terhadap Kadar Air <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) .....	40
10. Hasil Uji lanjut Duncan Faktor S (Suhu Fermentasi) Terhadap Kadar Air <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) .....	41
11. Pengaruh Interaksi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi Terhadap Respon Kimia Kadar Air <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) .....	41
12. Pengaruh Interaksi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi Terhadap Respon Kimia Kadar Protein <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) .....	57
13. Pengaruh perlakuan kecepatan pengadukan terhadap kadar lemak pembuatan <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) .....	58
14. Pengaruh perlakuan suhu fermentasi terhadap kadar lemak pembuatan <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) .....	58
15. Pengaruh perlakuan kecepatan pengadukan terhadap aroma pembuatan <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) .....	61
16. Pengaruh perlakuan suhu fermentasi terhadap aroma pembuatan <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) .....	61

17. Pengaruh perlakuan kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi pada Respon Organoleptik pembuatan pada *Enzyme Modified Cheese* (EMC) ..... 62
18. Pengaruh perlakuan kecepatan pengadukan terhadap Rasa dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) ..... 63
19. Pengaruh perlakuan suhu fermentasi terhadap Rasa dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) ..... 64
20. Pengaruh Interaksi Faktor Kecepatan Pengadukan dan Suhu Fermentasi terhadap Rasa dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC)..... 65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Alir Aktivasi Enzim <i>Candida cylindracea</i> .....	30
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC).....	31
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) .....	32

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Prosedur Analisis Kimia .....	60
2. Formulir Uji Inderawi .....	66
3. Perhitungan kebutuhan sampel .....	69
4. Hasil Uji Inderawi Penelitian Pendahuluan .....	71
5. Hasil Analisis Kimia Penelitian Pendahuluan.....	75
6. Hasil Inderawi <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) Penelitian Utama.....	78
7. Hasil Analisis Kimia <i>Enzyme Modified Cheese</i> (EMC) Penelitian Utama.....	94

## ABSTRAK

*Enzyme Modified Cheese* (EMC) adalah *flavor* keju yang dibuat melalui proses enzimatik yang dipercepat, dengan proses biokimia yang terjadi pada protein dan lemak di dalam keju natural. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) yang dibuat dengan bahan baku keju *Cheddar*. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai diversifikasi terhadap produk olahan susu sehingga meningkatkan nilai ekonomis dan citarasa.

Penelitian terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui waktu fermentasi yang optimal yang terdiri dari 6 jam, 8 jam dan 10 jam dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) untuk dijadikan acuan pada penelitian utama. Penelitian utama bertujuan untuk menentukan kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi optimal untuk pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC). Kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 50 RPM, 60 RPM, dan 70 RPM, sedangkan suhu fermentasi yang digunakan adalah 40<sup>0</sup>C, 45<sup>0</sup>C, dan 50<sup>0</sup>C. Rancangan percobaan yang akan digunakan dalam penelitian adalah pola faktorial (3x3) dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 kali ulangan.

Respon penelitian pendahuluan dan penelitian utama mencakup respon kimia yang terdiri dari kadar air, kadar protein dan kadar lemak, serta respon inderawi terhadap aroma dan rasa. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sampel terpilih dari penelitian pendahuluan adalah sampel dengan waktu fermentasi 10 jam. Hasil dari penelitian utama faktor kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap kadar air, kadar lemak, aroma dan rasa. Faktor suhu fermentasi berpengaruh terhadap kadar air, kadar lemak, aroma dan rasa. Interaksi antara kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi berpengaruh terhadap kadar air, kadar protein, aroma dan rasa.

Kata kunci : *Enzyme Modified Cheese* (EMC), kecepatan pengadukan, suhu fermentasi

## **ABSTRACT**

*Enzyme Modified Cheese (EMC) is the flavor of cheese being made through an accelerated enzymatic process, the biochemical processes that occur on protein and fat in natural cheese. The research objective was to determine the effect of stirring speed and temperature of fermentation in the manufacture of Enzyme Modified Cheese (EMC) are made with raw materials Cheddar cheese. The benefits of this research are as diversification to dairy products thereby increasing the economic value and flavor.*

*The study consisted of preliminary research and primary research. The preliminary study aims to determine the optimal fermentation time consisting of 6 hours, 8 hours and 10 hours in the manufacturing of Enzyme Modified Cheese (EMC) to be a reference to the main research. The main research aims to determine the stirring speed and optimal fermentation temperature for the manufacture of Enzyme Modified Cheese (EMC). stirring speed used was 50 RPM, 60 RPM, and 70 RPM, while the fermentation temperature used was 40<sup>0</sup>C, 45<sup>0</sup>C, and 50<sup>0</sup>C. The experimental design to be used in the research was factorial (3x3) in a randomized block design (RBD) with three replications.*

*Response preliminary research and primary research includes chemical response that consists of a water content, protein content and fat content, as well as sensory responses to the aroma and flavor. Based on the results of this study concluded that the sample was selected from the preliminary study is a sample with a fermentation time of 10 hours. Results of a major study presented stirring speed factors affect the water content, fat content, aroma and flavor. Fermentation temperature factors affect the water content, fat content, aroma and flavor. The interaction between the rate of stirring and the temperature of fermentation affect the water content, protein content, aroma and flavor.*

*Keywords : Enzyme Modified Cheese (EMC), stirring speed, temperature fermentation*

## **I PENDAHULUAN**

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

### **1.1 Latar Belakang**

Manusia telah mulai mengkonsumsi susu sejak ribuan tahun sebelum masehi. Susu merupakan salah satu produk hasil ternak yang penting bagi kehidupan melalui penyediaan zat gizi yang dibutuhkan oleh semua orang. Namun demikian, susu juga merupakan produk yang mudah rusak, sehingga memerlukan penanganan dan pengolahan secara cepat (Winarno, 1993).

Menurut Hadiyiwoto dalam Widyaningrum (2008), Susu merupakan bahan pangan dengan kandungan nutrisi lengkap dalam proporsi yang seimbang. Secara alamiah yang dimaksud susu adalah hasil perahan sapi atau hewan menyusui lainnya yang dapat dikonsumsi atau dapat digunakan sebagai bahan makanan yang aman dan sehat serta tidak dikurangi komponen-komponennya atau ditambah bahan-bahan lain. Produksi susu maupun konsumsi susu Nasional terus mengalami peningkatan. Produksi sebesar itu hanya memenuhi 25% - 30% kebutuhan konsumsi Nasional, sehingga harus didatangkan susu dan produk olahannya dari luar negeri seperti New Zealand, Australia, dan Philipina. Konsumsi susu di Indonesia masih tergolong sangat rendah bila dibandingkan dengan negara-negara lain. dengan hanya 7 liter/kapita/tahun (Widagdo, 2008).

Berdasarkan data statistik dinas peternakan provinsi Jawa Barat pada tahun 2010 sampai tahun 2014 perkembangan produksi susu sapi perah mengalami kenaikan dan penurunan. Dimana perincian data statistiknya sebagai berikut, pada tahun 2010 produksi susu sapi Jawa Barat mencapai 262.177 ton, tahun 2011 mengalami kenaikan menjadi 302.603 ton, tahun 2012 dan tahun 2013 mengalami penurunan produksi susu menjadi 281.438 ton dan 255.548 ton dan pada tahun 2014 mengalami kenaikan produksi susu menjadi 258.999 ton (BPS, 2014).

Konsumsi susu masyarakat Indonesia terbilang rendah berada pada kisaran 11,09 liter per kapita per tahun dibandingkan sejumlah negara di ASEAN sekitar 20 liter per kapita per tahun. Pertumbuhan sektor industri pengolahan susu pada tahun 2013 sebesar 12 persen atau meningkat dibandingkan pada tahun sebelumnya sebesar 10 persen. Kebutuhan bahan baku susu segar dalam negeri (SSDN) untuk susu olahan dalam negeri sekitar 3,3 juta ton per tahun, dengan pasokan bahan baku susu segar dalam negeri 690 ribu ton per tahun (21 persen) dan sisanya sebesar 2,61 juta ton (79 persen) masih harus diimpor dalam bentuk skim milk powder, anhydrous milk fat, dan butter milk powder dari berbagai negara seperti Australia, New Zealand, Amerika Serikat, dan Uni Eropa (Kemenperin, 2016).

Salah satu proses pengolahan susu adalah pembuatan keju yang secara ekonomis dapat meningkatkan nilai jualnya (Susilorini, 2006). Keju merupakan bahan makanan kaya protein penting bagi kesehatan. Selama ini sebagian masyarakat masih menganggap keju sebagai makanan yang mewah dan mahal.

Banyak masyarakat yang belum mengerti cara pembuatan keju sehingga menimbulkan kesan bahwa pembuatan keju sangat sulit (Murti, 2004).

Setyawati *et al.* (2013) adanya perubahan pada produk olahan susu seperti keju disebabkan karena fermentasi laktosa, sitrat, dan senyawa organik lainnya menjadi bermacam-macam asam, ester, alkohol dan senyawa pembentuk *flavor* dan aroma yang mudah menguap.

Menurut Charley, H dan Nugraha, S (2015), Keju merupakan pangan serbaguna yang biasanya ada pada menu sebagai perangsang selera, sebagai perangsang selera keju biasa dijumpai sebagai keju untuk pasta, keju olesan atau keju irisan. Keju sudah banyak dikenal oleh masyarakat memiliki nilai gizi yang tinggi. Citarasa keju yang memiliki aroma dan rasa yang khas dapat mencirikan suatu makanan memiliki segmentasi secara khusus (Herawati, 2011).

Kebutuhan keju di Indonesia terus meningkat. Berdasarkan data tahun 2002, konsumsi keju nasional sekitar 8000 ton per tahun, meningkat 20% dibanding tahun 2001. (Rakhman, 2010). Sedangkan tahun 2013, konsumsi keju mencapai sekitar 19.000 ton per tahun. Kebutuhan keju sebagian dipenuhi dengan cara di import, impor keju Indonesia dari Amerika Serikat yaitu sebesar 2.726 ton. Impor keju terus meningkat sebesar 5,96% per tahun (BPS, 2014).

Keju olahan (*Processed cheese*) adalah salah satu jenis keju yang dibuat dengan mencampur dan menghancurkan keju alami disertai dengan pemanasan, sehingga menghasilkan suatu produk yang seragam dan lentur. Bahan-bahan tambahan makanan yang biasa digunakan dalam pembuatan keju olahan adalah garam-garam pengemulsi, pewarna, air dan *flavor* (Dewi, 2007).

Suryani (2013) menyatakan aroma susu yang khas berasal dari asam lemak yang terdapat dalam susu. Asam lemak pada susu kerbau termasuk asam lemak volatil, asam lemak yang berpengaruh pada bau khas susu kerbau yaitu asam butirat, kaproat, kaplirat, kaprat, dan laurat, diantaranya yang mudah larut adalah asam butirat, kaprilat, dan kaprat.

Beberapa dekade terakhir terus meningkat permintaan konsumen terhadap penambahan rasa keju untuk makanan siap saji. Produksi *Enzyme Modified Cheese* (EMC) merupakan metode yang ekonomis dan konsisten untuk meningkatkan rasa keju dalam produk makanan yang membutuhkan sumber keju Cheddar, Swiss, dll (Mohebbi *et. al.*, 2008).

Menurut Patrick F. Fox, *et al.*, (2000), Teknologi yang digunakan untuk memproduksi *Enzyme Modified Cheese* (EMC) melibatkan inkubasi keju atau curd dengan enzim (protease, peptidase, lipase dan esterase) dalam bentuk adonan pasta dalam kondisi yang terkendali sampai rasa dan aroma yang diinginkan tercapai. Aroma dan rasa *Enzyme Modified Cheese* (EMC) bisa sampai 30 kali intensitas keju alami.

*Enzyme Modified Cheese* (EMC) dibuat dengan menambahkan enzim proteolitik dan lipolitik pada keju natural untuk mendapatkan *flavor* keju tua melalui proses enzimatik yang dipercepat. Dengan mengandalkan proses biokimia yang terjadi terhadap protein dan lemak di dalam keju natural, EMC dapat menjadi *flavor* dengan sumber natural dari keju. Seperti pada pembentukan *flavor* dalam keju natural, protein terurai menjadi peptida dan asam amino, sedangkan lemak menjadi asam lemak yang semua akan berpadu membentuk *flavor* keju

yang kuat. Terbentuknya peptida di sini dapat menyebabkan timbulnya rasa pahit, sedangkan asam lemak bebas akan berkontribusi pada *flavor* tengik yang tidak dikehendaki. Oleh karena itu, proses pembuatannya perlu dikendalikan.

*Flavor* keju sebagai ingredien untuk mendapatkan aroma dan rasa khas keju dalam pangan olahan, selain dapat menggunakan keju natural atau keju olahan, dapat juga digunakan beberapa bahan sebagai pengganti keju natural. Beberapa jenis produk yang dapat menghasilkan aroma dan rasa khas keju diantaranya keju bubuk, keju modifikasi enzim (*Enzyme Modified Cheese* atau EMC), dan *flavor* keju lainnya (Missel, 1996).

Menurut Krastanov, Govindarajan dan Daniel (2008), Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi menggunakan *Candida cylindracea* diantaranya adalah agitasi atau kecepatan pengadukan dan aerasi. Menurut M. Mohebbi *et al.*, (2000), dalam penelitian mengenai model dan optimalisasi viskositas dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) metode *fuzzy logic* dan *genetic algorithm* dengan perbedaan dosis penambahan enzim yaitu 0%, 0.10%, 0.15% dan 0.20%, perbedaan suhu fermentasi yaitu 30<sup>0</sup>C, 40<sup>0</sup>C dan 50<sup>0</sup>C dan perbedaan kecepatan pengadukan yaitu 100 Rpm, 200 Rpm dan 300 Rpm, data yang di dapat digunakan diolah menggunakan *Genetic Fuzzy Rule Base system* (GFRS) dan dijadikan evaluasi viskositas dalam pembuatan EMC. Menurut Barry. A. Law (1999), dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) suhu fermentasi dapat dilakukan pada suhu 40<sup>0</sup>C sampai 55<sup>0</sup>C dan lama fermentasi 8 jam sampai 36 jam.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Apakah kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) ?
2. Apakah suhu fermentasi berpengaruh terhadap pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC)?
3. Apakah ada interaksi antara kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC)?

## 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) yang dibuat dengan bahan baku keju.

Maksud dilakukannya penelitian adalah untuk mendapatkan hasil berupa warna, aroma dan rasa berdasarkan kecepatan pengadukan yang optimal dan suhu fermentasi yang optimal dalam proses pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai diversifikasi terhadap produk olahan susu, yaitu:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi bagi perkembangan ilmu pengetahuan bagi peneliti, kalangan akademis, dan instansi yang berhubungan dengan teknologi pangan.

2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai perkembangan ilmu dan teknologi pengolahan flavor keju
3. Meningkatkan nilai ekonomis keju yang selama ini harganya cukup tinggi.
4. Meningkatkan citarasa dan aroma pada produk olahan berbasis keju.

### 1.5 Kerangka Pemikiran

Menurut Barry. A. Law (1999), dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) suhu fermentasi dapat dilakukan pada suhu 40<sup>0</sup>C sampai 55<sup>0</sup>C dan lama fermentasi 8 jam sampai 36 jam.

Menurut McSweeney (2007), dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) dilakukan proses inkubasi selama 1 hari sampai 4 hari dengan pH 5-7 dan suhu 25<sup>0</sup>C sampai 45<sup>0</sup>C.

Menurut Patrick F. Fox., *et al.*, (2000), proses inkubasi dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) dilakukan pada suhu 40<sup>0</sup>C selama 48 jam.

Menurut M. Mohebbi., *et al.*, (2000), dalam penelitian mengenai model dan optimalisasi viskositas dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) metode *fuzzy logic* dan *genetic algorithm* dengan perbedaan dosis penambahan enzim yaitu 0%, 0.10%, 0.15% dan 0.20%, perbedaan suhu fermentasi yaitu 30<sup>0</sup>C, 40<sup>0</sup>C dan 50<sup>0</sup>C dan perbedaan kecepatan pengadukan yaitu 100 Rpm, 200 Rpm dan 300 Rpm, data yang di dapat digunakan diolah menggunakan *Genetic Fuzzy Rule Base system* (GFRS) dan dijadikan evaluasi viskositas dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).

Berdasarkan kapasitas alat yang digunakan dalam perusahaan, kecepatan pengadukan minimum adalah 10 Rpm dan kecepatan pengadukan maksimum yang dapat digunakan adalah 100 Rpm dengan suhu yang dapat diatur.

Menurut Lucia (2008), menyatakan fermentasi dapat dilakukan dengan metode kultur permukaan dan kultur terendam (*Submerged*). Media kultur permukaan dapat berupa medium padat, semi padat atau cair. Sedangkan kultur terendam dilakukan dalam media cair menggunakan bioreaktor yang dapat berupa labu yang diberi aerasi, labu yang digoyang dengan *shaker* atau fermentor. Kondisi optimum untuk proses fermentasi tergantung pada jenis mikroorganismenya. Faktor-faktor fisik dan kimia yang mempengaruhi proses fermentasi seperti suhu, pH, dan kebutuhan oksigen. Fermentasi medium cair dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu fermentasi tertutup (*batch culture*), fermentasi kontinu dan fermentasi *fed batch*.

Menurut Krastanov, Govindarajan dan Daniel (2008), Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi menggunakan *Candida cylindracea* diantaranya adalah agitasi atau kecepatan pengadukan dan aerasi.

Menurut Subramaniam, R. dan Vimala, R, (2012), menyatakan *Sumerged Fermentation* (SMF) atau Fermentasi menggunakan substrat cair, seperti molase dan kaldu. Teknik fermentasi ini sangat cocok bagi mikroorganismenya seperti bakteri yang membutuhkan kadar air yang tinggi. Keuntungan tambahan dari teknik ini adalah bahwa pemurnian produk lebih mudah. *Sumerged Fermentation* (SMF) terutama digunakan dalam ekstraksi metabolit sekunder yang perlu

digunakan dalam bentuk cair. Substrat yang digunakan harus sesuai, sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan.

Menurut siti (2011), menyatakan fermentasi cair atau fermentasi terendam dilakukan dengan menggunakan 100 ml labu Erlenmeyer yang berisi 5 gram nanas sebagai substrat dalam 50 ml air suling. Medium fermentasi kemudian diautoklaf pada suhu 121 °C selama 20 menit. Setelah sterilisasi, 1 ml suspensi spora adalah di inokulasi. fermentasi ini dilakukan pada rotary shaker 130 Rpm (khairnar *et al.*,2009). Adapun ekstraksi enzim kasar, bahan fermentasi secara langsung disaring melalui kain tipis dan kemudian disentrifugasi pada 6000 Rpm selama 15 menit (Sandhya *et al.*, 2004)

Menurut Antosusanto (2011) *Batch Process* merupakan fermentasi dengan cara memasukan media dan inokulum secara bersamaan ke dalam bioreactor dan pengambilan produk dilakukan pada akhir fermentasi. Pada *system batch*, bahan media dan inokulum dalam waktu yang hampir bersamaan di masukan ke dalam bioreaktor, dan pada saat proses berlangsung akan terjadi terjadi perubahan kondisi di dalam bioreaktor (nutrisi akan berkurang, produk serta limbah). Pada *system fermentasi Batch*, pada pasarnya prinsipnya merupakan sistem tertutup, tidak ada penambahan media baru, ada penambahan oksigen (-O<sub>2</sub>) dan *aerasi*, *antifoam* dan asam/basa dengan cara kontrol pH. *Batch Fermentation* banyak diterapkan dalam dunia industri, karena kemudahan dalam proses sterilisasi dan pengontrolan alat.

## 1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka dapat diperoleh suatu hipotesis yaitu sebagai berikut :

1. Diduga kecepatan pengadukan yang optimal akan berpengaruh terhadap pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).
2. Diduga suhu fermentasi optimal berpengaruh terhadap pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).
3. Diduga adanya interaksi antara kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).

## 1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Bangun Rasaguna Lestari jalan Cibatuh Mulya 3 No. 45, Jati Endah, Cilengkrang, Kab. Bandung dan di Laboratorium Fisiologi Hasil Balai Penelitian Tanaman dan Sayuran (BALITSA) jalan Tangkuban Perahu No. 517 Lembang, Bandung. Penelitian dilakukan pada Bulan Juli 2016 sampai dengan Bulan September 2016.

## II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1) Enzim, (2) Fermentasi, (3) Keju.

### 2.1 Enzim

Enzim adalah biomolekul berupa protein berbentuk bulat (globular), yang terdiri atas satu rantai polipeptida atau lebih dari satu rantai polipeptida (Wirahadikusumah, 1989). Enzim berfungsi sebagai katalis atau senyawa yang dapat mempercepat proses reaksi tanpa habis bereaksi. Dengan adanya enzim, molekul awal yang disebut substrat akan dipercepat perubahannya menjadi molekul lain yang disebut produk (Smith, 1997; Grisham *et al.*, 1999).

Enzim merupakan produk yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan telah menjadi alat praktis yang penting karena sangat diperlukan untuk menunjang berbagai proses dalam industri pangan maupun non pangan. Contoh pemanfaatan enzim yaitu pada proses industri untuk hidrolisis lemak atau minyak menjadi asam lemak dan gliserol (Sri, dkk, 2011).

Proses hidrolisis enzimatik dengan menggunakan enzim lipase dapat beroperasi pada suhu yang relatif rendah antara 30°C - 60°C dan tekanan atmosferik, sehingga aman bagi lingkungan proses kerja enzim dan tidak memerlukan energi yang cukup besar. Di samping itu, produk yang dihasilkan mempunyai kualitas yang relatif lebih baik dibandingkan produk sejenis yang dibuat dengan proses kimia atau fisika, karena relatif tidak terjadi kerusakan akibat pemanasan pada suhu tinggi (Sri, dkk, 2011).

Menurut Gandhi (1997) lipase merupakan enzim yang memiliki peran penting dalam bioteknologi modern. Lipase terkenal memiliki aktivitas yang

tinggi dalam reaksi hidrolisis dan dalam kimia sintesis. Lipase dapat berperan sebagai biokatalis untuk reaksi-reaksi hidrolisis, esterifikasi, alkoholisis, asidolisis, dan aminolisis (Sri, dkk, 2011).

Lipase menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas, gliserida parsial, dan gliserol. Trigliserida sebagai substrat terdiri dari asam lemak rantai panjang yang tidak larut dalam air (Shahani, 1975). Lipase menghidrolisis ikatan ester pada permukaan antara fase cair, dimana enzim terlarut dan fase substrat tidak terlarut. Lipase biasanya diproduksi oleh pankreas babi dan sapi, ragi *Candida*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, dan *Mucor* sp (Sri, dkk, 2011).

Menurut Ghandi (1997) lipase dari *Candida cylindracea* digunakan untuk menghidrolisis minyak dalam pembuatan sabun. Selain bidang farmasi, lipase juga digunakan dalam industri kosmetik, kulit, makanan, parfum, dan sintesis bahan organik lain (Sri, dkk, 2011).

Menurut Poedjiadi (1994) fungsi suatu enzim adalah sebagai katalis untuk proses biokimia yang terjadi dalam sel maupun di luar sel. Suatu enzim dapat mempercepat reaksi  $10^8$  sampai  $10^{11}$  kali lebih cepat daripada reaksi yang dilakukan tanpa katalis. Jadi enzim dapat berfungsi sebagai katalis yang sangat efisien, di samping itu mempunyai derajat kekhasan yang tinggi. Enzim mempunyai kekhasan yaitu hanya bekerja pada satu reaksi saja. Suatu enzim mempunyai ukuran yang lebih besar daripada substratnya. Oleh karena itu tidak seluruh bagian enzim dapat berhubungan dengan substrat, bagian enzim yang mengadakan hubungan dengan substrat disebut bagian aktif. Menurut Lehninger (1990) enzim berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat atau meningkatkan

kecepatan reaksi kimia dengan jalan menurunkan energi aktivasinya. Di sisi lain, untuk meningkatkan kecepatan reaksi kimia dapat juga dilakukan dengan meningkatkan suhu reaksi. Suhu yang tinggi dapat mempercepat gerak molekul. Namun demikian, penggunaan suhu tidak selamanya baik dan tepat, karena tidak semua senyawa (reaktan) dapat tahan terhadap suhu yang tinggi. Selain dapat merusak reaktan, penggunaan suhu tinggi juga mengakibatkan biaya proses yang lebih besar (Sri, dkk, 2011).

Lipase mikroba lebih banyak digunakan diantara sumber lipase baik berasal dari tumbuhan, hewan dan mikroba. Hal ini disebabkan karena mikroba dapat dengan mudah dibudidayakan dan lipase dapat mengkatalis berbagai reaksi hidrolisis dan sintesis. Lipase digunakan dalam berbagai bidang bioteknologi, seperti pengolahan makanan dan susu (keju pematangan, pengembangan rasa, EMC teknologi), deterjen, farmasi (naproxen, ibuprofen), agrokimia (insektisida, pestisida) dan oleokimia (hidrolisis lemak dan minyak) industri. Lipase dapat lebih dimanfaatkan di daerah baru dimana dapat berfungsi sebagai biokatalis potensial (Shakuntala *et al*, 2008).

Lipase yang dihasilkan bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah lama waktu inkubasi. Lama waktu inkubasi mempengaruhi jumlah lipase yang dihasilkan. Enzim dalam produksi makanan perlu dikontrol dalam prosesnya untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dan terhindar dari perubahan yang tidak diinginkan yang dihasilkan oleh enzim pada makanan. Sejumlah proses yang memerlukan kerja enzim seperti dalam pembuatan kue, keempukan pada daging, pencampuran jus buah dan *wine* yang membutuhkan aroma khas

menggunakan kerja enzim di dalam prosesnya. Dalam jumlah yang besar enzim yang komersil dimurnikan dari tanaman, hewan dan mikroba yang digunakan dalam industri pangan (Shakuntala *et al*, 2008).

Beberapa keuntungan penggunaan enzim dalam industri makanan yaitu secara alami tanpa menghasilkan racun yang mengkatalisis reaksi yang diberikan tanpa memberikan efek samping yang tidak diinginkan. Enzim aktif dalam kondisi suhu, pH, konsentrasi yang rendah dan katalis yang mudah di kontrol dan menjadi tidak aktif apabila reaksi yang diinginkan telah tercapai. Beberapa enzim yang biasa digunakan dalam industri pangan yaitu karbohidrase, protease, lipase dan beberapa oksidasi enzim (Shakuntala *et al*, 2008).

Lipase adalah enzim yang menghidrolisis ikatan ester di gliserida. Asam lemak terlibat dalam hidrolisis trigliserida dapat menyebabkan munculnya karakteristik aroma khas pada makanan. Lipase biasanya digunakan dalam pembuatan keju. Selama pematangan keju ada hidrolisis ekstensif lemak susu yang membentuk asam lemak yang bervariasi bertanggung jawab terhadap karakteristik aroma keju yang dihasilkan. Lipase juga digunakan dalam jumlah yang sedikit untuk aroma pada susu coklat (Shakuntala *et al*, 2008).

Pengaruh suhu pengujian terhadap aktivitas enzim lipase tertinggi dicapai pada suhu 30°C. Hasil ini sama dengan yang diperoleh untuk *Calvatia gigantea* (Christakopoulos, 1992) dan sedikit berbeda dengan penelitian menurut Colla dkk. (2015) pada pH 7,2 dan suhu 37°C yang menggunakan *Aspergillus flavus* pada fermentasi submerged (Murni, dkk, 2015).

Aktivitas lipase semakin menurun seiring dengan kenaikan suhu. Pencapaian aktivitas lipase terendah berada pada suhu 45°C, yang merupakan suhu tertinggi pada percobaan ini. Hal ini dikarenakan enzim lipase mengalami kerusakan pada suhu yang lebih tinggi (Murni, dkk, 2015).

Lipase bakteri pada umumnya mempunyai suhu optimum dalam jangkauan 30<sup>0</sup>C-60<sup>0</sup>C. Meskipun demikian ada beberapa lipase yang suhu optimumnya di atas atau di bawah jangkauan suhu tersebut. Lipase yang tetap stabil pada suhu tinggi ditemukan pada spesies bakteri *Bacillus*, *Chromobacterium*, *Pseudomonas*, dan *Staphylococcus*. Lipase yang dihasilkan *Bacillus* sp. tetap stabil pada suhu 70<sup>0</sup>C selama 150 menit (Gupta *et al.*, 2004) (Rosita, 2016).

*Candidida cylindracea* merupakan fungi yang menggunakan lipid dengan memanfaatkan kerja lipase. Lemak dan minyak di hidrolisis oleh enzim menjadi senyawa lebih sederhana dan digunakan sebagai sumber karbon dalam metabolisme lemak (heri, maria dkk,2012)

## **2.2 Fermentasi**

Fermentasi yaitu suatu proses pemecahan karbohidrat oleh enzim dalam kondisi anaerob (tanpa udara). Secara umum fermentasi baik dalam kondisi aerob maupun anaerob akan memecah karbohidrat menjadi asam laktat oleh *Streptococcus lactis*, dan asam asetat dirubah menjadi alkohol oleh bakteri *Acetobacter aceti* dalam kondisi aerob (Shakuntala *et al*, 2008).

Menurut Fardiaz (1992) mendefinisikan fermentasi sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anerobik, yaitu tanpa memerlukan

oksigen. Senyawa yang dapat di pecah dalam proses fermentasi terutama karbohidrat, sedangkan asam amino hanya dapat di fermentasi oleh beberapa jenis bakteri tertentu (Mudi, 2010).

Fermentasi media cair diartikan sebagai fermentasi yang melibatkan air sebagai fermentasi yang melibatkan air sebagai fase kontinyu dari sistem pertumbuhan sel bersangkutan atau substrat baik sumber karbon maupun mineral terlarut atau tersuspensi sebagai partikel-partikel dalam fase cair (Mudi, 2010).

Fermentasi cair dengan teknik tradisional tidak dilakukan pengadukan, berbeda dengan teknik fermentasi cair modern melibatkan fermentor yang dilengkapi dengan pengaduk agar medium tetap homogen, aerasi, pengatur suhu (pendingin dan pemanasan) dan pengaturan pH. Proses fermentasi cair modern dapat di kontrol lebih baik dan hasil uniform dan dapat diprediksi. Juga tidak dilakukan sterilisasi, namun pemanasan, perebusan dan pengukusan mematikan banyak mikroba kompetitor (Mudi, 2010).

Menurut Satiawihardja (1992) mendefinisikan fermentasi dengan suatu proses dimana komponen-komponen kimiawi dihasilkan sebagai akibat adanya pertumbuhan maupun metabolisme mikroba. Pengertian ini mencakup fermentasi aerob dan anaerob (Mudi, 2010).

Dalam Fermentasi makanan, material kompleks karbohidrat, protein, lemak, dan lainnya mengalami perubahan oleh kerja mikroorganisme dan enzim. Karbohidrat dalam bahan makanan mengalami prose fermentasi, protein mengalami proses proteolisis dan lemak mengalami proses lipolitik. Perubahan

pada makanan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jenis mikroorganisme, kondisi pertumbuhan dan metabolik (Shakuntala *et al*, 2008).

Falony dkk (2006) melakukan penelitian untuk memproduksi lipase menggunakan 12 jenis mikroorganisme dari jamur dan bakteri. Dari hasil penelitian, jamur *Aspergillus niger* J-1 dipilih untuk digunakan pada produksi lipase selanjutnya menggunakan teknik submerged fermentation (SmF) dan solid-state fermentation (SSF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi lipase dengan teknik *submerged fermentation* (SmF) pada kecepatan putaran 450 Rpm, volume fermentor : volume media 1 : 5, dan laju alir udara 1 vvm menggunakan sumber karbon kombinasi antara glukosa 2% dan minyak zaitun 2% memberikan aktivitas lipase tertinggi (0,99 IU/ml). Pada produksi lipase dengan teknik SSF menggunakan tepung gandum hasil terbaik diperoleh dengan menggunakan sumber nitrogen kombinasi (ammonium sulfat 0,75% dan urea 0,34%), kelembaban 65% (g/g dss), glukosa 1,5% (g/g dss), minyak zaitun 1,5% (g/g dss), dan garam dengan aktivitas lipase yang diperoleh 9,14 IU/g dss (4,8 IU/ml). Enzim lipase aktif pada temperatur 40-60°C dan pH 4-7 (Rosita, 2016).

Manfaat fermentasi dalam makanan yaitu menghasilkan aroma yang khas, perubahan tekstur, mengandung nutrisi yang lebih banyak. Mikroorganisme dalam senyawa kompleks mensintesis beberapa vitamin dan faktor pertumbuhan lainnya (Shakuntala *et al*, 2008).

Perubahan lipolitik antara lain mikroorganisme proteolitik protein dan senyawa nitrogen lainnya sehingga menghasilkan odor busuk sedangkan lipolitik menghidrolisis lipid sehingga menghasilkan perubahan asam lemak yang tidak

diinginkan dalam makanan. Untuk mendapatkan hasil aroma dan rasa yang diinginkan proses fermentasi harus dikontrol kandungan asam, alkohol, jenis starter yang digunakan, suhu, oksigen dan garam untuk mendapatkan produk yang berkualitas (Shakuntala *et al*, 2008).

Menurut Fardiaz (1992), fermentasi adalah proses pemecahan komponen karbohidrat dan asam amino oleh enzim mikroorganisme secara anaerobik untuk menghasilkan energi. Proses ini tidak memerlukan adanya oksigen dan pada saat fermentasi berlangsung, senyawa organik berperan sebagai penerima elektron terakhir sehingga hasil fermentasinya lebih stabil. Pada proses fermentasi, hanya sebagian bahan baku energi yang dipecah sehingga hanya dihasilkan sejumlah kecil energi CO<sub>2</sub>, dan beberapa produk akhir, seperti asam laktat, asam asetat, etanol, serta asam organik volatil lainnya (Buckle *et al.*, 1987). Karbohidrat merupakan senyawa utama yang dipecah dalam proses fermentasi sedangkan asam amino hanya dapat dipecah dalam proses fermentasi sedangkan asam amino hanya dapat oleh beberapa jenis bakteri tertentu (Fardiaz, 1992).

Makanan juga banyak mengandung lemak yang bermacam-macam komposisinya. Komponen penyusun lemak adalah asam-asam lemak dan gliserol. Asam-asam lemak berantai pendek lebih mudah dipecah dibandingkan asam-asam lemak berantai panjang. Asam lemak berantai pendek dapat ditemui pada lemak hewani, sedangkan asam lemak berantai panjang banyak terdapat pada minyak nabati. Lemak lebih sulit dipecah daripada karbohidrat dan protein. Pemecahan lemak kadang-kadang merugikan karena menyebabkan bau tengik dan tidak dikehendaki pada pematangan keju (Fardiaz, 1992).

### 2.3 Keju

*Enzyme Modified Cheese* (EMC) adalah dadih keju yang telah diperlakukan dengan enzim untuk menghasilkan bahan keju rasa terkonsentrasi. Langkah pertama umumnya melibatkan pembentukan pasta dengan memadukan keju dadih, dan bahan-bahan lainnya seperti sumber lemak dan protein, dengan air dan pengemulsi garam. Pasta tersebut kemudian dipasteurisasi pada suhu 72<sup>0</sup>C-80<sup>0</sup>C selama 10 menit - 20 menit, proses pasteurisasi bertujuan untuk menonaktifkan mikroorganisme dan enzim, homogen untuk meningkatkan luas permukaan lemak yang tersedia untuk lipolisis. Campuran enzim (misalnya protease, peptidase dan lipase) kemudian ditambahkan, kadang-kadang bersama dengan organisme starter, dan pasta yang diinkubasi selama 1 hari - 4 hari pada pH 5-7 dengan suhu 25<sup>0</sup>C - 45<sup>0</sup>C. Setelah rasa yang diinginkan tercapai, pasta akan dipanaskan untuk menonaktifkan enzim dan untuk menstabilkan produk. Pasta kemudian dapat homogen untuk meminimalkan pemisahan fase sebelum dikemas untuk dijual (EMC paste) atau dikeringkan sehingga bertekstur lembut dan dinamakan bubuk EMC. EMC digunakan untuk memberikan rasa keju untuk berbagai produk termasuk olahan dan keju analog, keju bubuk, sup, saus, kerupuk, salad dressing dan pelapis untuk makanan ringan. Rasa EMC mungkin cukup berbeda dari keju (memang banyak yang cukup pahit) tetapi ketika ditambahkan dalam tingkat rendah ke basis yang relatif hambar, mereka memberikan rasa dan aroma yang diinginkan untuk produk jadi. EMC memiliki sekitar 15 sampai 30 kali intensitas rasa keju alami dan mereka dapat dibuat untuk meniru rasa dari

berbagai varietas (misalnya Cheddar, Biru, Romano, Parmesan, Camembert, Gouda dan Gruyère) (McSweeney, 2007).

Proses pematangan yang dipercepat dilakukan dalam produksi *Enzyme Modified Cheese* (EMC), yang telah ditinjau oleh Kilcawley, Wilkinson, dan Fox (1998). Langkah-langkah dasar yang terlibat dalam produksi EMC diawali dari dadih segar atau keju muda dihomogenisasi dan dipasteurisasi, dan enzim (protease, peptidase, lipase) yang ditambahkan. Campuran diinkubasi selama periode yang diinginkan, tergantung pada aktivitas enzim ditambahkan, dan kemudian kembali dipasteurisasi untuk menonaktifkan mikrobiologi dan reaksi enzimatik. Produk ini dapat semprot atau dikomersialisasikan sebagai pasta. Meskipun rasa tidak menyerupai atau bahkan sama dengan keju alami, EMC memiliki kemampuan untuk menguatkan rasa keju di berbagai produk makanan, termasuk keju olahan, analog keju, saus keju, dan produk yang menggabungkan keju, seperti kerupuk dan keripik. Untuk aplikasi tersebut, EMC mungkin dapat menggantikan 20-50 kali aroma dan rasa dari keju alami dan karena itu memberikan alternatif yang lebih murah untuk keju alami untuk memberikan rasa keju pada makanan. Biaya khas keju Cheddar alami dan Cheddar EMC adalah \$ 3.75 dan \$ 12 per kg, masing-masing. Cheddar EMC adalah komersial yang paling penting, tetapi EMC yang memberikan aroma khas beberapa varietas telah dikembangkan, seperti Blue cheese, Swiss, dan Romano. EMC didasarkan pada "pasta keju," yang dikembangkan pada 1970-an. Pasta keju mempelajari jalur yang terlibat dalam pematangan keju, untuk pemilihan enzim untuk mempercepat pematangan keju, dan untuk pemilihan kultur starter keju yang memiliki sifat-sifat

unggul. Hal ini menyatakan bahwa pasta keju dapat ditambahkan ke keju alami untuk mempercepat pematangan yang bekerja sebagai bakteri sekunder. Hal ini juga mengklaim bahwa pasta keju mengembangkan rasa khas dalam waktu 4-5 hari. Sebagian besar pasta keju digunakan untuk keju Cheddar, akan tetapi pasta keju varietas lainnya juga telah diproduksi (Patrick F. Fox, *et al.*, 2000).

Rasa keju terkonsentrasi di fraksi yang larut dalam air (peptida, asam amino, asam organik, amina, NaCl) sementara aroma terutama dalam fraksi volatil. Awalnya, diyakini bahwa keju rasa itu karena satu atau sejumlah kecil senyawa, tapi itu segera menyadari bahwa semua keju terkandung pada dasarnya senyawa lipid sama. Pengakuan ini menyebabkan teori keseimbangan komponen, yaitu rasa keju adalah karena konsentrasi dan keseimbangan berbagai senyawa. Meskipun informasi yang cukup tentang senyawa rasa dalam beberapa varietas keju telah terakumulasi, tidak sepenuhnya menggambarkan rasa pun beragam. Banyak keju mengandung senyawa yang sama atau serupa tetapi pada konsentrasi yang berbeda dan proporsi. Kelas-kelas utama komponen ini adalah aldehid, keton, asam, amina, lakton, ester, hidrokarbon dan senyawa sulfida yang terakhir, misalnya H, S, methanethiol (CH, SH), dimetil sulfida (H, C-S-CH,) dan dimetil disulfida (H, C-S-S-CH,), adalah konsentrat menjadi sangat penting dalam keju Cheddar. Biogenesis senyawa rasa telah dikaji oleh Fox *et al.* (1993, 1996) dan FOX, Singh dan McSweeney (1995).

### III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan tentang : (1) Bahan dan Alat Penelitian, (2) Metode Penelitian, dan (3) Prosedur Penelitian.

#### 3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) adalah keju *Cheddar*, garam pengemulsi, garam rafinasi, air, minyak nabati dan enzim *Candida cylindracea*.

Bahan-bahan kimia untuk analisis *Enzyme Modified Cheese* (EMC) adalah aquadest, NaOH 30%, larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, batu didih, granul Zn, larutan HCl 0,01 N, phenolptalein, campuran selen (2 g serbuk SeO<sub>2</sub>, 100 gram K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 20 g CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O), indikator campuran (bromocresol green 0,1%, metil merah 0,1%, alkohol 95%), larutan asam borat H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> dan dietil eter.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian *Enzyme Modified Cheese* (EMC) adalah neraca digital, *universal kettle direct steam injection*, gelas preaksi, batang pengaduk, termometer, fermentor, *cold storage* dan wadah tertutup (untuk sampel). Alat untuk analisis penelitian seperti : spatula, cawan petri, neraca analitik, oven, desikator, pipet tetes, pipet volumetri, labu ukur, batang pengaduk, corong, labu Kjeldahl 100 ml, alat penyulingan, pemanas listrik atau pembakar, alat ekstraksi soxhlet lengkap dengan kondensor dan labu lemak, alat pemanas listrik atau penangas uap, kapas wool, kertas saring.

#### 3.2 Metode Penelitian

Penelitian dibagi menjadi 2 tahapan meliputi penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

### 3.2.1 Penelitian Pendahuluan

Tujuan dari penelitian pendahuluan ini adalah untuk mengetahui waktu fermentasi yang optimal dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) dengan kecepatan pengadukan 60 Rpm dan suhu fermentasi 50<sup>0</sup>C dengan waktu yang ditentukan yakni selama 6 jam, 8 jam dan 10 jam. Waktu yang terpilih dipilih dilakukan pengujian secara kimia yang terdiri dari kadar air, kadar protein dan kadar lemak, serta uji organoleptik yang meliputi aroma dan rasa.

### 3.2.2 Penelitian Utama

Penelitian utama yaitu untuk menentukan kecepatan pengadukan dan suhu optimal dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC). Kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 50 Rpm, 60 Rpm dan 70 Rpm, sedangkan variasi suhu yang digunakan adalah 40<sup>0</sup>C, 45<sup>0</sup>C, dan 50<sup>0</sup>C. Penelitian utama mencakup rancangan perlakuan, rancangan percobaan, dan rancangan respon dan analisis.

#### 3.2.2.1 Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan pada penelitian ini terdiri dari 2 (dua) faktor, yaitu kecepatan pengadukan (K) yang terdiri dari 3 (tiga) taraf dan suhu fermentasi yang digunakan (S) yang terdiri dari 3 (tiga) taraf. Berikut taraf faktornya :

1. Kecepatan pengadukan (K) yang meliputi 3 taraf, yaitu:

$$K_1 = 50 \text{ Rpm}$$

$$K_2 = 60 \text{ Rpm}$$

$$K_3 = 70 \text{ Rpm}$$

2. Suhu fermentasi yang digunakan (S) meliputi 3 taraf, yaitu:

$$S_1 = 40^{\circ}\text{C}$$

$$S_2 = 45^{\circ}\text{C}$$

$$S_3 = 50^{\circ}\text{C}$$

### 3.2.2.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang akan digunakan dalam penelitian adalah pola faktorial (3x3) dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh sebanyak 27 kombinasi. Model percobaan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + U + K_i + S_j + (KS)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dimana:

$Y_{ijk}$  = Nilai respon pada pengamatan ke-i dari faktor kecepatan pengadukan dan taraf ke-j dari faktor suhu fermentasi dan ulangan ke-k.

$\mu$  = Nilai rata-rata respon.

$U$  = Banyaknya ulangan (1,2,3)

$K_i$  = Pengaruh kecepatan pengadukan ke-i

$S_j$  = Pengaruh suhu fermentasi pada taraf ke-j.

$KS_{ij}$  = Pengaruh dari interaksi antara perlakuan ke-i dari faktor kecepatan pengadukan dengan perlakuan ke-j dari faktor suhu fermentasi.

$\varepsilon_{ijk}$  = Pengaruh galat percobaan ke-k dari perlakuan kecepatan pengadukan dengan taraf ke-j dari dari perlakuan suhu fermentasi.

### 3.2.2.3 Rancangan Penelitian

Rancangan untuk penelitian utama dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Model Rancangan Acak Kelompok pola faktorial 3 x 3

Kecepatan Pengadukan (RPM)	Suhu Fermentasi ( $^{\circ}\text{C}$ )	Ulangan		
		I	II	III
k <sub>1</sub> (50 Rpm)	s <sub>1</sub> (40 $^{\circ}\text{C}$ )	k <sub>1</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>3</sub>
	s <sub>2</sub> (45 $^{\circ}\text{C}$ )	k <sub>1</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>3</sub>
	s <sub>3</sub> (50 $^{\circ}\text{C}$ )	k <sub>1</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>3</sub>
k <sub>2</sub> (60 RPM)	s <sub>1</sub> (40 $^{\circ}\text{C}$ )	k <sub>2</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>3</sub>
	s <sub>2</sub> (45 $^{\circ}\text{C}$ )	k <sub>2</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>3</sub>
	s <sub>3</sub> (50 $^{\circ}\text{C}$ )	k <sub>2</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>3</sub>
k <sub>3</sub> (70 Rpm)	s <sub>1</sub> (40 $^{\circ}\text{C}$ )	k <sub>3</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>3</sub>
	s <sub>2</sub> (45 $^{\circ}\text{C}$ )	k <sub>3</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>3</sub>
	s <sub>3</sub> (50 $^{\circ}\text{C}$ )	k <sub>3</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>3</sub>

Tabel 2. Tata Letak Percobaan Faktorial 3 x 3 dengan 3 kali ulangan dalam Rancangan Acak Kelompok

**Kelompok Ulangan 1**

k <sub>1</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>3</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>3</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>3</sub>
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

**Kelompok Ulangan 2**

k <sub>1</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>3</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>3</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>3</sub>
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

**Kelompok Ulangan 3**

k <sub>1</sub> s <sub>3</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>1</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>3</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>3</sub>	k <sub>1</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> s <sub>2</sub>	k <sub>3</sub> s <sub>1</sub>
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

### 3.2.2.4 Rancangan Analisis

Tabel 3. Analisis Variansi (ANOVA) Percobaan Faktorial dengan RAK

Sumber Variansi	Derajat Bebas (db)	Jumlah kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel
Kelompok	$r - 1$	JKK	KTK		
Perlakuan	$ks - 1$	JKP	KTP		
Faktor K	$k - 1$	JK(k)	KT(k)	KT(k)/KTG	
Faktor S	$s - 1$	JK(s)	KT(s)	KT(s)/KTG	
Interaksi KS	$(k-1)(s-1)$	JK (ks)	KT(ks)	KT(ks)/KTG	
Galat	$(r-1)(ks-1)$	JKG	KTG		
Total	$rks-1$	JKT			

Sumber : Gasperz, 1995.

Keterangan :

$r$  = replikasi (ulangan)

$K$  = Kecepatan pengadukan

$S$  = Suhu fermentasi

db = derajat bebas

JK = jumlah kuadrat

KT = kuadrat tengah

Berdasarkan rancangan percobaan diatas, maka dibuat analisis variasi (ANOVA) untuk mendapatkan kesimpulan mengenai pengaruh perlakuan.

Hipotesa dari analisis variasi yaitu :

1.  $H_0$ , ditolak, jika  $F$  hitung  $\leq F$  tabel pada taraf 5% yang berarti tidak terdapat pengaruh yang nyata atau tidak ada pengaruh kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).

2.  $H_0$ , diterima, jika  $F$  hitung  $>$   $F$  tabel pada taraf 5% yang berarti terdapat pengaruh yang nyata atau ada pengaruh kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).

### 3.2.2.5 Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan pada penelitian utama untuk produk *Enzyme Modified Cheese* (EMC) terdiri dari respon kimia dan inderawi.

#### 3.2.2.5.1 Respon Kimia

Respon kimia yang dilakukan terhadap produk *Enzyme Modified Cheese* (EMC) diantaranya :

1. Analisis kadar air metode gravimetri
2. Analisis protein metode kjeldhal
3. Analisis total lemak metode soxhlet

#### 3.2.2.5.2 Respon inderawi

Tipe pengujian yang dilakukan adalah uji mutu hedonik. Uji mutu hedonik terhadap sampel *Enzyme Modified Cheese* (EMC) dilakukan terhadap 5 orang panelis yang berpengalaman dalam bidang keju. Atribut mutu yang dipilih dalam penilaian uji mutu hedonik ini meliputi aroma dan rasa. Contoh kriteria penilaian untuk uji mutu hedonik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Skala Mutu Hedonik (Uji Kesukaan).

Skala Mutu Hedonik	Skala Numerik
Sangat tidak kuat	1
Tidak kuat	2
Agak tidak kuat	3
Agak kuat	4
Kuat	5
Sangat kuat	6

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Prosedur Penelitian Pendahuluan

##### 1. Pencampuran

Adonan pasta dimasukan ke inkubator bersamaan dengan dimasukan enzim *Candida cylindracea* (yang telah di aktivasi) sedikit demi sedikit sampai habis (selesai), kemudian fermentor dinyalakan dengan kecepatan 60 Rpm dengan suhu 50<sup>0</sup>C. Pencampuran ini bertujuan untuk meratakan penyebaran enzim sehingga dapat bekerja secara optimal.

##### 2. Inkubasi

Proses inkubasi bertujuan untuk mengeluarkan aroma dan rasa yang khas dari produk dalam proses ini terjadi pemecahan lemak menjadi lebih sederhana sehingga menghasilkan aroma dan rasa yang diinginkan. Kecepatan pengadukan yaitu 60 Rpm pada suhu fermentasi 50<sup>0</sup>C dengan waktu 6 jam, 8 jam, dan 10 jam. Pada proses ini bertujuan untuk mendapatkan waktu yang terpilih, dipilih menggunakan uji organoleptik yang meliputi aroma khas yang muncul serta *after taste* pada produk akhir yang dihasilkan dan diperkuat dengan analisa kandungan protein dan lemak.

##### 3. Pasteurisasi

Setelah aroma dan rasa yang diinginkan tercapai maka dilakukan kenaikan suhu sampai suhu 90<sup>0</sup>C selama 5 menit, proses pasteurisasi ini bertujuan untuk menonaktifkan enzim *Candida cylindracea*.

### 3.3.2 Prosedur Penelitian Utama

#### 1. Pencampuran

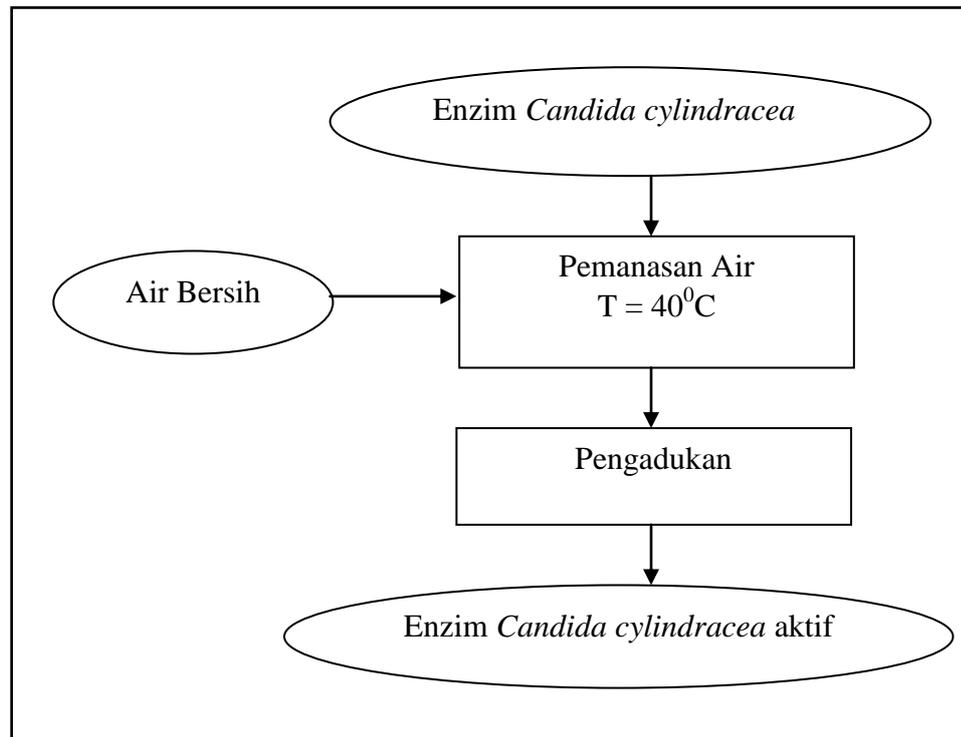
Adonan pasta dimasukkan ke inkubator bersamaan dengan dimasukkan enzim *Candida cylindrace* (yang telah di aktivasi) sedikit demi sedikit, kemudian fermentor dinyalakan dengan setting fermentor sesuai dengan yang diinginkan (variabel penelitian). Pencampuran ini bertujuan untuk meratakan penyebaran enzim sehingga dapat bekerja secara optimal.

#### 2. Inkubasi

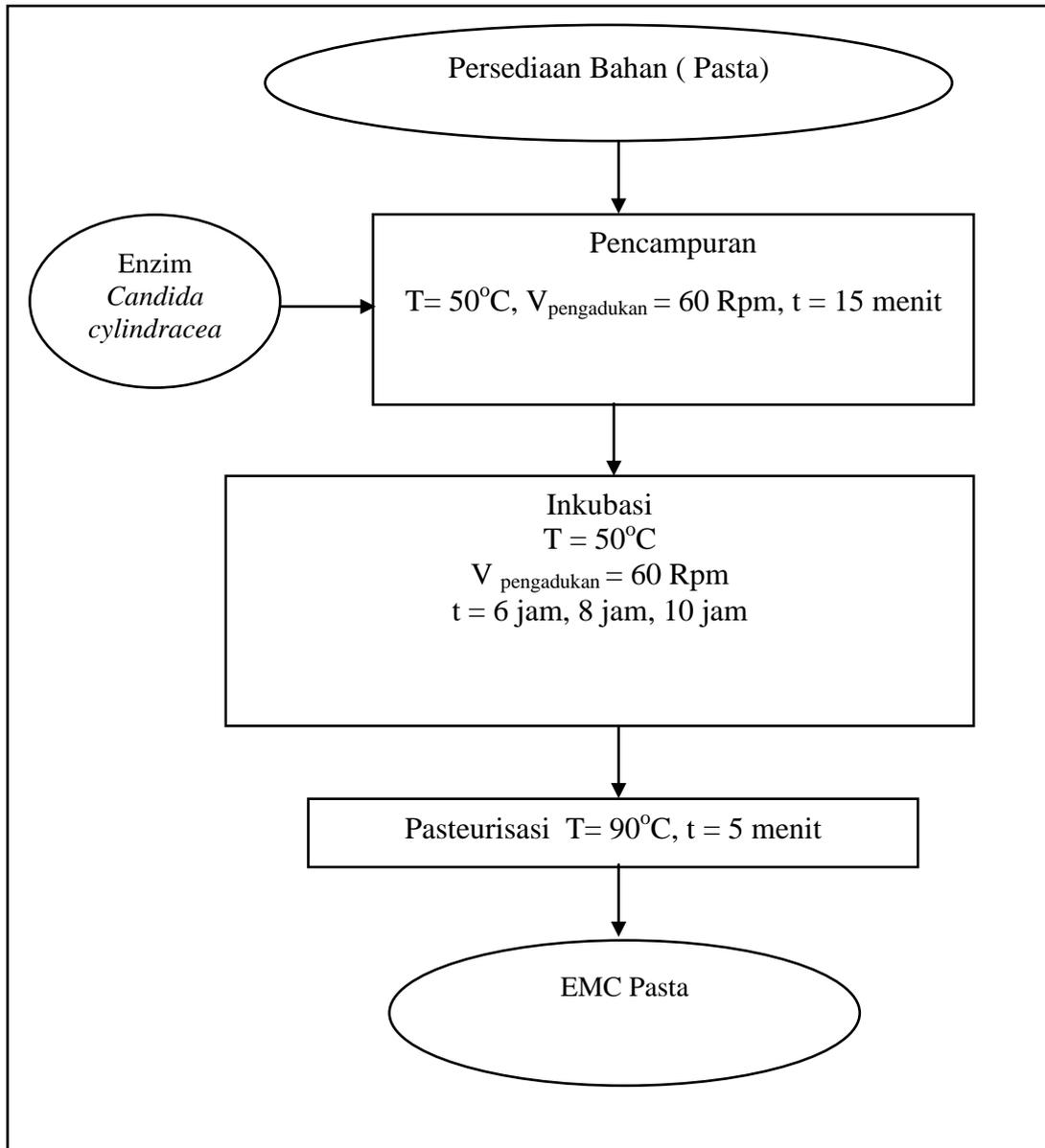
Proses inkubasi bertujuan untuk mengeluarkan aroma dan rasa yang khas dari proses pemecahan lemak. Proses inkubasi dilakukan dengan variasi kecepatan pengadukan 50 Rpm, 60 Rpm, dan 70 Rpm dengan suhu fermentasi 40<sup>0</sup>C, 45<sup>0</sup>C dan 50<sup>0</sup>C, waktu yang digunakan dalam proses fermentasi adalah waktu terpilih yang didapat dari penelitian pendahuluan.

#### 3. Pasteurisasi

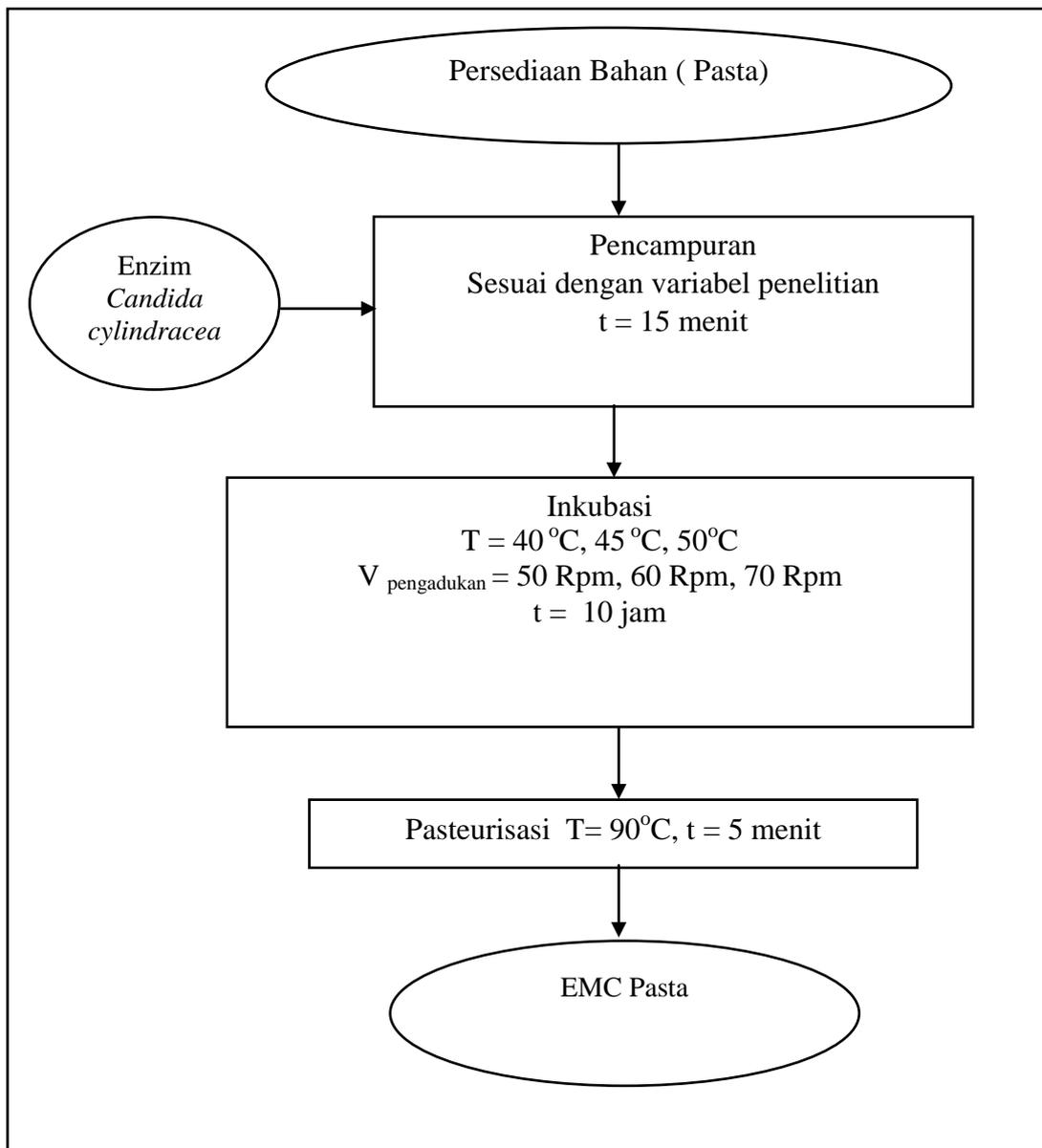
Setelah aroma dan rasa yang diinginkan tercapai maka dilakukan penaikan suhu sampai suhu 90<sup>0</sup>C selama 5 menit, proses pasteurisasi ini bertujuan untuk menonaktifkan enzim *Candida cylindracea*.



Gambar 1. Diagram Alir Aktivasi Enzim *Candida cylindracea*.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).

## IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1) Penelitian Pendahuluan dan (2) Penelitian Utama

### 4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menetapkan waktu terbaik yang akan digunakan dalam penelitian utama. Penelitian pendahuluan pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) menggunakan variasi waktu 6 jam, 8 jam dan 10 jam. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap aroma dan rasa, dimana waktu fermentasi harus dikendalikan agar produk yang diinginkan didapat, semakin lama waktu fermentasi maka enzim akan terus memecah substrat (lemak dan protein) sehingga hasil berupa aroma dan rasa akan semakin kuat dan bahkan menjadi tidak sesuai yang diinginkan.

Perlakuan penelitian pendahuluan dilakukan pengujian secara inderawi dan kimia (kadar air, kadar protein dan kadar lemak). Uji inderawi yang digunakan adalah uji mutu hedonik yang dilakukan oleh 5 panelis ahli yang telah lama mendalami industri keju. Panelis diminta memberikan penilaian aroma dan rasa terhadap 3 produk dengan waktu fermentasi yang berbeda. Hasil uji inderawi terhadap *Enzyme Modified Cheese* (EMC) diperoleh bahwa sampel terpilih berdasarkan hasil terbaik terhadap aroma dan rasa adalah sampel ke 3 dengan waktu fermentasi 10 jam dengan total rata-rata nilai aroma 2,30 dan rasa 2,39. Hasil statistik pengujian inderawi penelitian pendahuluan dilihat pada lampiran 4.

#### 4.1.1 Aroma

Berdasarkan penelitian pendahuluan pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) terhadap aroma menunjukkan bahwa sampel terbaik memiliki nilai rata-rata 2,30. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi serta interaksinya berpengaruh terhadap aroma dalam pembuatan EMC.

Aroma khas EMC telah muncul pada fermentasi 6 jam, 8 jam dan 10 jam. Namun untuk intensitas aroma yang lebih baik atau kuat berada pada waktu fermentasi 10 jam, hal ini dikarenakan proses pemutusan ikatan pada substrat (protein, lemak) yang dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi. Dimana kecepatan pengadukan berfungsi untuk menyebarkan enzim sehingga bekerja secara merata juga dapat meningkatkan suhu fermentasi apabila digunakan kecepatannya tinggi. Suhu fermentasi berpengaruh terhadap kerja enzim. Semakin rendah suhu fermentasi maka kerja enzim semakin melambat, begitupun pada kecepatan pengadukan, semakin rendah kecepatan pengadukan maka kerja enzim lambat. Semakin lama proses fermentasi maka semakin banyak ikatan yang akan terputus sehingga akan mengeluarkan aroma yang keluar lebih kuat, namun apabila tidak dikendalikan maka akan muncul aroma yang tidak diinginkan, aroma yang tidak diinginkan adalah aroma yang dapat menghilangkan aroma khas keju yang dikehendaki.

Nilai rata-rata aroma kisaran 1 sampai 2 yang menunjukkan bahwa aroma EMC tidak kuat, hal ini disebabkan produk EMC perlu dilakukan masa aging untuk menguatkan aroma yang muncul kurang lebih 1 minggu sampai 2 minggu.

Berdasarkan tabel anava perlakuan waktu fermentasi berpengaruh terhadap aroma *Enzyme Modified Cheese* (EMC) sehingga dilakukan uji lanjut duncan. Dapat dilihat pada Tabel 5 dan data statistik dapat dilihat di lampiran 4.

Tabel 5. Hasil Uji Inderawi Terhadap Aroma *Enzyme Modified Cheese* (EMC) Untuk Menentukan Waktu Yang Terpilih.

Waktu Fermentasi	Nilai Rata-Rata	Taraf Nyata 5 %
6 jam	1,97	a
8 jam	2,26	a
10 jam	2,30	a

Keterangan : semakin lama waktu fermentasi maka aroma yang keluar semakin baik.

#### 4.1.2 Rasa

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan terhadap rasa menunjukkan bahwa *Enzyme Modified Cheese* (EMC) dengan lama fermentasi 6 jam, 8 jam dan 10 jam telah mengeluarkan rasa khas EMC. Namun rasa pada EMC 10 jam lebih sesuai yang didukung dengan hasil organoleptik dari panelis dengan nilai rata-rata 2,39 menunjukkan EMC yang dibuat telah stabil dan dapat diaplikasikan ke produk. Kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi tidak berpengaruh dalam proses memunculkan aroma, waktu yang berpengaruh dalam proses ini. Semakin lama proses fermentasi maka akan semakin banyak rantai protein yang terpecah sehingga rasa pahit dari amoniak semakin kuat, namun apabila waktu fermentasi terlalu cepat maka rasa khas EMC yang kuat belum muncul sehingga waktu fermentasi perlu dikendalikan agar mendapatkan rasa yang sesuai.

#### 4.1.3 Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung dalam bahan pangan. Penentuan kadar air dalam produk pangan perlu dilakukan karena pengaruhnya

terhadap stabilitas dan kualitas dari produk itu sendiri. Masa simpan suatu produk makanan dapat diperpanjang dengan cara menghilangkan sebagian air dari produk pangan tersebut (Buckle, *et al*, 1986).

Parameter analisis kimia pada *Enzyme Modified Cheese* (EMC) diantaranya kadar air. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan didapat kadar air pada EMC berkisar antara 52,69% – 54,04%. Dalam penelitian ini kadar air berpengaruh terhadap tekstur, kualitas produk dan umur simpan. Dimana apabila produk memiliki kadar air tinggi akan meningkatkan pertumbuhan bakteri atau jamur yang akan merusak produk, sehingga akan mempengaruhi hasil yang diinginkan, disamping itu akan mengakibatkan tekstur lembek meskipun telah disimpan di ruang pendingin, dan kadar air yang tinggi mengakibatkan produk cepat rusak dikarenakan aktifitas mikroba dengan adanya air semakin meningkat.

Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses Pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) adalah kecepatan pengadukan, suhu fermentasi dan waktu fermentasi. Kecepatan Pengadukan berfungsi untuk meratakan enzim, juga untuk mengoptimalkan kerja enzim. Semakin tinggi kecepatan pengadukan maka akan meningkatkan suhu fermentasi dan meningkatkan uap air. Begitu juga terjadi pada suhu fermentasi, semakin tinggi suhu fermentasi maka uap air yang keluar semakin banyak. Waktu fermentasi menentukan penurunan komponen substrat dalam produk karena adanya panas, semakin lama proses maka bahan akan terus dipecah oleh enzim dibantu dengan panas sehingga akan mengalami penurunan. Sehingga kedua faktor ini berpengaruh terhadap kadar air dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).

Berdasarkan tabel anava perlakuan waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar air *Enzyme Modified Cheese* (EMC) sehingga dilakukan uji lanjut duncan. Dapat dilihat pada Tabel 6 dan data statistik dapat dilihat di lampiran 4.

Tabel 6. Hasil Uji Skoring Kadar Air (%) Terhadap *Enzyme Modified Cheese* (EMC) Untuk Menentukan Waktu Yang Terpilih.

Waktu Fermentasi	Kadar Air	Skore
6 jam	54,04	3
8 jam	53,38	5
10 jam	52,69	6

Keterangan : Skala 6 menunjukkan nilai terbaik (sangat kuat) dan skala 1 menunjukkan nilai terendah (sangat tidak kuat).

Berdasarkan hasil penelitian didapat semakin lama waktu fermentasi maka terjadi penurunan yang signifikan terhadap kadar air, hal ini disebabkan oleh faktor kecepatan pengadukan, suhu fermentasi dan lama waktu fermentasi yang saling berpengaruh. Dimana semakin lama waktu fermentasi maka uap air yang keluar semakin banyak, ini berhubungan dengan semakin banyaknya uap air yang terikat oleh produk.

#### 4.1.4 Kadar Protein

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, kadar protein pada *Enzyme Modified Cheese* (EMC) berkisar antara 8,14 % – 8,42 %. Diketahui pada hasil perhitungan uji skoring menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi maka kandungan protein pada bahan mengalami penurunan meskipun penurunan yang terjadi tidak terlalu besar. Penurunan kadar protein disebabkan terputus ikatan protein yang semakin banyak, salah satunya akan mengeluarkan senyawa volatil atau aroma khas yang kuat.

Berdasarkan tabel anava perlakuan waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar protein *Enzyme Modified Cheese* (EMC) sehingga dilakukan uji lanjut duncan. Dapat dilihat pada Tabel 7 dan data statistik dapat dilihat di lampiran 4.

Tabel 7. Hasil Uji Skoring Terhadap Kadar Protein (%) *Enzyme Modified Cheese* (EMC) Untuk Menentukan Waktu yang Terpilih.

Waktu Fermentasi	Kadar Protein	Skore
6 jam	8,42	3
8 jam	8,34	2
10 jam	8,14	1

Keterangan : Skala 6 menunjukkan nilai terbaik (sangat kuat) dan skala 1 menunjukkan nilai terendah (sangat tidak kuat).

Berdasarkan hasil penelitian didapat semakin lama waktu fermentasi maka terjadi penurunan yang signifikan terhadap kadar protein, hal ini disebabkan oleh faktor kecepatan pengadukan, suhu fermentasi dan lama waktu fermentasi yang saling berpengaruh. Dimana semakin lama proses fermentasi maka akan meningkatkan suhu fermentasi akibat adanya putaran agitator dan enzim yang terus bekerja memecah substrat mejadi senyawa volatil sehingga kadar protein menurun.

#### 4.1.5 Kadar Lemak

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, kadar lemak pada *Enzyme Modified Cheese* (EMC) berkisar antara 23,87 % – 24,92 %. Diketahui pada hasil perhitungan uji skoring menunjukkan bahwa semakin lama waktu proses fermentasi maka kandungan lemak pada bahan mengalami penurunan, meskipun penurunan yang terjadi tidak terlalu besar. Penurunan kadar lemak disebabkan semakin banyaknya ikatan yang terputus akibat adanya panas yang keluar disebabkan kecepatan pengadukan yang dapat meningkatkan suhu fermentasi sehingga dapat memunculkan aroma dan rasa yang diinginkan.

Berdasarkan tabel anava perlakuan waktu fermentasi berpengaruh terhadap aroma *Enzyme Modified Cheese* (EMC) sehingga dilakukan uji lanjut duncan. Dapat dilihat pada Tabel 8 dan data statistik dapat dilihat di lampiran 4.

Tabel 8. Hasil Uji Skoring Terhadap Kadar Lemak (%) *Enzyme Modified Cheese* (EMC) Untuk Menentukan Waktu yang Terpilih.

Waktu Fermentasi	Kadar Lemak	Skore
6 jam	24,92	5
8 jam	24,59	4
10 jam	23,87	1

Keterangan : Skala 6 menunjukkan nilai terbaik (sangat kuat) dan skala 1 menunjukkan nilai terendah (sangat tidak kuat).

Berdasarkan hasil uji lanjut duncan dapat disimpulkan bahwa kadar lemak terbaik ada pada waktu fermentasi 6 jam dengan kadar lemak 24,92%. Hal ini disebabkan masih sedikitnya substrat yang diputus ratai ikatannya oleh enzim.

## 4.2 Penelitian Utama

Penelitian utama merupakan lanjutan dari penelitian pendahuluan yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari variasi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi terhadap aroma dan rasa pada *Enzyme Modified Cheese* (EMC). Respon penelitian utama produk *Enzyme Modified Cheese* (EMC) adalah respon kimia yang meliputi kadar air, kadar protein, dan kadar lemak serta respon inderawi dengan uji mutu hedonik terhadap atribut aroma dan rasa.

### 4.2.1 Respon Kimia

#### 4.2.1.1 Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung dalam bahan pangan. Penentuan kadar air dalam produk pangan perlu dilakukan karena pengaruhnya terhadap stabilitas dan kualitas dari produk itu sendiri. Masa simpan suatu produk

makanan dapat diperpanjang dengan cara menghilangkan sebagian air dari produk pangan tersebut (Buckle, *et al*, 1986).

Parameter analisis kimia pada *Enzyme Modified Cheese* (EMC) diantaranya kadar air. Berdasarkan hasil penelitian ini, kadar air pada EMC berkisar antara 53,53% - 59,81%. Diketahui pada hasil perhitungan analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan kecepatan pengadukan, suhu fermentasi, serta interaksinya berpengaruh terhadap kadar air EMC.

Kecepatan pengadukan berfungsi untuk meratakan enzim juga untuk mengoptimalkan kerja enzim. Semakin tinggi kecepatan pengadukan maka akan meningkatkan suhu fermentasi dan meningkatkan uap air. Begitu juga terjadi pada suhu fermentasi, semakin tinggi suhu fermentasi maka uap air yang keluar semakin banyak. Sehingga kedua faktor ini berpengaruh terhadap kadar air dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC).

Tabel 9. Hasil Uji lanjut Duncan Faktor K (Kecepatan Pengadukan) Terhadap Kadar Air (%) *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Kecepatan Pengadukan	Nilai Rata-Rata	Taraf Nyata 5 %
50 Rpm	56,61	a
70 Rpm	58,46	b
60 Rpm	58,69	b

Keterangan : semakin tinggi kecepatan pengadukan maka kadar air produk akan menurun karena air bebas telah teruapkan.

Berdasarkan uji lanjut duncan perlakuan kecepatan pengadukan pada kecepatan 50 Rpm berbeda dengan kecepatan 60 Rpm dan 70 Rpm, hal ini disebabkan pada kecepatan 60 Rpm dan 70 Rpm air bebas yang terkandung dalam bahan telah teruapkan sehingga tersisa air terikat pada bahan, sedangkan pada kecepatan pengadukan 50 Rpm air bebas belum teruapkan sepenuhnya. Hal ini

disebabkan semakin tinggi kecepatan pengadukan maka dapat meningkatkan suhu fermentasi. Hasil uji lanjut duncan dapat dilihat pada Tabel 9 dan data statistik dapat dilihat di lampiran 6.

Tabel 10. Hasil Uji lanjut Duncan Faktor S (Suhu Fermentasi) Terhadap Kadar Air (%) *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Suhu Fermentasi	Nilai Rata-Rata	Taraf Nyata 5 %
45 <sup>0</sup> C	56,13	a
50 <sup>0</sup> C	58,81	b
40 <sup>0</sup> C	58,83	b

Keterangan : semakin tinggi suhu fermentasi maka kadar air produk akan menurun karena air bebas telah teruapkan.

Berdasarkan tabel uji lanjut duncan terhadap perlakuan suhu fermentasi didapat suhu 45<sup>0</sup>C berbeda dengan suhu 40<sup>0</sup>C dan 50<sup>0</sup>C dalam proses pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC), hal ini disebabkan dengan adanya panas enzim dapat bekerja dengan optimal pada suhu 50<sup>0</sup>C, namun apabila diatas suhu optimal enzim bekerja menurun, meningkatnya suhu fermentasi sebanding dengan tingginya uap air sehingga kadar air terikat pada bahan bisa lebih banyak.

Tabel 11. Pengaruh Interaksi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi Terhadap Kadar Air (%) *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Kecepatan Pengadukan	Suhu Fermentasi		
	s1 (40 <sup>0</sup> C)	s2 (45 <sup>0</sup> C)	s3 (50 <sup>0</sup> C)
k1 (50 RPM)	58,41 b	53,53 a	57,90 b
k2 (60 RPM)	59,81 b	56,76 a	59,51 b
k3 (70 RPM)	58,29 ab	58,09 a	59,01 b

Keterangan : Huruf besar dibaca vertikal, huruf kecil dibaca horizontal. Setiap huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan.

Setiap perlakuan menunjukkan perbedaan nyata pada kecepatan 50 Rpm, 60 Rpm dan 70 Rpm, dengan suhu fermentasi 40<sup>0</sup>C, 45<sup>0</sup>C, 50<sup>0</sup>C. Dilihat dari rata-rata kadar air tertinggi yaitu 59,81 pada suhu 40<sup>0</sup>C dan kecepatan pengadukan 60 Rpm, kadar air terendah yaitu 56,76 pada suhu 45<sup>0</sup>C dan kecepatan pengadukan 50 Rpm.

Kadar air erat hubungannya dengan air bebas dan air terikat, dimana air bebas terdapat dibagian permukaan bahan sehingga mudah diuapkan, dari hasil interaksi dapat terlihat pada suhu 40<sup>0</sup>C kandungan air bebas dalam bahan telah teruapkan, sehingga yang tersisa adalah air terikat secara kimia yang berada dalam bahan (berikatan dengan protein, lemak) dalam bentuk kristal.

Kadar air berpengaruh terhadap proses fermentasi terutama pada kualitas produk, tekstur dan umur simpan. Produk yang diinginkan bertekstur pasta, namun apabila kadar air rendah kemungkinan besar tekstur pasta tidak di dapat, namun yang ada adalah tekstur lembek, tekstur lembek mengindikasikan kandungan air dalam produk terlalu banyak sehingga meningkatkan resiko tumbuhnya jamur atau kapang yang akan mempengaruhi produk, sehingga akan memperpendek umur simpan produk.

Secara efisiensi pemakaian (manajemen industri), produk yang memiliki kadar air tinggi mempunyai banyak kekurangan diantaranya menambah waktu aging, apabila waktu aging ditambah maka stok akan terpending sehingga akan mempengaruhi proses produksi dan apabila kandungan air terlalu tinggi sudah dapat dipastikan produk tidak bisa digunakan karena berpengaruh terhadap aroma

lemah, rasa lemah, tekstur lembek yang tidak dikehendaki sehingga akan mengakibatkan kerugian.

#### 4.2.1.2 Kadar Protein

Berdasarkan hasil penelitian utama, kadar protein pada *Enzyme Modified Cheese* (EMC) berkisar antara 9,60% – 10,14%. Diketahui pada hasil perhitungan analisis variansi (ANAVA) menunjukkan adanya interaksi perlakuan kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi berpengaruh terhadap proses pembuatan EMC.

Kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi yang tepat saat digabungkan akan menghasilkan produk yang sesuai, apabila salah satu faktor menggunakan batas minimal maka faktor lain harus menggunakan batas maksimal agar mendapat hasil yang sesuai dan terjadi interaksi antara kedua faktor. Hasil interaksi faktor kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi dapat dilihat pada Tabel 12 dan data statistik dapat dilihat di lampiran 6.

Tabel 12. Pengaruh Interaksi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi Terhadap Kadar Protein (%) *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Kecepatan Pengadukan	Suhu Fermentasi		
	s1 (40 <sup>0</sup> C)	s2 (45 <sup>0</sup> C)	s3 (50 <sup>0</sup> C)
k1 (50 RPM)	9,71 a	9,74 a	9,97 a
k2 (60 RPM)	9,71 ab	9,07 a	10,14 b
k3 (70 RPM)	10,11 b	10,14 b	9,60 a

Keterangan : Huruf besar dibaca vertikal, huruf kecil dibaca horizontal. Setiap huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan. Semakin tinggi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi maka kadar protein semakin menurun.

Berdasarkan tabel interaksi kadar protein diketahui bahwa dari hasil rata-rata kandungan protein terendah ada pada suhu tertinggi 50<sup>0</sup>C dan kecepatan pengadukan 70 Rpm yaitu 9,60. Kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi berpengaruh terhadap proses fermentasi karena dengan kondisi suhu optimal enzim dan kecepatan yang tinggi membuat lebih banyak substrat yang diuraikan sehingga membuat aroma dan rasa semakin kuat. Hal ini muncul dikarenakan protein dipecah dengan adanya 2 faktor di atas menjadi asam amino dan peptida, semakin tinggi kenaikan kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi maka asam amino akan disederhanakan kembali kemudian berikatan dengan ester, dan akan memunculkan aroma dan rasa khas protein.

Dalam hal ini masing-masing faktor tidak berpengaruh namun saat digabungkan menjadi interaksi, hal ini dikarenakan enzim akan bekerja pada suhu optimal, hal ini bisa dicapai dengan cara apabila salah satu faktor rendah atau ada pada batas minimum maka faktor lainnya harus ada dalam batas maksimum untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Salah satu contoh yang bisa dilihat dalam penelitian ini pada suhu fermentasi 40<sup>0</sup>C dengan kecepatan pengadukan 70 Rpm menghasilkan aroma dan rasa EMC yang cukup kuat dengan di dukung kadar protein 9,97%, hal ini menunjukkan adanya interaksi kedua faktor dalam proses pembuatan EMC.

#### 4.2.1.3 Kadar Lemak

Berdasarkan hasil penelitian utama, kadar lemak pada *Enzyme Modified Cheese* (EMC) berkisar antara 20,24% – 24,93%. Diketahui pada hasil

perhitungan analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa perlakuan kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi berpengaruh.

Berdasarkan tabel anava perlakuan kecepatan pengadukan, suhu fermentasi berpengaruh terhadap kadar lemak *Enzyme Modified Cheese* (EMC) sehingga dilakukan uji lanjut duncan. Dapat dilihat pada Tabel 13, Tabel 14 dan data statistik dapat dilihat di lampiran 6.

Tabel 13. Pengaruh Perlakuan Kecepatan Pengadukan Terhadap Kadar Lemak (%) *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Kecepatan Pengadukan	Nilai Rata-Rata	Taraf Nyata
k3 (70 Rpm)	21,94	a
k1 (50 Rpm)	23,54	b
k2 (60 Rpm)	24,13	b

Keterangan : semakin tinggi kecepatan pengadukan maka kadar air produk akan meningkat.

Tabel 14. Pengaruh Perlakuan Suhu Fermentasi Terhadap Kadar Lemak (%) *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Suhu Fermentasi	Nilai Rata-Rata	Taraf Nyata
s3 (50 <sup>0</sup> C)	21,75	a
s1 (40 <sup>0</sup> C)	23,68	b
s2 (45 <sup>0</sup> C)	24,18	b

Keterangan : semakin tinggi suhu fermentasi maka kadar lemak produk akan meningkat.

Berdasarkan tabel kadar lemak diketahui bahwa kecepatan pengadukan 70 Rpm dan suhu fermentasi 50<sup>0</sup>C berbeda nyata dengan kecepatan pengadukan 50 Rpm dan 60 Rpm dengan suhu fermentasi 40<sup>0</sup>C dan 45<sup>0</sup>C.

Kadar lemak pada suhu 50<sup>0</sup>C dan kecepatan 70 Rpm yaitu 20,24, dimana semakin lama proses fermentasi maka kandungan lemak pada bahan mengalami penurunan, karena adanya perubahan menjadi senyawa lain salah satunya aroma dan rasa, meskipun penurunan yang terjadi tidak terlalu besar.

Kecepatan pengadukan akan memudahkan proses pemutusan rantai ikatan pada lemak, semakin tinggi kecepatan pengadukan maka akan meningkatkan suhu fermentasi. Faktor kecepatan dan suhu fermentasi merupakan pendukung terjadinya proses pemutusan ikatan rantai pendek yang ada pada bahan yaitu trigliserida dirubah menjadi asam lemak dan gliserol, asam lemak akan berikatan dengan senyawa ester sehingga menghasilkan aroma yang diinginkan. Apabila kedua faktor tidak dikendalikan maka hasil EMC akan menjadi tengik karena terlalu banyak rantai lemak dipecah.

Berdasarkan data kadar lemak kecepatan pengadukan 60 Rpm dan suhu fermentasi 45<sup>0</sup>C memiliki kadar lemak paling tinggi. Hal ini terjadi karena dalam proses pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) terjadinya kenaikan dan penurunan beberapa komponen bahan sehingga berpengaruh terhadap hasil kadar lemak.

#### **4.2.2 Respon Inderawi**

Respon inderawi diperoleh dari hasil pengujian organoleptik. Pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan. Pengujian organoleptik yang digunakan adalah uji mutu hedonik dimana yang dinilai oleh panelis adalah kesan terhadap mutu hedonik suatu produk. Kesan mutu hedonik lebih spesifik daripada sekedar kesan suka atau tidak suka. Mutu hedonik dapat bersifat umum yaitu baik buruk dan bersifat spesifik seperti empuk-keras untuk daging, pulen-keras untuk nasi, renyah-lembek untuk mentimun. Rentang skala hedonik berkisar dari ekstrim baik sampai dengan ekstrim buruk atau jelek (Soekarto, 1985).

#### 4.2.2.1 Aroma

Aroma merupakan salah satu parameter dalam penentuan kualitas suatu makanan. Aroma yang khas dapat dirasakan oleh indra penciuman tergantung dari bahan penyusun dan bahan yang ditambahkan pada makanan tersebut. Aroma dalam bahan makanan dapat ditimbulkan oleh komponen-komponen volatil, akan tetapi komponen volatil tersebut dapat hilang selama proses pengolahan terutama panas (Fellows, 1990).

Atribut aroma yang dinilai oleh panelis pada uji mutu hedonik adalah aroma khas *Enzyme Modified Cheese* (EMC), EMC memiliki aroma khas dan menyengat (kuat) meskipun penambahannya sedikit. Aroma tersebut sangat disukai panelis karena saat diaplikasikan terhadap produk maka akan menghasilkan aroma yang disukai konsumen.

Dalam proses fermentasi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi sangat berpengaruh terhadap pemecahan substrat menjadi aroma, semakin tinggi faktor tersebut maka aroma yang akan muncul akan semakin kuat, namun apabila tidak dikendalikan akan menjadi produk yang tidak diinginkan bahkan bisa tidak layak untuk dipakai.

Skala mutu hedonik yang digunakan adalah semakin besar nilai maka semakin baik, dimana nilai 1 menunjukkan warna sangat tidak kuat dan nilai 6 menunjukkan sangat kuat. Berdasarkan hasil penelitian utama, uji mutu hedonik aroma terhadap *Enzyme Modified Cheese* (EMC) panelis rata-rata memberikan skala berkisar antara 1,94 – 2,25. Diketahui pada hasil perhitungan analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan kecepatan pengadukan dan

suhu fermentasi serta interaksi keduanya berpengaruh nyata. Pengaruh perbandingan kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi kemudian dilakukan uji lanjut Duncan dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 15, Tabel 16 dan Tabel 17 dan untuk data statistik dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 15. Pengaruh Perlakuan Kecepatan Pengadukan Terhadap Aroma *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Kecepatan Pengadukan	Nilai Rata-Rata	Taraf Nyata
k1 (50 Rpm)	2,06	a
k2 (60 Rpm)	2,15	b
k3 (70 Rpm)	2,22	c

Keterangan : semakin tinggi kecepatan pengadukan maka aroma produk akan meningkat.

Kecepatan Pengadukan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap proses pemecahan substrat, semakin tinggi kecepatan pengadukan maka aroma *Enzyme Modified Cheese* (EMC) semakin kuat dikarenakan enzim dibantu dengan agitasi dapat mempercepat pemutusan ikatan pada substrat menjadi senyawa volatil.

Tabel 16. Pengaruh Perlakuan Suhu Fermentasi Terhadap Aroma *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Suhu Fermentasi	Nilai Rata-Rata	Taraf Nyata
s2 (45 <sup>0</sup> C)	2,09	a
s1 (40 <sup>0</sup> C)	2,12	a
s3 (50 <sup>0</sup> C)	2,22	b

Keterangan : semakin tinggi suhu fermentasi maka aroma produk akan meningkat.

Suhu fermentasi merupakan faktor yang berpengaruh terhadap munculnya aroma *Enzyme Modified Cheese* (EMC), dimana semakin tinggi suhu fermentasi mempercepat ikatan substrat terputus menjadi senyawa sederhana dan sebagian menjadi senyawa volatil

Berdasarkan tabel interaksi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi di didapat semakin tinggi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi maka aroma yang akan muncul semakin kuat disebabkan cepatnya ikatan pada substrat terputus sehingga nilai rata-rata terbesar ada pada kecepatan 70 Rpm dan suhu 50°C.

Tabel 17. Pengaruh Interaksi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi Terhadap Aroma *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Kecepatan Pengadukan	Suhu Fermentasi		
	S1 (40°C)	S2 (45°C)	S3 (50°C)
k1 (50 Rpm)	1,97 a	1,94 a	2,26 b
k2 (60 Rpm)	2,20 b	2,12 a	2,13 a
k3 (70 Rpm)	2,18 a	2,23 b	2,25 b

Keterangan : Huruf besar dibaca vertikal, huruf kecil dibaca horizontal. Setiap huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi. Semakin tinggi nilai terhadap aroma maka produk semakin baik.

Berdasarkan tabel interaksi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi di didapat semakin tinggi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi maka aroma yang akan muncul semakin kuat disebabkan cepatnya ikatan pada substrat terputus sehingga nilai rata-rata terbesar ada pada kecepatan 70 Rpm dan suhu 50°C.

#### 4.2.2.2 Rasa

Rasa merupakan faktor yang cukup penting dari suatu produk makanan. Komponen yang dapat menimbulkan rasa yang diinginkan tergantung dari senyawa penyusunnya. Rasa dinilai dengan adanya tanggapan rangsangan kimiawi oleh indera pencicip (lidah), dimana akhirnya keseluruhan interaksi

antara sifat-sifat aroma, rasa, dan tekstur merupakan keseluruhan rasa makanan yang dinilai (Winarno, 1997).

Rasa yang diharapkan pada produk *Enzyme Modified Cheese* (EMC) adalah asin, asam, pahit. Rasa asin dan asam berasal dari keju *cheddar* sebagai bahan baku, juga karena adanya penambahan garam, rasa pahit berasal dari pemecahan protein oleh enzim, protein mengeluarkan aroma dan rasa pahit dari pemecahan rantai protein menjadi  $\text{NH}_3$ , semakin tinggi kecepatan pengadukan dan semakin panas suhu fermentasi maka protein akan semakin banyak terpecah, begitupun dengan lemak. dan apabila tidak dikendalikan 2 faktor tersebut maka aroma khas EMC akan menurun atau tidak sesuai yang diinginkan.

Berdasarkan hasil data statistik dengan menggunakan anava yang dapat dilihat pada Tabel 18, Tabel 19 dan Tabel 20 dan data statistik dapat dilihat pada Lampiran 5, menunjukkan bahwa perlakuan perlakuan kecepatan pengadukan, suhu fermentasi serta interaksi antara keduanya berpengaruh nyata terhadap rasa. Hal ini dikarenakan rasa yang berlebihan dapat berpengaruh aplikasi terhadap produk. Sehingga dilakukan uji lanjut duncan.

Tabel 18. Pengaruh Perlakuan Kecepatan Pengadukan Terhadap Rasa *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Kecepatan Pengadukan	Nilai Rata-Rata	Taraf Nyata
k1 (50 Rpm)	2,14	a
k2 (60 Rpm)	2,25	b
k3 (70 Rpm)	2,32	c

Keterangan : semakin tinggi kecepatan pengadukan maka intensitas rasa kuat pada produk akan meningkat.

Kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap rasa dalam pembuatan *Enzyme Modified Cheese* (EMC) dikarenakan faktor ini mempercepat proses

pemutusan rantai pada substrat, semakin tinggi kecepatan pengadukan maka akan meningkatkan suhu fermentasi dan akan menguraikan substrat menjadi senyawa yang lebih sederhana, namun apabila tidak dikendalikan protein dan lemak akan terpecah menjadi rasa yang tidak diinginkan yaitu pahit dan tengik.

Tabel 19. Pengaruh Perlakuan Suhu Fermentasi Terhadap Rasa *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Suhu Fermentasi	Nilai Rata-Rata	Taraf Nyata
s1 (40 <sup>0</sup> C)	2,19	a
s2 (45 <sup>0</sup> C)	2,21	a
s3 (50 <sup>0</sup> C)	2,30	b

Keterangan : semakin tinggi suhu fermentasi maka intensitas rasa yang kuat pada produk akan meningkat.

Suhu fermentasi berpengaruh dalam proses pembuatan EMC, dimana enzim bekerja pada suhu optimal 50<sup>0</sup>C, dalam proses menonaktifkan enzim suhu dinaikkan sampai 90<sup>0</sup>C selama 5 menit, dalam proses ini enzim mati dan tidak bekerja, namun substrat yang telah terurai akan mengeluarkan rasa khasnya masing-masing.

Interaksi kedua faktor ini memberikan rasa yang khas, semakin tinggi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi maka rasa khas EMC semakin kuat, hal ini dikarenakan substrat telah terurai dan mengeluarkan rasa khasnya masing-masing. Rasa EMC yang diinginkan yaitu asin, sedikit pahit, sedikit asam, dan masih terasa rasa keju yang cukup kuat.

Berdasarkan tabel interaksi didapat hasil nilai rata-rata tertinggi yaitu pada kecepatan 70 Rpm dan suhu 50<sup>0</sup>C dengan nilai 2,37. Ini menunjukkan bahwa rasa EMC ada pada skala tidak kuat. Beberapa faktor yang menyebabkan rasa EMC tidak kuat diantaranya belum dilakukannya aging.

Tabel 20. Pengaruh Interaksi Faktor Kecepatan Pengadukan dan Suhu Fermentasi Terhadap Rasa *Enzyme Modified Cheese* (EMC)

Kecepatan Pengadukan	Suhu Fermentasi		
	S1 (40 <sup>0</sup> C)	S2 (45 <sup>0</sup> C)	S3 (50 <sup>0</sup> C)
k1 (50 Rpm)	A 2,08 a	A 2,03 a	B 2,29 b
k2 (60 Rpm)	B 2,29 b	A 2,18 a	A 2,25 b
k3 (70 Rpm)	A 2,28 a	B 2,32 a	A 2,32 a

Keterangan : Huruf besar dibaca vertikal, huruf kecil dibaca horizontal. Setiap huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan nyata. Semakin tinggi kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi, maka semakin tinggi nilai terhadap rasa EMC.

Selain kecepatan pengadukan dan suhu fermentasi yang berpengaruh terhadap aroma, rasa, kadar air, kandungan protein total dan kandungan lemak total. Fermentor dapat berpengaruh terhadap proses juga hasil fermentasi.

Fermentor yang digunakan dilengkapi dengan suhu fermentasi dan kecepatan agitasi yang dapat di atur. Suhu dapat diatur sampai 100<sup>0</sup>C, Kecepatan maksimum agitasi 100 Rpm dengan putaran searah, dan kapasitas maksimal produk 50 Kg. Kecepatan dan suhu fermentasi sangat berpengaruh terhadap hasil *Enzyme Modified Cheese* (EMC), dikarenakan enzim *Candidida cylindracea* memiliki suhu minimum 40<sup>0</sup>C dan suhu optimum 50<sup>0</sup>C. Apabila suhu fermentasi 40<sup>0</sup>C maka kecepatan agitasi dinaikan untuk memaksimalkan proses fermentasi sehingga mendapatkan hasil yang sesuai, agitasi mengeluarkan panas sehingga

apabila kecepatan agitasi dinaikan maka suhu fermentasi akan naik dikarenakan adanya panas dari gerakan agitasi.

Sterilisasi alat sangat berpengaruh terhadap optimalnya proses fermentasi, dikarenakan alat yang steril dan bersih dapat mengurangi adanya eror pada suhu yang ada pada fermentor, juga mengurangi kontaminasi silang pada produk. Perlakuan pada fermentasi yang berhubungan dengan enzim harus dilakukan dengan tepat untuk mengurangi terjadinya kesalahan dan kegagalan pada proses fermentasi.

## V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (1) Kesimpulan dan (2) Saran.

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, sampel yang dipilih untuk dilanjutkan pada penelitian utama adalah sampel dengan lama fermentasi 10 jam dengan hasil organoleptik aroma 2,30, rasa 2,39, kadar air 52,69%, kadar protein 8,14 dan kadar lemak 23,87%.
2. Faktor kecepatan pengadukan berpengaruh nyata terhadap aroma, rasa, kadar air, dan kadar lemak *Enzyme Modified Cheese* (EMC).
3. Faktor variasi suhu fermentasi berpengaruh nyata terhadap aroma, rasa, kadar air, dan kadar lemak *Enzyme Modified Cheese* (EMC).
4. Interaksi antara faktor perbandingan variasi kecepatan pengadukan fermentor dan variasi suhu fermentasi berpengaruh nyata terhadap aroma dan rasa, kadar air dan kadar protein *Enzyme Modified Cheese* (EMC).

### 5.2 Saran

Saran yang ingin disampaikan oleh penulis yaitu sebaiknya penelitian dilakukan dengan hati-hati, teliti disertai dengan pemahaman yang cukup, dikarenakan proses fermentasi melibatkan enzim yang memerlukan penanganan lebih baik untuk mengurangi hal yang tidak diinginkan baik yang akan merusak

enzim ataupun produk, dan analisa harus dilakuan dengan segera karena semakin lama proses penyimpanan akan mempengaruhi hasil analisa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Altekruse, S. F., B.B. Timbo, J.C.Mowbray, N. H. Bean dan M.E. Potter. 1998. **Cheese-Associated Outbreaks Of Human Illness In The United States: Sanitary Manufacturing Practice Protect Consumers.** J. Food Protect.
- Anonimus. 1998. **Statistik Industri Besar dan Sedang Vol. II.** Jakarta, Indonesia.
- Anonimus. 2000. **Statistik Industri Besar dan Sedang Vol. II.** Jakarta, Indonesia.
- Anonimus. 2008. **Solid State Fermentation and Submerged Fermentation.** <https://riezz.wordpress.com/>. Diakses : 30 Mei 2016.
- Antosusanto. 2011. **Proses Fermentasi (Batch, Fed Batch dan Continueus Proses).** Universiitas Soedirman.
- AOAC. 2010. **Official Methode of Analysis of The Association Analitical Chemist. Inc.,** Washington DC.
- Biro Pusat Statistik, (2009). **Statistik Peternakan.** Jakarta: BPS.
- Buckle, K. A., dkk.1987. **Ilmu Pangan.** UI Press. Jakarta.
- Daulay, DJ. 1991. **Fermentasi Keju.** Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ditjen PEN/MJL/004/8/2013. 2013. **Dairy product.** [http://djpen.kemendag.go.id/app\\_frontend/admin/docs/publication/3611384233564.pdf](http://djpen.kemendag.go.id/app_frontend/admin/docs/publication/3611384233564.pdf) . Diakses : 20 April 2016.
- Dewi, N. 2007. **Kajian Pembuatan Keju Olahan.** Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak. Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Malang, Malang.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. **Analisis Mikrobiologi Pangan.** PT. Raja Garfindo Persada. Jakarta.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. **Mikrobiologi Pangan I.** PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. **Mikrobiologi Pengolahan Pangan Lanjut.** IPB Press. Bogor.
- Gland, E. 2013. **Pengrtian SHMP dan pengaplikasiannya.** [www.google.com](http://www.google.com). Diakses : 20 April 2016.

- Herawati, H. 2011. **Peluang Pemanfaatan Tapioka Termodifikasi Sebagai Fat Replacer Pada Keju Rendah Lemak**. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor.
- Heri, Maria, dkk. 2012. **Metabolisme Bakteri dan Fungi**. Studi pendidikan biologi. IKIP Budi Utomo Malang.
- Kieran N. Kilcawley, , Martin G. Wilkinson, , Patrick F. Fox. 1998. **International Dairy Journal, Volume 8, Issue 1, Pages 1-10**.
- Kieran N. Kilcawley, , Martin G. Wilkinson, , Patrick F. Fox. 2005. **A Novel Two-Stage Process for The Production of Enzyme Modified Cheese**. University College, Cork, Ireland.
- Lucia Suci S. 2008. **Optimalisasi Fermentasi Asam Kojat Oleh Galur Mutan *Aspergillus flavus* NTGA7a4uve10**. FMIPA UI. Depok.
- Kosikowski, F, V. 1982. **Cheese and Fermented Milk Food. Second**. F. V Kosikowski and Associates-Brookdale. New York.
- M. Mohebbi, J. Barouei *et al.* 2008. **Modeling and Optimization of Viscosity in Enzyme Modified Cheese by Fuzzy Logic and Genetic Algorithm**. Ferdowsi University, Iran.
- McSweeney, P, L, H. 2007. **Cheese Problems Solved Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge CB21 6AH, England**.
- Mudi Arsa. 2010. **Fermentasi**. <http://mudiarsa.blogspot.co.id/2010/06/fermentasi.html>. Diakses: 30 Mei 2016.
- N. Shakuntala Manay, M Shadaksharaswamy. 2008. **Foods Facts and Principles**. New Delhi, India.
- Nessa Noronha, Denis Cronin, *et al.* (2008). **Flavoring Reduced Fat High Fibre Cheese Products with Enzyme Modified Cheese (EMC)**. University College Dublin, Belfield, Dublin, Ireland.
- Patrick F., Fox, Timothy P. Guinee, Timothy M. Cogan, dan Paul L. H. McSweeney. 2000. **Fundamentals Of Cheese Science**. United States of America.
- Rosita, Vermaelen. 2016. **Isolasi dan Purifikasi Enzim Lipase**. Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia.
- Siti Ratna Bint Mustafa. 2011. **Solid Substrate Fermentation (SSF) and Submerged fermentation (SmF) of *Aspergillus versicolor* A6 using pineapple waste as substrate for pectinase production**. Faculty of Resource Science and Technology Universiti Malaysia Sarawak.

- Setyawati, A., Purwadi, dan I. Thohari. 2013. **Kualitas fisik dan organoleptik (Aroma, Warna) keju olahan dengan penambahan tepung porang (*Amorphophallus onchophyllus*)**. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang.
- Subramaniam, R. and Vimala, R 2012. **Solid state and Submerged Fermentation for the production of bioactive substancesa comparative study**. School of Biosciences and technology, VIT University, Tamil Nadu, India
- Suryani, D.R. 2013. **Profil aroma, aktivitas antioksidan dan intensitas warna susu kerbau akibat proses glikasi dengan penambahan rare sugar (Dpsikosa, L-psikosa, D-tagatosa, L-tagatosa)**. Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sri Wahyu Murni, Siti Diyar Kholisoh, Tanti D.L., dan Petrissia E.M. **Produksi, Karakterisasi, dan Isolasi Lipase dari *Aspergillus niger* menggunakan Minyak Goreng Sawit sebagai Induser**. Fakultas Teknologi Industri, UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Widagdo, D. 2008 . **Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Vol. XIX**, Jakarta.
- Winarno, F.G., 1993. **Pangan Gizi Teknologi dan Konsumen**. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.