

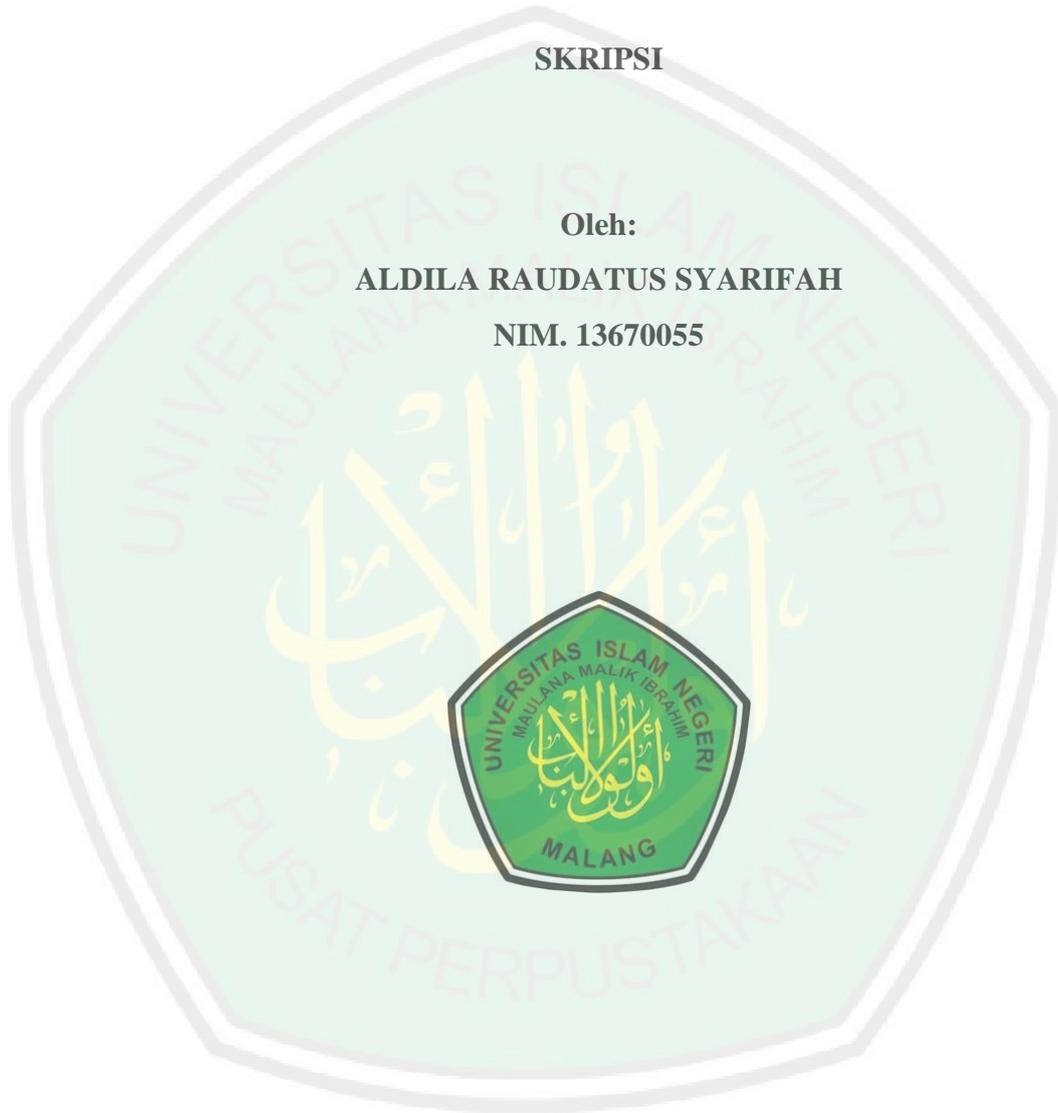
**PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI
MICROWAVE OVEN DAN OVEN TERHADAP
KARAKTERISTIK GELATIN BABI, SAPI DAN BEBEK**

SKRIPSI

Oleh:

ALDILA RAUDATUS SYARIFAH

NIM. 13670055



**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

2018

**PERBANDINGAN PENGARUH METODE EKSTRAKSI
MICROWAVE OVEN DAN OVEN TERHADAP
KUALITAS GELATIN BABI, SAPI DAN BEBEK**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm)**

**Oleh:
ALDILA RAUDATUS SYARIFAH
NIM. 13670055**

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2018**

**PERBANDINGAN PENGARUH METODE EKSTRAKSI
MICROWAVE OVEN DAN OVEN TERHADAP
KUALITAS GELATIN BABI, SAPI DAN BEBEK**

SKRIPSI

Oleh:
ALDILA RAUDATUS SYARIFAH
NIM. 13670055

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 2 Mei 2018

Pembimbing I



Begum Fauziyah, S.Si, M. Farm
NIP. 19830628 200912 2 004

Pembimbing II



Abdul Hakim, M.P.I, M. Farm, Apt
NIP. 19761214 200912 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Farmasi




Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt
NIP. 19800203 200912 2003

**PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI
MICROWAVE OVEN DAN OVEN TERHADAP
KARAKTERISTIK GELATIN BABI, SAPI DAN BEBEK**

SKRIPSI

Oleh:

ALDILA RAUDATUS SYARIFAH

NIM. 13670055

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Peryaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm)

Tanggal: 2 Mei 2018

Ketua Penguji	: Dewi Sinta Megawati, M.Sc	(.....)
	NIP.19840116 20170101 2 125	
Anggota Penguji	1. drg. Arief Suryadinata, Sp.Ort	(.....)
	NIP. 19850720 200912 1 003	
	2. Begum Fauziyah, S.Si., M.Farm	(.....)
	NIP. 19830628 200912 2 004	
	3. Abdul Hakim, M.P.I., M.Farm, Apt	(.....)
	NIP. 19761214 200912 1 00	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Farmasi



Dr. Roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt
NIP. 19800203 200912 2003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aldila Raudatus Syarifah
NIM : 13670055
Jurusan : Farmasi
Fakultas : Kesehatan dan Ilmu Kesehatan
Judul Skripsi : Perbandingan Metode Ekstraksi *Microwave Oven* dan
Oven terhadap Karakteristik Gelatin Babi, Sapi dan Bebek

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

Malang, 3 Mei 2018

Yang membuat pernyataan,



Aldila Raudatus Syarifah
NIM. 13670055

MOTTO

Hanya ada dua pilihan untuk memenangkan kehidupan:

Keberanian atau Keikhlasan.

Jika tidak berani, ikhlaslah menerima.

Jika tidak ikhlas, beranilah mengubahnya.

“Menjadi penting itu baik, tapi menjadi baik itu lebih penting.”



PERSEMBAHAN

Untuk semua orang yang ku sayangi..

Terima kasih atas bantuan, doa dan motivasi yang telah diberikan.

Kini aku sampai pada waktuku! Ornamen keraguan itu terhapus sudah.

Teruntuk orang tuaku tercinta Bapak Akhmad Sabari dan Ibu Zainun Al-Qadri terima kasih untuk ketulusanmu. Engkau telah sabar memberi kasih sayang yang tak ada batasnya untukku. Kenakalan, kelalaian, kesalahan telah sangat banyak aku lakukan. Namun, selalu senyum tulus yang engkau berikan dan lantunan doa malam yang engkau panjatkan untukku. Lembaran-lembaran ini bagian kecil bukti kasihku untuk engkau.

Teruntuk kakak pertamaku Zairini Awaliyah dan kakak keduaku Annazzila Rahmaniya terima kasih untuk kegupuhan yang selalu kalian berikan padaku. Engkau yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, senyum dan doanya untuk keberhasilan ini, cinta kalian memberikan kobaran semangat yang menggebu, terimakasih dan sayang ku untuk kalian.

Seseorang yang pernah dengan bangga kusebut bahagia, lelaki yang seharusnya kutulis namanya di lembar ini terima kasih untuk semangatmu, terima kasih sudah menjadi *partner* belajarku, berbahagialah selalu, jangan hilang lengkung sabit pada bibirmu. Jika Tuhan berkehendak, akan ku selesaikan sepotong puisi itu agar menjadi sebuah puisi yang lengkap.

Teruntuk pendamping hidupku (kelak) ku persembahkan skripsi ini untukmu. Aku sempat menyerah ketika apa yang kukerjakan tak kunjung usai dan selalu gagal, tetapi karena aku mengingatmu aku kembali bersemangat. Aku sadar jika pada bab ini saja aku menyerah, bagaimana mungkin aku bisa menjadi istri dan ibu yang baik untuk anak-anakmu?

Terakhir ku persembahkan skripsi ini untuk yang selalu bertanya: "kapan skripsimu selesai?". Terlambat lulus atau lulus tidak tepat waktu bukan sebuah kejahatan, bukan sebuah aib. Alangkah kerdilnya jika mengukur kepintaran seseorang hanya dari siapa yang paling cepat lulus. Bukankan sebaik-baiknya skripsi adalah skripsi yang selesai? Baik itu selesai tepat waktu maupun tidak tepat waktu.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh...

Segala puji bagi Allah Swt, yang telah melimpahkan nikmat, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang farmasi di Fakultas Kedokteran dan Ilmu kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bimbingan serta arahan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terimakasih yang sebenar-benarnya dan penghargaan setinggi-tingginya penulis sampaikan teruntuk kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag, selaku rector Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Bambang Pardjianto, Sp.B, Sp.BP-REDr selaku Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. roihatul Muti'ah, M.Kes., Apt selaku ketua jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Begum Fauziyah, S.Si., M.Farm selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi dan berbagai pengalaman yang berharga kepada penulis.
5. Dewi Sinta Megawati, M.Sc selaku dosen konsultan yang banyak memberikan arahan dan ilmunya kepada penulis.
6. Abdul Hakim, M.P.I, M.Farm., Apt selaku dosen agama yang banyak memberikan arahan dan ilmunya kepada penulis.
7. Seluruh dosen jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, terimakasih atas segala ilmu dan bimbingannya.

8. Orang tua tercinta, Bapak dan Ibu yang senantiasa memberikan kasih sayangnya dan senantiasa mendo'akan serta memberi motivasi penulis untuk menjadi anak yang baik.
9. Saudari-saudari, kakak Rien dan kakak Ela tersayang yang senantiasa memberikan semangat agar penulis segera menyelesaikan tugasnya sebagai mahasiswi.
10. Faiqotul Choiroh yang selalu menemani penulis dalam keadaan suka dan duka, yang selalu membantu penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhirnya, yang tak lupa memberikan dukungan kepada penulis untuk setiap apapun yang dilakukan. Novi Yusro Maulidiyah yang selalu menyediakan waktu untuk menemani penulis *refreshing* sehingga penulis tidak mengalami *stress* yang berkepanjangan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Teman-teman Farmasi angkatan 2013 (GOLFY) yang berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi serta kenangan suka cita yang dirajut bersama dalam menggapai mimpi. Teruntuk Zahratun Nahdhati L, terima kasih telah mengajarkan penulis bagaimana cara menghargai seseorang yang disebut teman.
Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh...

Malang, 3 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	
MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
ABSTRAK INDONESIA	xi
ABSTRAK INGGRIS	xii
ABSTRAK ARAB	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tulang	9
2.2 Kolagen	10
2.3 Gelatin	12
2.3.1 Pengertian Gelatin	12

2.3.2	Klasifikasi Gelatin	13
2.3.3	Komposisi Gelatin	14
2.3.4	Sifat Fisika-Kimia Gelatin	15
2.3.5	Fungsi dan Kegunaan Gelatin	17
2.3.6	Proses Pembuatan Gelatin	18
2.3.7	Konversi Kolagen Menjadi Gelatin	23
2.4	Karakteristik Gelatin	25
2.4.1	Rendemen	25
2.4.2	Kadar Air	26
2.4.3	kadar Abu	28
2.4.4	Derajat Keasaman (pH)	29
2.4.5	Kekuatan Gel	30
2.5	<i>Microwave oven</i>	31
2.6	<i>Texture Analyzer</i>	34
2.7	Urgensi Makanan yang Halal dalam Islam	35
BAB III KERANGKA KONSEPTUAL		
3.1	Bagan Kerangka Konseptual	38
3.2	Uraian Kerangka Konseptual	39
3.3	Hipotesa Penelitian	39
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		
4.1	Jenis dan Rancangan Penelitian	40
4.2	Waktu dan Tempat Penelitian	41
4.3	Variabel Penelitian dan Definisi Operasional	41
4.3.1	Variabel Penelitian	41
4.3.2	Definisi Operasional	41
4.4	Alat dan Bahan Penelitian	42
4.4.1	Alat	42

4.4.2 Bahan	42
4.5 Prosedur Penelitian	42
4.5.1 Preparasi Sampel	42
4.5.2 Isolasi Gelatin	43
4.5.2.1 Perendaman Tulang	43
4.5.2.2 Ekstraksi Gelatin	43
4.5.3 Uji Karakteristik Gelatin	44
4.5.3.1 Rendemen	44
4.5.3.2 Kadar Air	44
4.5.3.3 Kadar Abu	45
4.5.3.4 Derajat Keasaman (pH)	45
4.5.3.5 Kekuatan Gel	45
4.6 Analisa Data	46
BAB V HASIL DAN PENELITIAN	
5.1 Preparasi Sampel	48
5.2 Isolasi Gelatin	49
5.2.1 Perendaman Tulang	49
5.2.2 Ekstraksi Gelatin	52
5.2.3 Pemekatan Larutan Gelatin	55
5.2.4 Pengeringan Larutan Gelatin	55
5.3 Uji Karakteristik Gelatin	57
5.3.1 Kadar Air	57
5.3.2 Kadar Abu	59
5.3.3 Derajat Keasaman (Nilai pH)	61
5.3.4 Kekuatan Gel	63
5.4 Hasil Pembuatan Gelatin Berdasarkan Perspektif Islam	65

BAB VI PENUTUP

6.1 Simpulan 68

6.2 Saran 68

DAFTAR PUSTAKA 69

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kolagen	11
Gambar 2.2 Struktur Kimia Gelatin	13
Gambar 2.3 Reaksi Pembentukan Gelatin	13
Gambar 2.4 Konversi Kolagen Menjadi Gelatin	24
Gambar 2.5 Reaksi Pemutusan Ikatan Hidrogen Tropokolagen	25
Gambar 2.6 Contoh Aplikasi <i>Texture Analyzer</i>	35
Gambar 5.1 Reaksi Kolagen dengan Asam Klorida	51
Gambar 5.2 Reaksi Pemutusan Ikatan Penstabil.....	53
Gambar 5.3 Gelatin Tulang Bebek, Sapi dan Babi	55
Gambar 5.4 Nilai Rata-Rata Rendemen Gelatin	56
Gambar 5.5 Nilai Rata-Rata Kadar Air.....	58
Gambar 5.6 Struktur Gelatin dengan Molekul H ₂ O.....	59
Gambar 5.7 Nilai Rata-Rata Kadar Abu	60
Gambar 5.8 Nilai Rata-Rata Derajat Keasaman (Nilai pH).....	62
Gambar 5.9 Nilai Rata-Rata Kekuatan Gel.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Asam Amino pada Gelatin	15
Tabel 2.2 Sifat Fisika-Kimia Gelatin	17
Tabel 2.3 Contoh Produk yang Menggunakan Gelatin	18
Tabel 2.4 Kemampuan Absorpsi Berbagai Pelarut terhadap Gelombang Mikro..	32
Tabel 2.5 Keuntungan Menggunakan <i>Microwave Oven</i> dan Oven	33
Tabel 5.1 Nilai Rata-Rata Rendemen Gelatin.....	56
Tabel 5.2 Nilai Rata-Rata Kadar Air Gelatin.....	57
Tabel 5.3 Hasil Uji <i>Two Way Anova</i> Kadar Air Gelatin.....	59
Tabel 5.4 Nilai Rata-Rata Kadar Abu Gelatin	59
Tabel 5.5 Hasil Uji <i>Two Way Anova</i> Kadar Abu Gelatin	61
Tabel 5.6 Nilai Rata-Rata Derajat Keasaman (Nilai pH) Gelatin.....	61
Tabel 5.7 Hasil Uji <i>Two Way Anova</i> Derajat Keasaman (Nilai pH) Gelatin.....	63
Tabel 5.8 Nilai Rata-Rata Kekuatan Gel Gelatin.....	63
Tabel 5.9 Hasil Uji <i>Two Way Anova</i> Kekuatan Gel Gelatin.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Skema Kerja
- Lampiran 2 Dokumentasi Proses Pembuatan Gelatin
- Lampiran 3 Dokumentasi Uji Kualitas Gelatin
- Lampiran 4 Perhitungan Bahan dan Hasil
- Lampiran 5 Hasil Uji Statistik



DAFTAR SINGKATAN

AOAC : Association of Official Agricultural Chemist

GMAP: Gelatin Manufactures Association of Asia Pasific

HCl : Hidroksi Klorida

SNI : Standar Nasional Indonesia



ABSTRAK

Syarifah, Aldila Raudatus. 2018. **Perbandingan Metode Ekstraksi Microwave Oven dan Oven terhadap Karakteristik Gelatin Babi, Sapi, dan Bebek.** Skripsi. Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing: (I) Begum Fauziyah, S.Si, M.Farm

(II) Abdul Hakim, M.P.I., M.Farm, Apt

(III) Dewi Sinta Megawati, M.Sc.

Gelatin merupakan biopolimer hasil hidrolisis parsial suatu kolagen. Saat ini Indonesia merupakan negara pengimpor gelatin terbanyak mencapai 100%. Hal ini dikarenakan biaya produksi yang tinggi sehingga tidak ada industri yang memproduksi gelatin. Salah satu cara untuk mengurangi biaya produksi gelatin adalah dengan menggunakan metode ekstraksi *microwave oven*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan metode ekstraksi *microwave oven* dan oven terhadap karakteristik gelatin babi, sapi dan bebek berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel. Tahapan yang digunakan dalam proses pembuatan gelatin dalam penelitian ini terdiri atas: preparasi sampel, isolasi gelatin (*degreasing, demineralisasi*, pencucian, ekstraksi dan pengeringan). Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelatin yang dibuat dalam penelitian ini memiliki nilai rendemen tertinggi sebesar 10,29%. Nilai terbaik pada masing-masing parameter uji yaitu kadar air sebesar 9,567% ; kadar abu 2,026%; nilai pH 5,467; dan kekuatan gel 268,733 bloom. Metode ekstraksi berpengaruh signifikan terhadap karakteristik gelatin berdasarkan parameter uji. Perlakuan terbaik yaitu dengan metode ekstraksi menggunakan *microwave oven*.

Kata kunci: Gelatin, Microwave Oven, Oven.

ABSTRACT

Syarifah, Aldila Raudatus. 2018. **The Comparison of Microwave Oven and Oven Extraction Methods to Characteristics of Pig, Cow and Duck Gelatin**. Thesis. Department of Pharmacy, Faculty of Medicine and Health Sciences, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang.

Advisor: (I) Begum Fauziyah, S.Si, M.Farm
(II) Abdul Hakim, M.P.I., M.Farm, Apt
(III) Dewi Sinta Megawati, M.Sc.

Gelatin is a biopolymer of partial hydrolysis of a collagen. At this time, Indonesia is the most importer countries of gelatin of 100%. This is because the cost of production is high, so there is no industry that produces gelatin. The solution to reduce the cost of gelatin production is to use the *microwave oven* extraction method. The purpose of this research is to know the comparasion of *microwave oven* and oven extraction methods to the characteristicsof pig, cow and duck gelatin based on the parameter of water content, ash content, pH value and gel strength. The steps used in the process of gelatin preparation in this research consists of: sample preparation, gelatin isolation (*degreasing, demineralization, washing, extraction and drying*). The parameters observed in this research were water content, ash content, pH value and gel strength. The results showed that the gelatin made in this research has the highest rendemen value of 10, 29%. The best value on each test parameter is water content of 9.567%; ash content 2.026%; pH value 5,467; and gel strength 268,733 bloom. Extraction method has significant effect on the gelatin characteristicsof test parameters. The best treatment is using *microwave oven* extraction method.

Keywords: Gelatin, Microwave Oven, Oven.

ملخص البحث

شريفة، الدل راووضة. ٢٠١٨. مقارنة طريقة الاستخراج بين ميكرووييف الفرن و الفرن على خصائص الجيلاتين الخنازير والأبقار والبط. البحث العلمي. قسم الصيدلية. كلية الطب والعلوم الصحية. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج.

المشرف الأول: بيغوم فوزيه، الماجستير، المشرف الثاني: عبد الحكيم، الماجستير، المشرف الثالث: ديوي سينتا ميغاوتي، الماجستير.

الجيلاتين هو بيوفيلمر نتائج التحليل المائي الجزئي للكولاجين. تعد اندونيسيا هي حاليا أكثر الدول المستورد للجيلاتين حيث بلغت ١٠٠%. هذا لأن تكلفة الإنتاج عالية لذا لا توجد صناعة تنتج الجيلاتين. طريقة واحدة لتقليل تكلفة إنتاج الجيلاتين هي استخدام طريقة استخراج ميكرووييف الفرن. الأهداف من هذا البحث هو معرفة المقارنة طرق الاستخراج بين ميكرووييف الفرن و الفرن على خصائص الجيلاتين الخنازير والأبقار والبط على أساس معايير محتوى الماء ومحتوى الرماد وقيمة الرقم الهيدروجيني وقوة الهلام. الخطوات المستخدمة في تحضير الجيلاتين في هذا البحث تتكون من: إعداد العينة، اسولس الجيلاتين (إزالة الشحوم، إزالة المعادن، الغسيل، الاستخلاص والتحفيف). كانت المعلمات التي لوحظت في هذا البحث هي محتوى الماء، محتوى الرماد، قيمة الرقم الهيدروجيني وقوة الهلام. وأظهرت نتيجة البحث أن الجيلاتين المصنوع في هذا البحث له أعلى قيمة التدرج بنسبة ١٠،٢٩%. أفضل قيمة لكل معلمة اختبار هي محتوى الماء بنسبة ٩،٥٦٧% ; محتوى الرماد ٢،٠٢٦% ; قيمة الرقم الهيدروجيني ٥،٤٦٧ ; وقوة الهلام ٢٦٨،٧٣٣ بلوم. وطريقة الاستخراج لها تأثير معنوي على خصائص الجيلاتين لمعلمات الاختبار. أفضل علاج هو باستخدام طريقة استخراج ميكرووييف الفرن.

الكلمات الرئيسية: الجيلاتين، ميكرووييفالفرن، فرن.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gelatin merupakan biopolimer hasil hidrolisis parsial suatu kolagen. Kolagen merupakan protein fibrius penyusun utama jaringan pada kulit, tulang dan jaringan ikat hewan, sehingga sumber (spesies), umur hewan, dan jenis kolagen merupakan faktor intrinsik yang mempengaruhi sifat dari gelatin (Johston, 1990). Dalam industri makanan, gelatin ditemukan dalam produk seperti jelly, es krim, yogurt, ataupun marshmallow. Industri farmasi menggunakan gelatin sebagai pembuatan kapsul keras dan lunak (Nhari, Ismail & Che Man, 2012). Sediaan kapsul merupakan jenis sediaan farmasi yang sangat banyak digunakan karena alasan kepraktisannya dan dapat menutupi rasa yang tidak menyenangkan dari obat. Selain juga berfungsi untuk menjaga bahan aktif dari pengaruh lingkungan sehingga menjaga stabilitasnya. Sediaan obat vitamin dan mineral sebagian besar dalam bentuk cangkang kapsul keras dan cangkang kapsul lunak. Umumnya cangkang kapsul terbuat dari gelatin yang kebanyakan diproduksi dari babi sehingga diragukan kehalalannya (Gadri dan Ega Priani, 2014).

Menurut Nur Wahid (2000), dalam Widyastari (2016), saat ini Indonesia tercatat sebagai pengimpor gelatin terbanyak yakni mencapai 100%. Gelatin umumnya diimpor dari negara-negara non-muslim yang tidak memperhatikan kehalalan produk karena sebagian besar bahan dasarnya bersumber dari babi.

Penggunaan babi sebagai bahan baku gelatin di seluruh dunia mencapai 44,9% dari total gelatin yang dihasilkan. Eropa barat merupakan penghasil gelatin terbesar di dunia yaitu 68% gelatin yang diproduksi berasal dari babi. Penghasil kedua terbesar di dunia adalah NAFTA (*The North American Free Trade Agreement*), konsorsium tiga negara yaitu Amerika, Kanada dan Meksiko (Jamaluddin *et al.*, 2011). Salah satu masalah yang ditimbulkan dengan mengimpor gelatin yaitu status kehalalan dari gelatin yang biasanya digunakan sebagai bahan tambahan pangan (BTP) (Anwar, 2007).

Makanan merupakan syarat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Kualitas makanan yang dikonsumsi dapat mempengaruhi kualitas hidup dan perilaku makhluk itu sendiri. Sebagai seorang muslim kita wajib memilih makanan yang kita makan. Selain makanan, untuk menjaga kesehatan dan ketahanan tubuh, manusia juga mengkonsumsi obat-obatan dan atau vitamin. Oleh karena itu, setiap makhluk hidup harus berusaha untuk mendapatkan makanan dan suplemen yang baik seperti yang dinyatakan dalam Qur'an surat Al-Maidah (5):87-88:

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا لَا تُحَرِّمُوْا طَيِّبٰتِ مَاۤ اَحَلَّ اللّٰهُ لَكُمْ وَلَا تَعْتَدُوْا ۗ اِنَّ اللّٰهَ لَا يُحِبُّ
 الْمُعْتَدِيْنَ ﴿٨٧﴾ وَكُلُوْا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللّٰهُ حَلٰلًا طَيِّبًا ۗ وَاتَّقُوا اللّٰهَ الَّذِيْۤ اَنْتُمْ بِهٖ
 مُّؤْمِنُوْنَ ﴿٨٨﴾

Artinya: Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu haramkan apa-apa yang baik yang telah Allah halalkan bagimu, dan janganlah kamu melampaui batas. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang melampaui batas (87). Dan makanlah yang halal lagi baik dari apa yang telah Allah rizkikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya (88).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa manusia diperintahkan oleh Allah SWT untuk mengkonsumsi makanan yang baik dan halal. Dalam tafsir al-Mishbah, yang dimaksud makanan yang halal yakni diketahui atau jelas riwayat makanannya (misalnya bersumber dari mana dan diproses dengan cara seperti apa) dan yang dimaksud *tayyiban* yakni kualitas kandungan gizi atau nutrisi dalam makanan. Tidak semua makanan halal itu baik, karena tidak semua yang halal sesuai dengan kondisi masing-masing pribadi. Ada halal yang baik buat seseorang karena memiliki kondisi kesehatan tertentu, dan ada juga yang kurang baik untuknya, walaupun baik buat yang lain. Ada makanan halal tetapi tidak bergizi dan ketika itu ia menjadi kurang baik (Shihab, 2001).

Sebagai negara yang mayoritas penduduknya muslim, maka perlu adanya alternatif lain yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan baku gelatin selain menggunakan babi yaitu dengan menggunakan sapi dan bebek. Gelatin merupakan jenis protein yang berasal dari jaringan kolagen kulit, tulang serta jaringan ikat hewan. Tulang sapi merupakan hasil ikutan ternak yang memiliki manfaat sebagai sumber kalsium dan protein kolagen. Kolagen memiliki manfaat dan nilai ekonomi yang tinggi untuk aplikasi pada industri pangan dan non pangan. Kolagen merupakan sumber bahan baku pembuatan gelatin (Ramadani, 2014). Namun sebagian orang juga khawatir mengkonsumsi limbah sapi karena adanya penyakit sapi gila (*mad cow disease*), penyakit mulut dan kuku (*foot and mouth*), dan *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE) (Jamilah dan Harvinder, 2002 dalam Puspawati, dkk, 2014). Selain tulang sapi, juga bisa digunakan tulang bebek untuk bahan baku pembuatan gelatin. Hal ini dikarenakan tulang bebek

merupakan sumber protein yang baik dan bahan kolagen yang fungsional. Bahan tersebut telah digunakan dalam pengolahan makanan manusia yang disebut “*mustard duck feet*” yang berasal dari Cina dan Asia Tenggara. Dengan demikian, tulang bebek bisa dianggap sebagai produk sampingan yang berguna untuk industri makanan (Park, *et al.*, 2013). Tulang unggas seperti ayam dan bebek mengandung banyak kolagen. Beberapa penelitian telah dilakukan terhadap fungsi dari tulang unggas yaitu ayam dan bebek dalam makanan manusia (Jang *et al.*, 2002 dalam Park, *et al.*, 2013).

Selain bahan baku yang menentukan kualitas dari gelatin, proses dalam pembuatan gelatin juga berpengaruh terhadap mutu gelatin. Produksi gelatin yang bermutu tergantung pada penggunaan metode ekstraksi yang tepat seperti metode asam dan basa. Perbedaan kedua metode ini terletak pada proses perendamannya. Asam mampu mengubah serat kolagen *triple helix* menjadi uraian tunggal, sedangkan larutan perendaman basa hanya mampu menghasilkan untaian ganda (Ward dan Courts, 1977 *cit.* Tazwir *et al.*, 2008). Hal ini menyebabkan pada waktu yang sama jumlah kolagen yang terhidrolisis oleh larutan asam lebih banyak daripada larutan basa (Tazwir *et al.*, 2008). Prayitno (2007) menguraikan bahwa apabila konsentrasi asam yang digunakan terlalu tinggi maka protein yang terdapat di dalam kolagen tidak dapat berubah menjadi gelatin. Lama waktu perendaman juga akan berpengaruh terhadap kualitas gelatin yang dihasilkan yakni apabila perendamannya terlalu lama maka kadar protein dalam gelatin semakin rendah, sehingga kedua proses tersebut sangat menentukan kuantitas dan kualitas gelatin. Huda *et al* (2013) menyebutkan bahwa pelarut yang

menggunakan asam akan bereaksi dengan kalsium di dalam matriks tulang sehingga garam kalsium pada tulang larut yang mengakibatkan kolagen sebagai pengikat kalsium dalam tulang lepas dan terkumpul dalam *ossein*. Semakin kuat asam suatu pelarut (nilai pH rendah) maka jumlah kolagen yang terurai semakin banyak. Semakin besar konsentrasi pelarut dari pelarut HCl, maka rendemen gelatin yang dihasilkan semakin meningkat. Selain itu Miskah (2010), melakukan penelitian ekstraksi gelatin dengan menggunakan pelarut CH₃COOH dan HCl, hasil yang diperoleh dengan rendemen terbayak yaitu HCl 4% sebanyak 11,2% selama 24 jam dalam 25 gram sampel.

Tahapan selanjutnya dalam proses pembuatan gelatin yaitu ekstraksi. Ekstraksi dalam pembuatan gelatin merupakan proses denaturasi untuk mengubah serat kolagen yang tidak larut air dengan penambahan senyawa pemecah ikatan hidrogen pada suhu kamar atau lebih rendah (Saleh, 2004). Metode yang digunakan dalam ekstraksi *ossein*, selama ini masih menggunakan metode ekstraksi yang konvensional, dalam penelitian Widyastari (2016) ekstraksi tulang bebek dengan menggunakan metode ekstraksi oven dengan temperatur 70°C menghasilkan rendemen sebanyak 1,6%. Penggunaan metode ini sangat sederhana, namun kelemahan dari metode ini adalah memerlukan waktu ekstraksi yang lebih lama. Pengembangan metode ekstraksi untuk mempercepat waktu ekstraksi sangat diperlukan untuk mengurangi biaya produksi. Akhir-akhir ini, metode ekstraksi yang berbasis *microwave* sudah banyak digunakan untuk mengekstraksi senyawa aktif dalam sampel. Park, *et al* (2013) menyebutkan bahwa metode ekstraksi yang paling menghasilkan kualitas terbaik adalah dengan

menggunakan metode *microwave oven*. Ekstraksi dengan menggunakan *microwave oven* memanfaatkan radiasi gelombang mikro untuk mempercepat ekstraksi selektif melalui pemanasan pelarut secara cepat dan efisien. Kelebihan dari metode ekstraksi menggunakan metode *microwave oven* adalah berkurangnya waktu ekstraksi dan penggunaan larutan kimia yang lebih sedikit (Amir, 2016).

Berdasarkan data penelitian di atas maka penelitian ini penting untuk diketahui tulang bebek dapat memberikan karakteristik yang hampir sama dengan tulang babi dan sapi. Selain bahan baku yang menentukan karakteristik gelatin, proses dalam pembuatan gelatin juga berpengaruh terhadap mutu gelatin. Dengan pengembangan metode ekstraksi yang digunakan diharapkan dapat meningkatkan mutu gelatin yang dihasilkan. Penelitian ini akan dilakukan perbandingan metode ekstraksi *ossein* tulang babi, sapi dan bebek dengan menggunakan metode konvensional dan *microwave oven* dengan proses perendaman tulang menggunakan larutan HCl 4% dengan waktu perendaman 24 jam.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari latar belakang tersebut yaitu bagaimana perbandingan metode ekstraksi *microwave oven* dan oven terhadap karakteristik gelatin babi, sapi dan bebek berdasarkan nilai parameter kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini dibedakan menjadi 2 tujuan yaitu, tujuan umum dan tujuan khusus:

a. Tujuan umum

Tujuan umum dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui perbandingan metode ekstraksi *microwave oven* dan oven terhadap karakteristik gelatin

b. Tujuan khusus

Tujuan khusus dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Adanya perbandingan metode ekstraksi yang menggunakan *microwave oven* berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel.
2. Adanya perbandingan metode ekstraksi yang menggunakan oven berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel.
3. Adanya perbandingan terhadap metode ekstraksi yang digunakan antara *microwave oven* dan oven berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini meliputi: sampel yang digunakan adalah tulang babi, tulang sapi dan tulang bebek yang di peroleh dari limbah pemotongan hewan daerah Negara, Wongsorejo, dan Blitar konsentrasi asam klorida yang digunakan yaitu 4% dengan waktu perendaman 24 jam. Karakteristik gelatin dari tulang babi, tulang sapi dan tulang bebek ditinjau dari parameter, kadar air, kadar abu, nilai pH, dan kekuatan gel.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada masyarakat mengenai karakteristik gelatin yang terbuat dari babi, sapi dan bebek sehingga bisa digunakan sebagai alternatif pembuatan gelatin yang halal dengan menggunakan *microwave oven* sebagai metode ekstraksi dalam pembuatan gelatin. Selain itu bisa meningkatkan daya guna tulang bebek untuk mengurangi ketergantungan terhadap gelatin impor.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tulang

Tulang merupakan bagian dari sistem rangka pada manusia atau hewan yang fungsinya meliputi tiga hal penting, yaitu sebagai pelindung organ internal, sebagai elemen gerak, dan sebagai tempat menempelnya otot-otot sehingga dapat bekerja sebagaimana mestinya. Tulang dimasukkan dalam kelompok jaringan ikat. Seperti jaringan ikat lain, tulang tersusun dari sel-sel matriks organik ekstraseluler yang berbentuk serat-serat, serta zat-zat lain yang diproduksi oleh sel (*ground substance*) (Arivianto, 2007 dalam Munda, 2013).

Tulang dapat dibedakan menjadi dua kategori yaitu: *collected bone* dan *slaughterhouse bone*. *Collected bone* merupakan tulang yang memiliki ukuran bervariasi, banyak mengandung daging, kadar lemak tinggi (sering terhidrolisis sehingga mutu gelatin yang dihasilkan rendah). Jenis ini lebih cocok untuk pembuatan bahan perekat dan dapat diperoleh dari penjualan daging di pasar. Sedangkan jenis *slaughterhouse* merupakan jenis tulang yang diperoleh dari tempat pemotongan hewan langsung mendapatkan perlakuan sebelum digunakan lebih lanjut, sehingga sedikit mengalami kontaminasi. Jenis ini cocok untuk bahan baku pembuatan gelatin (suatu hidrokolid yang dapat digunakan sebagai *gelling*, bahan pengental atau penstabil) (Saleh, 2004). Harjana (2011), menyatakan struktur umum jaringan tulang terdiri dari matrik tulang, bahan intersel yang mengalami klasifikasi, sel tulang (*osteosit*) yang terdapat dalam rongga (*lakuna*) pada matrik,

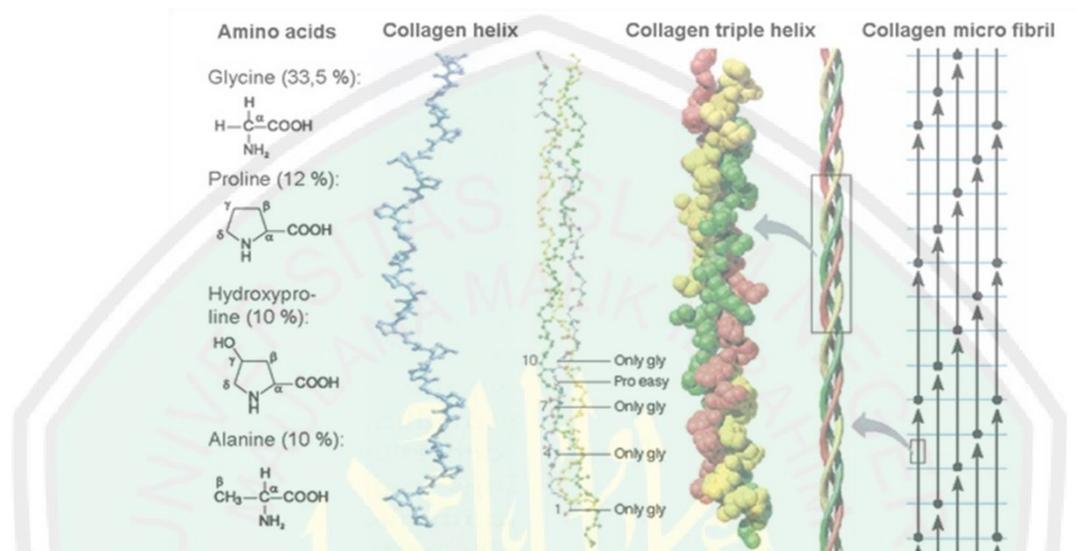
osteoblas yang berperan untuk sintesis bahan organik matrik tulang (serabut kolagen dan glikoprotein), dan *osteoklas* (sel raksasa yang berperan untuk perombakan matrik tulang dan perubahan bentuk jaringan tulang).

Tulang merupakan salah satu tenunan pengikat. Tulang terdiri dari serat-serat dan bahan pengisi. Bahan pengisi pada tulang adalah protein dan garam-garam mineral, seperti kalsium fosfat 58,3%, kalsium karbonat 1,0%, magnesium fosfat 2,1%, kalsium florida 1,9% dan protein 30,6%. Tulang mengandung kurang lebih 50% air dan 15% sumsum merah dan kuning. Sumsum terdiri dari lemak sebesar 96%. Tulang yang telah diambil lemaknya terdiri dari bahan organik dan garam-garam anorganik dalam perbandingan 1:2. Penghilangan zat organik oleh panas tidak menyebabkan perubahan struktur tulang secara keseluruhan, tetapi akan mengurangi berat tulang (Saleh, 2004). Menurut Okanovic (2009), tingginya kadar protein ditulang segar merupakan media yang baik untuk diproses menjadi bahan baku untuk produksi gelatin. Tulang tersusun atas beberapa komponen, diantaranya protein yang berbentuk polimer kolagen. Hidrolisis terhadap kolagen tulang dapat dilakukan setelah melakukan tahap *degreasing*, pembersihan, pengeringan dan pemotongan tulang menjadi lebih kecil (Hadi, 2005 dalam Munda, 2013).

2.2 Kolagen

Kolagen termasuk dalam golongan protein fiber. Protein fiber merupakan protein sederhana karena mempunyai bentuk molekul panjang seperti serat atau serabut. Molekul protein ini terdiri atas beberapa rantai polipeptida yang memanjang dan dihubungkan satu dengan yang lain oleh beberapa ikatan silang

hingga merupakan bentuk serat yang stabil. Konfigurasi *triple helix* pada kolagen merupakan salah satu ciri khas protein fiber. Sifat umum protein fiber adalah tidak larut dalam air dan sukar diuraikan oleh enzim (Poedjiadi, 1994).



Gambar 2.1 Struktur kolagen

Kolagen secara luas banyak ditemukan pada kulit, tendon, tulang rawan, dan tulang keras pada hewan. Kolagen merupakan protein paling berlimpah di dalam tubuh (Pearson dan Young, 1989 dalam Mufidah, 2013). Jaringan kolagen tersusun atas fibril kolagen yang nampak seperti garis-garis melintang. Fibril ini terorganisasi sesuai dengan sistem biologis jaringan tersebut. Kolagen yang mengandung 35% glisin, 11% alanin, serta prolin yang cukup tinggi akan menjadi dasar pada produksi gelatin (Lehninger, 1993).

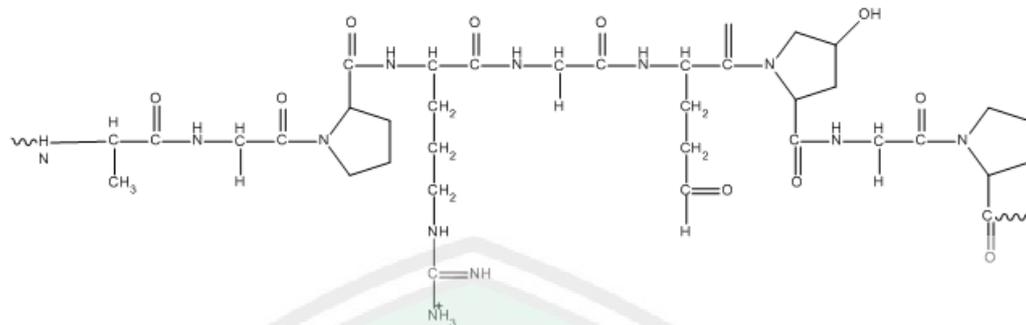
Transformasi kolagen menjadi gelatin melalui proses denaturasi kolagen. Proses denaturasi ini meliputi dua tahap, yaitu pemecahan *triple helix* (struktur protein tersier), dan diikuti dengan pemecahan menjadi komponen rantai acak molekul gelatin yang lebih kecil. Proses ini terjadi karena pemanasan kolagen

pada suhu di atas 40 °C. Perubahan ini hanya melibatkan ikatan hidrogen dan ikatan hidrofobik yang membantu struktur heliks kolagen tetap stabil (Fatimah, 2013). Dengan pemanasan yang lebih lama, kolagen akan larut menjadi produk yang disebut gelatin. Apabila larutan yang mengandung gelatin 3% atau lebih didinginkan maka akan membentuk gelatin padat. Selain protein, di dalam kolagen juga terdapat struktur karbohidrat yaitu monosakarida (glukosa dan galaktosa) yang masuk oleh galaktosil transferase (enzim pentransfer). Pengikatan gula terjadi sebelum terbentuknya pilinan (*helix*) (Kusumaningsih, 2004).

2.3 Gelatin

2.3.1 Pengertian Gelatin

Nama gelatin berasal dari bahasa latin “*gelare*”, yang berarti membuat kental (mengentalkan) dan merupakan senyawa yang tidak pernah terjadi secara alami (Glicksman, 1969). Gelatin adalah suatu protein yang diperoleh dari hidrolisa parsial protein serabut kolagen yang terdapat pada kulit, tulang dan jaringan ikat hewan. Gelatin merupakan produk multiguna dan banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, farmasi, obat-obatan, dan lain-lain (Apriyantono, 2003). Fatimah (2013) menyatakan gelatin merupakan sistem koloid padat (protein) dalam cairan (air) sehingga pada suhu dan kadar air yang tinggi gelatin mempunyai kemampuan cairan, yaitu disebut fase sol atau hidrosol, sebaliknya pada suhu dan kadar air yang rendah gelatin mempunyai kemampuan yang lebih kasar atau lebih pekat strukturnya, yaitu disebut fase gel. Pemanasan dan penambahan air akan mengubah gelatin menjadi fase sol, sebaliknya pendinginan dan pengurangan air akan mengubah gelatin menjadi fase gel.



Gambar 2.2 Struktur kimia gelatin (Fatimah, 2013)

Menurut Parker (1984), gelatin adalah suatu protein murni yang diperoleh dengan hidrolisa bertingkat kolagen yang terdapat pada kulit dan tulang hewan. Gelatin mudah dicerna dan mengandung asam amino yang tergabung dalam ikatan polipeptida membentuk polimer yang ideal. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Reaksi pembentukan gelatin (Miwada dan Simpen, 2007)

2.3.2 Klasifikasi Gelatin

Gelatin dapat diklasifikasikan berdasarkan proses perendamannya yakni gelatin tipe A dan tipe B. Gelatin tipe A (Asam) adalah gelatin yang dalam proses perendamannya menggunakan larutan asam. Pada tahap ini diberi perlakuan selama satu hari dengan pelarut asam hingga kolagen terdegradasi dan dapat larut dalam air panas, dilanjutkan dengan proses ekstraksi. Garam-garam yang tersisa dihilangkan dengan pembasuhan menggunakan air. Metode ini dipengaruhi pada konsentrasi asam yang digunakan dan lamanya perlakuan. Gelatin yang diperoleh

setelah melalui proses asam akan mempunyai titik isoelektrik antara pH 6 dan 9 (Jaswir, 2007).

Gelatin tipe B adalah gelatin yang dalam proses perendamannya menggunakan larutan basa. Biasanya perendaman dengan menggunakan larutan basa lebih lama jika dibandingkan dengan menggunakan larutan asam. Ikatan kolagen dalam proses ini dipisah sebagian, sementara itu protein selain kolagen serta zat-zat kimia lainnya dinetralkan dengan menambahkan larutan asam kemudian dibasuh lagi dengan air untuk mengangkat sisa-sisa garam yang masih melekat. Gelatin tipe B mempunyai titik isoelektrik antara pH 4,7 hingga 5 (Jaswir, 2007).

2.3.3 Komposisi Gelatin

Gelatin sangat kaya dengan asam amino glisin (Gly) hampir sepertiga dari total asam amino, prolin (Pro) dan 4-hidroksiprolin (4Hyp). Secara umum struktur gelatin yaitu: -Ala-Gly-Pro-Arg-Gly-Glu-4Hyp-Gly-Pro-. Kandungan 4Hyp berpengaruh terhadap kekuatan gel gelatin. Makin tinggi asam amino tersebut, kekuatan gel akan lebih baik. Gelatin tergolong sebagai protein dengan nilai biologis yang rendah dan sering dianggap protein tidak lengkap karena gelatin kekurangan triptophan (Trp) yang merupakan salah satu asam amino esensial, serta rendah dalam sistein (Cys) dan tirosin (Try) (Jannah, 2008).

Komposisi kimia gelatin yang diambil dari tendon hewan terdiri dari 50,11% karbon; 6,56% hydrogen; 17,81% nitrogen; 25,56% oksigen; dan 0,26% sulfur (Jannah, 2008). Menurut Schrieber dan Gareis (2007) dalam Mufidah (2013), gelatin mengandung berbagai jenis asam amino, yaitu 9,1%

hidroksiprolin; 2,9% asam aspartat; 1,8% treonin; 3,5% serin; 4,8% asam glutamat; 13,2% prolin; 33% glisin; 11,2% alanin; 2,6% valin; 0,36% metionin; 1% isoleusin; 2,7% leusin; 0,26% tirosin; 1,4% penilalanin; 0,51% hidroksilisin; 3% lisin; 0,4% histidin; dan 4,9% arginin. Asam amino yang paling banyak dikandung gelatin adalah glisin, sementara asam amino yang paling sedikit adalah tirosin. Gelatin tidak mengandung triptofan.

Tabel 2.1 Kandungan asam amino pada gelatin (Jannah, 2008)

Kandungan Asam Amino	Prosentase (%)
Glisin	21
Prolin	12
Hidroxyprolin	12
Asam glutamat	10
Alanin	9
Arginin	8
Asam aspartat	6
Lysin	4
Serin	4
Leusin	3
Valin	2
Phenilalanin	2
Treonin	2
Isoleusin	1
Hidroxylysin	1
Metionin	<1
Histidin	<1
Tyrosin	<0,5

2.3.4 Sifat Fisika-Kimia Gelatin

Gelatin memiliki sifat dapat berubah secara reversible dari bentuk sol ke gel, membengkak atau mengembang dalam air dingin, dapat membentuk film, mempengaruhi viskositas suatu bahan, dan dapat melindungi sistem koloid (Parker, 1982). Sifat-sifat seperti itulah yang membuat gelatin lebih disukai

dibandingkan dengan bahan-bahan lain seperti gum, xantan, keragenan, dan pektin (Utama, 2007). Menurut Susanto (1995), sifat fisik gelatin berbentuk padat, kering, tidak berasa, tidak berbau, transparan dan berwarna kuning redup sampai kuning sawo. Umumnya gelatin mempunyai berat molekul 10.300-100.000 g/mol.

Gel dan sol merupakan koloid liofilik (suka pada cairan). Partikel-partikel fase terdispersi ditarik ke molekul fase kontinu, apabila fase kontinunya berupa air maka koloid tersebut disebut koloid hidrofilik. Sol gelatin terjadi karena gaya tarik menarik antara molekul-molekul protein yang lemah, kompak dan tergulung sehingga bersifat dapat mengalir, sedangkan gel terjadi jika molekul-molekul yang kompak dan tergulung tersebut mulai terurai dan membentuk ikatan silang antara molekul-molekul yang berdekatan sehingga terjadilah pertautan atau jaringan yang mengakibatkan gelatin tidak bersifat cairan atau lebih mirip padatan (Gaman dan Sherington, 1992).

Sifat fisika, kimia dan fungsional gelatin merupakan sifat yang sangat menentukan mutu gelatin. Tabel di bawah ini memperlihatkan standar mutu gelatin menurut SNI (1995), British Standart (757:1975), JECFA (2003), dan GMAP (2004):

Tabel 2.2 Sifat fisika-kimia gelatin

Karakteristik	SNI (1995)	British Standart (757:1975)	JECFA (2003)	GMAP (2004)	
				Tipe A	Tipe B
Warna	Tidak berwarna	Kuning pucat			
Kadar abu (%)	Max 3,25		≤ 2	0,3 – 2,0	0,5 – 2,0
Kadar air (%)	Max 16		≤ 18		
Logam berat (mg/kg)	Max 50		≤ 50		
Arsen (mg/kg)	Max 2		≤ 1		
Tembaga (mg/kg)	Max 30		≤ 5		
Seng (mg/kg)	Max 100				
Sulfit (mg/kg)	Max 1000				
Timah hitam (mg/kg)					
Belerang oksida (mg/kg)			≤ 40		
Viskositas (cP)		1,5 – 7,0		1,5 - 7,5	2,0 – 7,5
Kekuatan gel (bloom)		50 – 300		50 – 300	50 – 300
pH		5		3,8 – 5,5	5,0 – 7,5
Titik isoelektrik (s/cm)		1 – 5		7,0 – 9,0	4,7 – 6,0
Batas pencemaran mikroba: Standart Plate Count (g ⁻¹) E. coli (g ⁻¹) Streptococci (g ⁻¹)			<10 ¹ <10 <10 ²		

2.3.5 Fungsi dan Kegunaan Gelatin

Gelatin sangat luas penggunaannya, tidak hanya pada produk pangan tetapi juga produk farmasi dan kosmetika. Hal ini dikarenakan gelatin bersifat serba bisa, yaitu berfungsi sebagai bahan pengisi, pengemulsi, pengikat, pengendap,

memperkaya gizi, membentuk lapisan tipis yang elastis, membentuk film yang transparan dan kuat, dan memiliki daya cerna yang tinggi (Anonymous, 2003). Fungsi dan contoh penggunaan gelatin pada berbagai produk dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Contoh-contoh produk yang menggunakan gelatin (Jannah, 2008)

Jenis Produk	Fungsi dan Contoh Produk
Produk pangan secara umum	Sebagai zat pengental, penggumpal, membuat produk menjadi elastis, pengemulsi, penstabil, pembentuk busa, menghindari sineresis, pengikat air, memperbaiki konsistensi, pelapis tipis, pemerkaya gizi.
Daging olahan	Untuk meningkatkan daya ikat air, konsistensi dan stabilitas produk, sosis, kornet, dan lain-lain.
Susu olahan	Untuk memperbaiki tekstur, konsistensi, dan stabilitas produk serta menghindari sineresis pada yoghurt, es krim, susu, keju, cottage, dan lain-lain.
<i>Bakery</i>	Untuk menjaga kelembapan produk, sebagai perekat bahan pengisi pada roti-rotian, dan lain-lain.
Minuman	Sebagai penjernih sari buah (<i>juice</i>), bir, dan wine.
Buah-buahan	Sebagai pelapis (melapisi pori-pori buah sehingga terhindar dari kekeringan dan kerusakan oleh mikroba) untuk menjaga kesegaran dan keawetan buah.
Farmasi	Pembungkus kapsul atau tablet obat.
Film	Membuat film menjadi lebih sensitif, sebagai pembawa dan pelapis zat warna film.
Kosmetika (khususnya produk-produk emulsi)	Digunakan untuk menstabilkan emulsi pada sampo, penyegar dan perindung kulit (<i>lotion/cream</i>), sabun (terutama yang cair), lipstik, cat kuku, busa cukur, krim pelindung sinar matahari, dan lain-lain.

2.3.6 Proses Pembuatan Gelatin

Berdasarkan sifat bahan pada dasarnya ada dua proses hidrolisa kolagen yang diproses menjadi gelatin yaitu (GMAP, 2004): (1) Proses Asam (tipe A)

yang sering digunakan adalah kulit babi dan kulit ikan dan terkadang tulang sebagai bahan baku. Hal ini didasarkan pada kolagen yang diasamkan menjadi pH sekitar 4 dan kemudian dipanaskan secara bertahap dari 50 °C sampai mendidih mengubah sifat dan melarutkan kolagen. Menurut Poppe (1992), pembuatan gelatin tipe A, bahan baku diberi perlakuan perendaman dalam larutan asam mineral seperti asam klorida, asam sulfat, atau asam fosfat tetapi yang paling baik dan umum digunakan adalah asam klorida. Asam klorida mempunyai kelebihan dibandingkan dengan jenis asam yang lainnya karena asam klorida mampu menguraikan serat kolagen lebih banyak dan cepat tanpa mempengaruhi kualitas gelatin yang dihasilkan. Hal yang menguntungkan dari proses asam antara lain persiapan bahan baku (proses perendaman) memerlukan waktu yang relatif singkat yaitu 10-48 jam. Hal ini disebabkan karena senyawa asam dapat melakukan pemutusan ikatan hidrogen dan struktur kolagen dengan baik sehingga jumlah gelatin yang terekstrak mendekati jumlah gelatin dari proses basa selama delapan minggu. Selain itu buangan air yang dihasilkan dari proses asam lebih sedikit dari pada proses basa (Septriansyah, 2000). (2) Proses alkali (tipe B) yang digunakan pada kulit sapi dan sumber kolagen dimana hewan relatif tua di pemotongan. Salah satu prosesnya dimana kolagen harus melalui proses pengapuran panjang sebelum ekstraksi. Waktu perendaman yang dibutuhkan pada gelatin tipe B ini adalah 8-12 minggu.

Proses utama gelatin dibagi dalam tiga tahap. Pertama, persiapan bahan baku, antara lain penghilangan komponen non kolagen dari bahan baku dengan atau tanpa pengurangan ikatan antara komponen kolagen. Kedua, konversi

kolagen menjadi gelatin. Ketiga, pemurnian serta pengolahan gelatin dalam bentuk kering (Hinterwalder, 1977 dalam Mufidah, 2013). Menurut Lang *et al.*, 1998 prinsip pada proses pembuatan gelatin meliputi: bahan baku, pemeriksaan dan pemotongan bahan baku, pembersihan, *degreasing*, reduksi ukuran tulang, *demineralisasi*, *liming* (perendaman), ekstraksi gelatin, pemekatan dan pengeringan.

Bahan baku pembuatan gelatin adalah tulang, kulit atau jaringan dari hewan atau ikan. Pada saat sebelum pemrosesan bahan baku (baik tulang atau kulit atau jaringan hewan lain) harus diperiksa kualitasnya. Pada saat penyortiran, maka bagian yang busuk dibuang kemudian bahan baku tersebut dimasukkan ke dalam mesin pencacah yang memotong menjadi kecil-kecil sekitar 12,7 cm. Pemotongan tulang ini bisa dilakukan dengan bermacam-macam cara antara lain:

1. Penggilingan kasar dilakukan dengan cara tulang digiling kasar, sehingga ukuran menjadi 1-3 cm.
2. Pengecilan ukuran ini dapat dilakukan dengan cara memukul tulang dengan palu. Selanjutnya dilakukan pemotongan tulang. Tulang dipotong-potong dengan kampak sehingga ukurannya menjadi 5-10 cm. Potongan tulang ini dicuci dengan semprotan air sampai bersih.

Hadiwiyoto (1983) dalam Mufidah (2013), pengecilan ukuran tulang dilakukan untuk memperluas permukaan tulang sehingga reaksi berlangsung lebih cepat dan sempurna. Kuantitas hasil ekstraksi gelatin sangat dipengaruhi oleh ukuran bahan baku. Menurut Schrieber dan Gareis (2007), semakin kecil ukuran partikel bahan baku hasil ekstraksi gelatin akan semakin banyak. Septriasyah

(2000) dalam Mufidah (2013) menunjukkan bahwa pengecilan ukuran tulang hanya dilakukan hingga 2-5 cm². Gelatin yang dihasilkan dalam penelitian Septriasyah (2000), berkisar antara 9,1-10,4%. Hal ini diakibatkan oleh banyaknya serbuk *ossein* yang terbawa dalam filtrat gelatin. Serbuk *ossein* yang halus dapat lolos dari penyaringan akhir dan membentuk endapan pada saat gelatin diubah menjadi gel.

Degreasing adalah proses penghilangan lemak dari jaringan tulang. Penghilangan lemak pada tulang efektif dilakukan pada suhu antara titik cair lemak dan suhu koagulasi albumin tulang yaitu antara 32-80 °C sehingga dihasilkan kelarutan lemak yang optimum. *Degreasing* yang efektif dilakukan dengan menyemprotkan air dengan bertekanan tinggi untuk mencuci kotoran. Selanjutnya dengan merendam dalam air panas untuk menghilangkan kandungan lemak sebesar 2%. Pada saat pengeringan dengan cara pemanasan kira-kira 30 menit pada suhu 100 °C (Jannah, 2008). Schrieber dan Gareis (2007) menyatakan dalam industri gelatin, setelah ukuran tulang diperkecil hingga 0,5 cm, proses *degreasing* dilakukan selama 30 menit dengan menggunakan air panas (85-90 °C) dengan bantuan pengadukan mekanik. Proses ini secara total akan membuang semua lemak yang melekat dan tertinggal di tulang. Septriasyah (2000), melakukan proses *degreasing* pada serpihan tulang berukuran panjang 1-3 cm selama 3 jam pada suhu 70 °C tanpa proses pengadukan mekanik.

Demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan garam kalsium dan garam-garam lainnya sehingga diperoleh *ossein* (tulang yang telah mengalami *demineralisasi* yaitu penghilangan kalsium fosfat). Proses ini berlangsung dalam

larutan asam dengan konsentrasi antara 4-7%. Menurut Jannah (2008), apabila konsentrasi asam yang digunakan terlalu tinggi maka protein yang terdapat didalam kolagen tidak dapat berubah menjadi gelatin. Lama waktu perendaman juga akan berpengaruh terhadap kualitas gelatin yang dihasilkan yakni apabila perendamannya terlalu lama maka kadar protein dalam gelatin semakin rendah.

Esktraksi dalam pembuatan gelatin merupakan proses denaturasi untuk mengubah serat kolagen yang tidak larut air dengan penambahan senyawa pemecah ikatan hidrogen pada suhu kamar atau lebih rendah (Saleh, 2004). Gelatin diekstrak dari bahan mentah menggunakan proses *extraction multi-stage* dengan menggunakan air panas. Bahan yang telah diekstrak menggunakan air panas, diekstrak ulang menggunakan air pada temperatur lebih tinggi. Proses ini diulang terus-menerus hingga semua gelatin terekstrak. Hasil yang diperoleh mengandung gelatin kira-kira 5%. Gelatin yang diperoleh dari proses ini pada temperatur yang rendah (kira-kira 55%) memiliki tingkat tertinggi kekuatan gelnya. Kemudian proses selanjutnya dilakukan secara kontinyu dengan air panas (mulai dari 60-85°C) hingga diperoleh gelatin dengan kekuatan gel konstan (Anonymous, 2000). Pendidihan ini bertujuan untuk mengekstrak gelatin dari bahan baku, dengan cara potongan tulang, kulit, dan jaringan dimasukkan ke dalam ekstraktor alumunium besar dididihkan dalam aquades. Tabung yang berisi cairan tersebut mengandung gelatin.

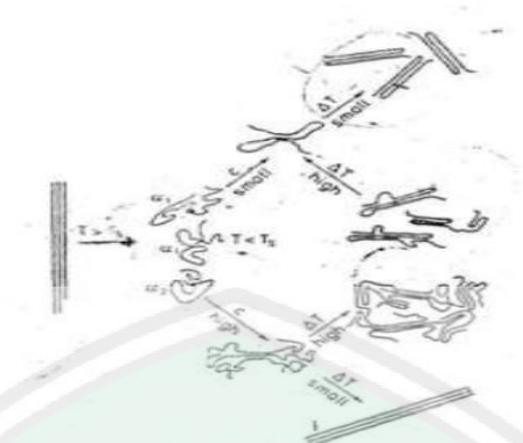
Dari ekstraktor, cairan disalurkan melalui saringan atau filter untuk memisahkan kotoran selain tulang, jaringan, atau kulit yang masih terikat. Dari filter, cairan disalurkan ke *evaporator*. Alat ini berfungsi untuk memisahkan

antara larutan dan padatan gelatin. Larutan tersebut dikeluarkan dan dibuang. Gelatin dilewatkan melalui mesin pengepres. Pemekatan larutan gelatin (*evaporating*) dilakukan untuk meningkatkan total solid larutan, sehingga mempercepat proses pengeringan. Pemekatan dilakukan selama 5 jam dengan suhu 70 °C sehingga kepekatan mencapai 25-30% (Saleh, 2004). Pembentukan gel hidrokoloid terjadi karena adanya pembentukan jaringan tiga dimensi oleh molekul primer yang terentang pada seluruh volume gel yang terbentuk dengan merangkap sejumlah air di dalamnya. Gel kemungkinan mengandung 99,9% air tetapi mempunyai sifat lebih khas seperti padatan, khususnya sifat elastisitas (*elasticity*) dan kekuatan (*ragidity*) (Jannah, 2008).

Tahap terakhir adalah pengeringan gelatin pekat yang telah padat dengan sinar matahari langsung atau dengan menggunakan mesin pengering yang bersuhu 32-60 °C. Pengeringan selesai apabila kadar air gelatin mencapai 9-12% selama 24 jam. Setelah pengeringan, gelatin dapat digiling untuk menghasilkan tepung gelatin (Saleh, 2004).

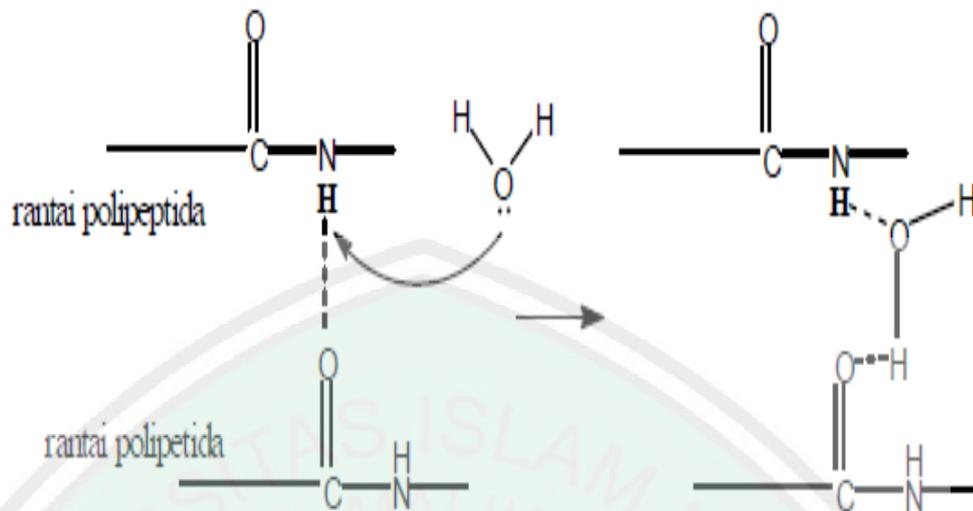
2.3.7 Konversi Kolagen Menjadi Gelatin

Ekstraksi dalam pembuatan gelatin merupakan proses denaturasi untuk mengubah serat kolagen yang tidak larut air dengan penambahan senyawa pemecah ikatan hidrogen pada suhu kamar atau lebih rendah (Saleh, 2004).



Gambar 2.4 Konversi kolagen menjadi gelatin (Saleh, 2004)

Gambar 2.4 menunjukkan bahwa, kolagen apabila dipanaskan pada suhu melebihi suhu denaturasinya (T_s) dan pada waktu yang lama struktur *triple helix*nya akan terpecah dan membentuk gelatin yang larut dalam air. Apabila konsentrasi larutan gelatin rendah akan terjadi pelipatan kembali pada rantai tunggalnya. Pada konsentrasi tinggi dan pendinginan yang berlangsung lambat dapat kembali pada struktur asalnya. Pada konsentrasi tinggi dan pendinginan yang berlangsung cepat, diperoleh struktur dengan untaian yang bergulung acak. Secara umum gelatinisasi dipengaruhi oleh ikatan silang pada kolagen yang ditentukan oleh usia hewan dan suhu pemanasan yang digunakan (Grossman, 1991).



Gambar 2.5 Reaksi pemutusan ikatan hidrogen tropokolagen (Grossman, 1991)

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan gel adalah konsentrasi, suhu, pH, dan adanya ion atau komponen aktif lainnya. Faktor-faktor ini dapat berdiri sendiri atau berhubungan satu sama lain sehingga memberikan pengaruh yang sangat kompleks. Pembentuk gel disebabkan oleh pengaturan pH tertentu dengan menambahkan ion tertentu, atau dengan pemanasan atau pendinginan, karena penggabungan molekul terjadi kebanyakan melalui ikatan hidrogen antarmolekul yang mudah pecah apabila dipanaskan. Gel terbentuk ketika larutan didinginkan dan akan mencair ketika larutan dipanaskan (Grossman, 1991).

2.4 Karakteristik Gelatin

2.4.1 Rendemen

Rendemen merupakan presentase berat gelatin yang didapat dari denaturasi kolagen sehingga menjadi salah satu sifat penting dalam pembuatan gelatin. Semakin besar nilai rendemen yang didapat maka semakin efisien perlakuan yang diterapkan dengan tidak mengesampingkan sifat-sifat lainnya (Septriansyah, 2000).

Amiruldin (2007), menyatakan rendemen dihitung berdasarkan perbandingan antara gelatin serbuk yang dihasilkan dengan bobot tulang sebagai bahan baku. Nilai rendemen yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh proses penirisan air pada waktu pencucian kurang sempurna yang mengakibatkan kandungan air pada tulang menjadi tinggi sehingga pada saat penimbangan bobot yang dihitung bukan bobot murni tulang.

2.4.2 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter mutu yang paling penting untuk produk-produk kering yang akan menentukan kecenderungan kerusakan pada bahan tersebut selama proses penyimpanan. Air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa bahan makanan. Sebagian besar perubahan pada makanan terjadi dalam media air baik yang ditambahkan maupun yang berasal dari bahan itu sendiri. Kerusakan bahan makanan pada umumnya merupakan proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatis, atau kombinasi antara ketiganya. Berlangsungnya proses tersebut memerlukan air, dimana telah diketahui bahwa banyak air bebas yang dapat membantu berlangsungnya proses tersebut (Winarno, 1997)

Peranan air dalam bahan pangan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas metabolisme seperti misalnya aktivitas enzim, aktivitas mikroba, aktivitas kimiawi, yaitu terjadi ketengikan dan reaksi-reaksi non enzimatis, sehingga menimbulkan perubahan sifat-sifat organoleptik, penampakan, tekstur, cita rasa dan nilai gizinya (Rizal dan Halid, 1993). Menurut Sartika (2008) dalam Mufidah (2013), kisaran standar air pada bahan pangan

adalah 16%. Kadar air dipengaruhi oleh kehilangan air selama proses pengeringan serta penyerapan air saat proses perendaman. Apabila perendaman mencapai taraf maksimal, gelatin yang terkonversi akan mengikat air sehingga meningkatkan kadar air bahan.

Analisa kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air di dalam sampel. Analisa kadar air dilakukan dengan metode pemanasan, yaitu dengan pengeringan, baik melalui penjemuran ataupun penggunaan alat pengering. Pada umumnya analisa kadar air dapat dilakukan dengan mengeringkan bahan di dalam oven pada suhu 105-110 °C selama 2 jam atau hingga diperoleh berat konstan. Peningkatan suhu perebusan dan waktu perebusan akan menghasilkan kadar air yang lebih pada gelatin. Taraf tiga kali ekstraksi akan menghasilkan kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan taraf dua kali ekstraksi (Winarno, 2002). Menurut SNI (1995), nilai kadar air standar bagi gelatin komersil yang diperbolehkan adalah maksimal 16%. Industri farmasi menstandarisasi kadar air gelatin untuk bahan baku kapsul maksimal 10%. Sesungguhnya ketentuan-ketentuan di atas telah ditetapkan oleh Allah SWT seperti dijelaskan dalam al-Qur'an surat Al-Qomar (54):49.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya : Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut takaran (49).

Menurut tafsir muyassar, bahwasanya Allah SWT menciptakan sesuatu dan menentukan ukurannya sesuai ketetapan, ilmu pengetahuan dan suratan takdirNya. Dengan demikian, segala sesuatu yang terjadi di alam semesta pastilah berdasarkan takdir dan ketentuan dari Allah (Qarni, 2007). Begitupun ketetapan

Allah terhadap peranan manusia sebagai makhluk di bumi, ia dapat makan, minum, dan berkembang biak melalui sistem yang telah ditetapkan oleh Allah SWT. Manusia memiliki potensi baik dan buruk. Sehingga segala sesuatu yang dilakukan akan dimintai pertanggung jawaban. Dalam hal ini, manusia memiliki kekuasaan untuk menentukan sesuatu, seperti dalam menentukan standar baku bahan pangan antara lain nilai kadar air, kadar abu, kadar protein dan lain-lain yang terkait dengan bahan pangan. Jadi, sudah sepatutnya manusia sebagai kholifah di bumi menjalankan segala sesuatu berdasarkan ketentuan-ketentuan yang berlaku yang sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh Allah SWT (Shihab, 2011).

2.4.3 Kadar Abu

Kadar abu adalah residu anorganik dari pembakaran bahan-bahan organik dan biasanya komponen-komponen tersebut terdiri dari kalsium, natrium, besi, magnesium dan mangan. Abu yang terbentuk berwarna putih abu-abu, berpartikel halus dan mudah dilarutkan (Fatimah, 2013). Kadar abu merupakan salah satu parameter penting untuk menilai kualitas gelatin terutama dalam hal kemurnian gelatin. Proses demineralisasi pada dasarnya bertujuan untuk memisahkan dan membuang garam-garam mineral dan unsur-unsur lain yang tidak diinginkan pada gelatin (Kurniadi, 2009).

Kandungan abu gelatin ditentukan dengan metode pirolisis pada suhu 550 °C, biasanya kandungan abu mencapai 2,5% dapat diterima untuk aplikasi produk pangan sedangkan batas kadar abu yang ditentukan menurut SNI yaitu pada batas maksimal 3,25%. Secara alami kadar abu sangat dibutuhkan. Nilai kadar abu

suatu bahan pangan menunjukkan bahwa besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut (Apriyantono, 1989). Menurut Amiruldin (2007), kadar abu menunjukkan jumlah bahan anorganik yang terdapat dalam bahan organik. Abu menunjukkan jumlah bahan anorganik yang tersisa selama proses pembakaran tinggi (suhu sekitar 550-600 °C) di selama 2 jam. Jumlah abu dipengaruhi oleh jumlah ion-ion anorganik yang terdapat dalam bahan selama proses berlangsung.

2.4.4 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH merupakan parameter yang sangat penting dalam memproduksi gelatin komersil, terutama yang digunakan dalam industri kesehatan, farmasi, dan pangan (Kurniadi, 2009). British Standart (757:1975) menyatakan bahwa nilai pH standar pada gelatin sebesar 5. Pengukuran pH dilakukan untuk menentukan kondisi dan jenis muatan yang terdapat pada gelatin. Gelatin terdiri dari berbagai macam asam amino. Salah satu sifat dari asam amino adalah bersifat amtofer, yaitu dapat bersifat asam, basa atau netral sesuai dengan kondisi lingkungannya (Winarno, 1992).

Pengukuran pH dapat menggunakan pH meter. Prinsip kerja pH meter adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat di dalam elektroda gelas yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat di luar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif. Instrumen pH meter adalah peralatan laboratorium yang digunakan untuk menentukan pH atau tingkat keasaman dari suatu sistem larutan.

Tingkat keasaman dari suatu zat ditentukan berdasarkan keberadaan jumlah ion hidrogen dalam larutan yang dapat dinyatakan dengan persamaan. Salah satu keuntungan dari penggunaan pH meter dalam menentukan tingkat keasaman suatu senyawa adalah pemakaiannya bisa berulang-ulang dan nilai pH relatif cukup akurat (Tahir, 2009).

2.4.5 Kekuatan Gel

Kekuatan gel merupakan kemampuan gel dalam menahan beban yang diberikan pada permukaannya. Selain itu kekuatan gel juga didefinisikan sebagai besarnya kekuatan yang diperlukan oleh *probe* untuk menekan gel setinggi 4 mm sampai gel pecah. Satuan untuk menunjukkan kekuatan gel yang dihasilkan dari suatu konsentrasi tertentu disebut derajat bloom (Hermanianto, 2000). Salah satu sifat fisik yang penting pada gelatin adalah kekuatan untuk membentuk gel yang disebut dengan kekuatan gel. Kekuatan gel dipengaruhi oleh pH, adanya komponen elektrolit dan non-elektrolit serta bahan tambahan lainnya (Glicksman, 1969).

Pembentukan gel merupakan suatu penggabungan atau pengikatan silang rantai-rantai polimer membentuk jalinan tiga dimensi yang kontinyu, sehingga dapat menangkap air didalamnya menjadi suatu struktur yang kompak dan kaku yang tahan terhadap aliran dibawah tekanan. Pada waktu sol dari gelatin mendingin, konsistensinya menjadi lebih kental dan selanjutnya akan berbentuk gel. Mekanisme yang tepat tentang pembentukan gel dari sol gelatin masih belum diketahui. Molekul-molekul secara individu bergabung dalam lebih dari satu

bentuk kristal membentuk jalinan tiga dimensi yang menjerat cairan dan berikatan silang secara kuat sehingga menyebabkan terbentuknya gel (Fardiaz, 1989).

Menurut Wijaya (1998), kekuatan gel dari gelatin komersial bervariasi antara 50-300 bloom. Berdasarkan kekuatan gelnya gelatin dibagi menjadi tiga macam yaitu:

1. Gelatin dengan Bloom tinggi (250-300 bloom)
2. Gelatin dengan Bloom sedang (150-250 bloom)
3. Gelatin dengan Bloom rendah (50-150 bloom)

2.5 Microwave oven

Microwave oven merupakan metode ekstraksi menggunakan gelombang mikro pada proses ekstraksi. Ekstraksi menggunakan *microwave* lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan ekstraksi dengan metode konvensional karena lebih cepat (Belanger, 1995). Menurut Paar (2000), ekstraksi menggunakan *microwave* dapat menggunakan pelarut tunggal atau campuran dari berbagai macam pelarut. Setiap jenis pelarut mempunyai daya absorpsi terhadap gelombang mikro yang berbeda-beda. Kemampuan absorpsi berbagai jenis pelarut terhadap gelombang mikro dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kemampuan absorpsi berbagai pelarut terhadap gelombang mikro (Paar 2000)

Rendah	Sedang	Tinggi
CCl ₄	Aseton	Diklorobenzena
Benzena	Etil asetat	1-Butanol
n-Heksan	Asetonitril	Metanol
Toluena	Klorofom	Propandiol

Diklorometana	Air	Etanol
Tetrahidrofuran	DMF	Etilenglikol

Microwave bekerja dengan melewati radiasi gelombang mikro pada molekul air, lemak, maupun gula yang sering terdapat pada bahan makanan. Molekul-molekul ini akan menyerap energi elektromagnetik tersebut. Proses penyerapan energi ini disebut sebagai pemanasan dielektrik. Molekul-molekul pada makanan bersifat elektrik dipol (*elektrik dipoles*), artinya molekul tersebut memiliki muatan negatif pada satu sisi dan muatan positif pada sisi yang lain. Akibatnya, dengan kehadiran medan elektrik yang berubah-ubah yang diinduksikan melalui gelombang mikro pada masing-masing sisi akan berputar untuk saling mensejajarkan diri satu sama lain. Pergerakan molekul ini akan menciptakan panas seiring dengan timbulnya gesekan antara molekul yang satu dengan molekul lainnya. Energi panas yang dihasilkan oleh peristiwa inilah yang berfungsi sebagai agen pemanasan bahan makanan di dalam *microwave* (Kingston, 1997). Dalam *microwave* terdapat sebuah tabung vakum elektronik yang disebut *magnetron* yang menghasilkan pancaran gelombang radio yang sangat pendek (*microwave*). Gelombang tersebut dipancarkan ke sebuah kincir yang terbuat dari logam yang disebut "*stirrer*" atau pengaduk. *Stirrer* ini berputar selama magnetron memancarkan gelombang radio sehingga gelombang radio tersebut terpancarkan dan terdistribusi secara merata ke dalam ruang masak dari *microwave*. Dalam ruang masak, gelombang *microwave* yang sudah didistribusikan akan mengubah arah molekul-molekul bahan makanan (terutama air). Perubahan tersebut terjadi dengan cepat sekitar 2450 megahertz atau 2,45

milyar siklus perdetik. Melalui perpindahan energi, panas disebabkan oleh pergerakan molekul-molekul. Perpindahan energi ini dapat terjadi dengan 3 cara berbeda, yaitu (Kingston, 1997):

- a. Konduksi, terjadi karena adanya kontak langsung dengan sumber panas, contoh papan pengorengan yang menjadi panas setelah bersentuhan dengan sumber api pada kompor.
- b. Konveksi, terjadi ketika uap panas naik atau uap berputar di dalam ruangan tertutup seperti oven. Panas uap ini akan memanaskan bagian luar makanan dan diteruskan sampai bagian dalam makanan tersebut.
- c. Radiasi, terjadi karena adanya gelombang elektromagnetik yang membuat molekul-molekul air bergerak.

Keuntungan ekstraksi menggunakan metode *microwave oven* dibandingkan dengan menggunakan metode konvensional sebagai berikut:

Tabel 2.5 Keuntungan *microwave oven* dan oven

Parameter	<i>Microwave oven</i>	Oven konvensional
Sumber tenaga	Listrik	Listrik
Harga	Harga cukup ekonomis, tidak perlu biaya lebih untuk penyetelan	Harga dipengaruhi oleh biaya set up awal dan jenis sumber tenaganya
Pemanasan	Kemampuan pemanasannya tercepat dari semua oven	Oven listrik perlu waktu untuk pemanasan
Waktu ekstraksi	Hanya perlu waktu singkat pada proses ekstraksi suatu sampel bahkan bisa dibawah 5 menit	Membutuhkan waktu lebih lama pada proses ekstraksi suatu sampel
Distribusi panas	Distribusi panas lebih merata, karena sampel dapat menyerap gelombang mikro dan mengubahnya menjadi	Oven listrik mendistribusi panas hampir merata

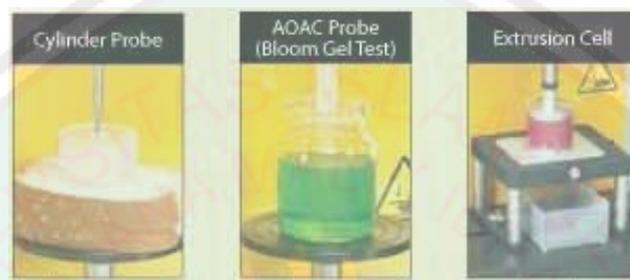
	panas	
Kelebihan	Waktu ekstraksi lebih cepat, kebutuhan pelarut minimal, hasil ekstraksi meningkat lebih akurat dan presisi	Dapat dipertahankan dan diatur suhunya
Kekurangan	Harganya mahal dan membutuhkan proses curing.	Waktu yang dibutuhkan lama, menggunakan pelarut yang lebih banyak

2.6 Texture Analyzer

Texture Analyzer merupakan alat yang dirancang untuk mengevaluasi sifat tekstur, mekanik dan fisik dari produk jadi atau bahan baku terutama digunakan dalam industri makanan. Pengukuran tekstur dan analisis profil tekstur sangat penting untuk peningkatan kualitas dalam rantai pasokan dan efisiensi peningkatan produksi (Enquiry, 2014). Menurut Ihekoronye dan Ngodyy (1985), *Texture Analyzer* adalah alat yang terkait dengan penilaian dari karakteristik mekanis suatu materi, dimana tersebut diperlakukan untuk menentukan kekuatan materi dalam bentuk kurva. *Texture Analyzer* digunakan untuk menentukan sifat fisik bahan yang berhubungan dengan daya tahan atau kekuatan suatu bahan terhadap tekanan.

Prinsip LFRA *Texture Analyzer* adalah pengukuran suatu profil tekstur dengan cara merekam gaya yaitu merekam gaya regangan dari gerakan bolak-balik suatu benda yang mendeformasi sampel (Enquiry, 2014). *Texture Analyzer* digunakan untuk mengukur tekstur pada makanan. Cara kerja *Texture Analyzer* adalah dengan cara menekan atau menarik sampel melalui sebuah probe yang sesuai dengan aplikasi yang dikehendaki. Aplikasi *Texture Analyzer* meliputi bidang-bidang seperti (Hellyer, 2004):

- Makanan : Produk Susu, Kue/Roti, Snack, Daging, Buah-buahan, Sayuran.
- Kosmetik : Lipstick, Maskara, Bedak, Alis Mata, Krim, Sabun.
- Farmasi : Gelatin, Kekerasan Tablet, Salep, Adhesiv-dressing.
- Material : Packaging, Lem, Dampul, Grease, Wax, dll.



Gambar 2.6 Contoh Aplikasi *Texture Analyzer*

2.7 Urgensi Makanan yang Halal dalam Islam

Halal adalah hal-hal yang diperbolehkan, sedangkan haram adalah hal-hal yang tidak diperbolehkan. Al-Quranlah yang menggambarkan perbedaan antara keduanya. Isu makanan halal dan haram menjadi agenda yang begitu hangat dipermasalahkan. Isu ini bukan hanya memberi kesan kepada masyarakat beragama Islam saja, tetapi juga mendapat perhatian dari penganut-penganut agama lain karena pengusaha makanan di Indonesia terdiri dari berbagai umat beragama. Sebagai umat muslim adalah menjadi kewajiban untuk memastikan makanan yang dimakan adalah halal atau bebas dari sumber najis dan haram dari proses penyediaan bahan baku, proses pembuatan dan penyimpanan (Jannah, 2008).

Di Indonesia, gelatin masih merupakan bahan impor. Negara pengimpor utama gelatin adalah Eropa dan Amerika. Menurut data BPS (1997) dalam Hastuti

(2007), secara umum industri pangan dan farmasi memanfaatkan gelatin sebagai salah satu bahan baku pembuatan produk. Dalam industri farmasi, gelatin digunakan sebagai bahan pembuatan cangkang kapsul, sedangkan dalam industri pangan, gelatin digunakan sebagai pembentuk gel, pementap emulsi, pengental, pengikat air, pelapis dan pengemulsi. Pada saat teknologi pangan belum berkembang seperti saat ini, dimana tidak ada atau tidak banyak makanan dan minuman olahan yang beredar, masalah halal dan haramnya makanan dan minuman tersebut relatif tidak rumit seperti sekarang. Walaupun dari segi syar'i permasalahan selalu ada, terutama karena adanya perbedaan pendapat diantara para ulama. Meskipun demikian, perbedaan pendapat tersebut relatif tidak banyak dan mudah diselesaikan. Keadaan sekarang dimana teknologi sudah berkembang pesat sehingga hal-hal yang dulunya tidak ada menjadi ada dengan bantuan teknologi.

Diantara bahan-bahan tambahan banyak orang awam yang tidak mengetahui asal usulnya, akan tetapi bagi sebagian orang yang sudah ahlinya sudah mengetahui bahwa diantara bahan tambahan yang digunakan salah satunya gelatin yang terbuat dari tulang atau kulit babi, sehingga diperlukan usaha yang sangat keras untuk mengetahui mana yang halal (tidak mengandung unsur babi) dan mana yang haram. Allah telah menjelaskan dalam al-Qur'an bahwasanya Allah telah memberikan batasan-batasan atas sesuatu yang diharamkan bagi manusia. Kewajiban bagi manusia adalah memelihara makanan dan minuman yang dikonsumsinya harus halal dan baik. Berikut firman Allah dalam surat Al-Baqarah (2):168 sebagai berikut:

يَتَأْتِيهَا النَّاسُ كُلُّوْا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ

عَدُوٌّ مُّبِينٌ ﴿١٦٨﴾

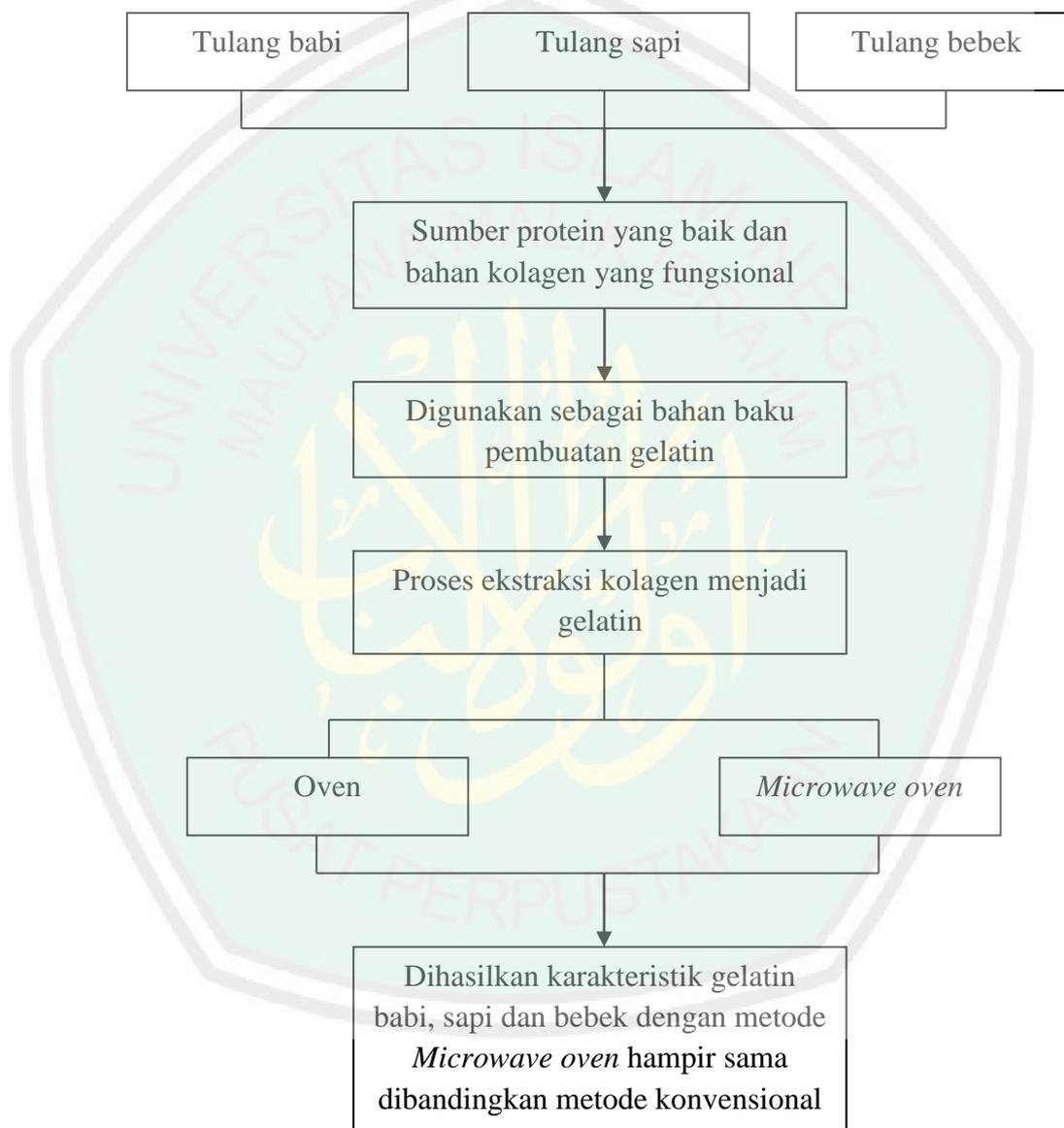
Artinya: Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan, karena sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu (168).

Jika ditinjau dari kesehatan rohani, kehalalan makanan akan berpengaruh paling tidak kepada penjagaan keseimbangan jiwa manusia yang hakikatnya suci (fitrah), sebagaimana dilahirkan ke dunia, menumbuhkan sikap juang yang tinggi dalam menegakkan ajaran Islam di muka bumi, menumbuhkan sikap percaya diri di hadapan Allah (Anwar, 2007).

BAB III

KERANGKA KONSEPTUAL

3.1 Bagan Kerangka Konseptual



3.2 Uraian Kerangka Konseptual

Gelatin merupakan biopolimer hasil hidrolisis parsial suatu kolagen. Gelatin bersumber dari tulang hewan. Alternatif lain yang bisa digunakan untuk menggantikan bahan baku gelatin selain dari babi yaitu sapi dan bebek. Namun sebagian orang juga khawatir mengkonsumsi limbah sapi karena adanya penyakit mulut dan kuku (*foot and mouth*), dan *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE) (Jamilah dan Harvinder, 2002 dalam Puspawati, dkk, 2014). Dengan demikian untuk memperoleh gelatin yang aman untuk dikonsumsi dan juga dibuat dari bahan baku yang halal maka dilakukan penelitian dengan menggunakan tulang bebek. Tulang bebek mengandung sumber protein yang baik dan bahan kolagen yang fungsional sehingga bisa digunakan untuk bahan baku pembuatan gelatin. Tahapan pembuatan gelatin yaitu pembersihan, degreasing, reduksi ukuran tulang, demineralisasi, liming, ekstraksi, pemekatan, pengeringan. Pada tahap ekstraksi dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu dengan metode oven dan *microwave oven*, dengan proses tersebut diharapkan dapat menghasilkan karakteristik yang hampir sama dengan menggunakan dua metode ekstraksi tersebut.

3.3 Hipotesa Penelitian

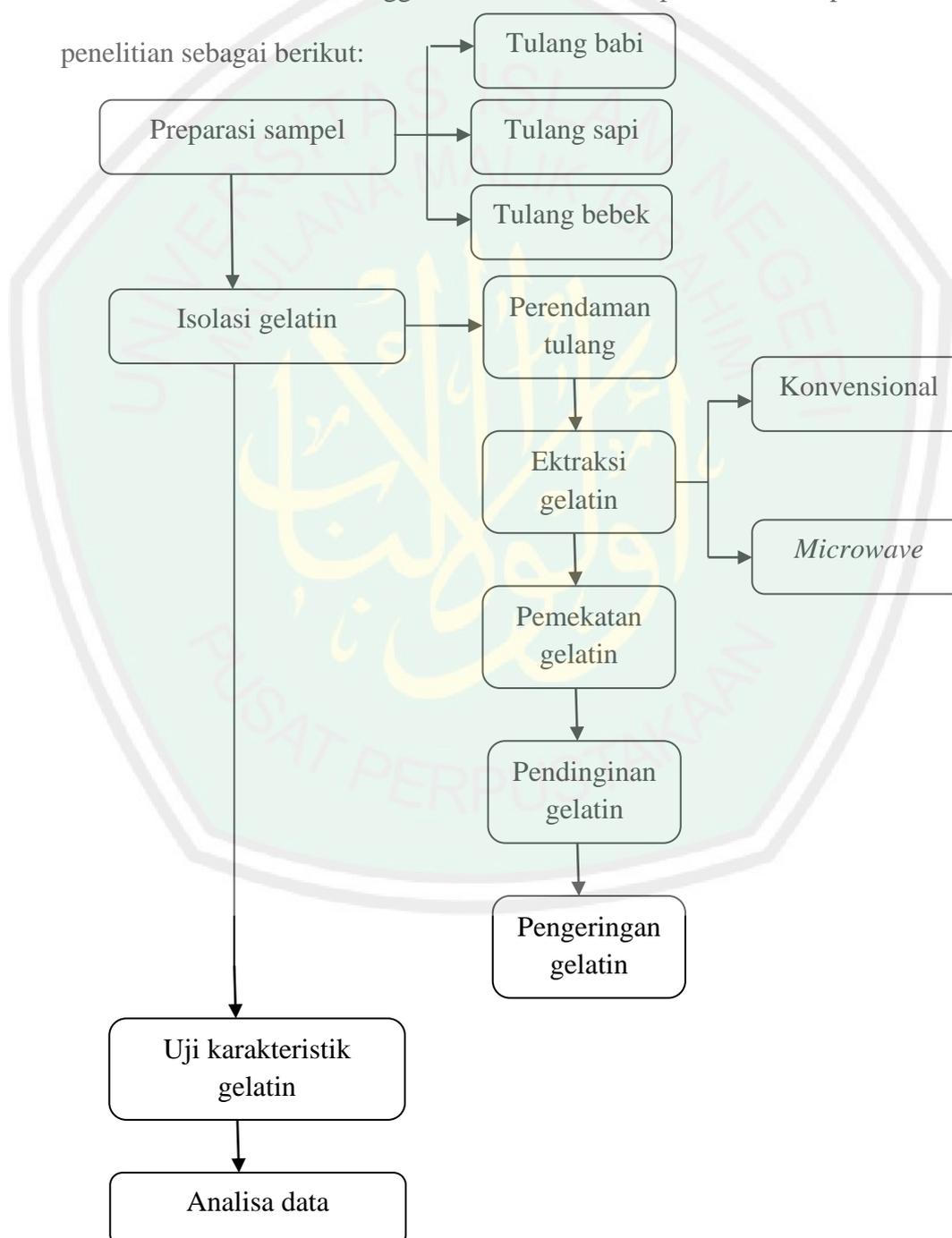
Hipotesa dari penelitian ini adalah perbandingan metode ekstraksi *microwave oven* terhadap oven lebih baik berdasarkan karakteristik kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel gelatin tulang babi, sapi dan bebek.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Adapun rancangan penelitian sebagai berikut:



4.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Desember 2017. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar dan Kimia Analisis Farmasi UIN Maliki Malang, Laboratorium Biokimia UIN Maliki Malang dan Laboratorium Mekanik Alat dan Mesin Agroindustri Jurusan Keteknikan Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan gelatin dari tulang babi, tulang sapi dan tulang bebek.

4.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

4.3.1 Variabel Penelitian

Variabel bebas yang terdapat dalam penelitian ini adalah variasi metode ekstraksi pembuatan gelatin dan sampel gelatin. Variabel terikat meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel.

4.3.2 Definisi Operasional

- a. Rendemen : perbandingan jumlah berat kering yang dihasilkan dengan berat bahan segar. Rendemen menggunakan satuan persen (%). Alat yang digunakan untuk mengukur rendemen neraca analitik.
- b. Kadar air : presentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah atau berdasarkan berat kering. Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100%, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100%. Alat yang digunakan untuk mengukur kadar air adalah *moisture analyzer*.
- c. Kadar abu : residu anorganik dari pembakaran bahan-bahan organik. Abu

yang terbentuk berwarna putih abu-abu berpartikel halus dan mudah dilarutkan. Alat yang digunakan untuk mengukur kadar abu adalah tanur.

- d. Nilai pH : ukuran konsentrasi ion hidrogen dari larutan. Alat yang digunakan untuk mengukur nilai pH adalah pH meter.
- e. Kekuatan gel: sifat fisik gelatin yang utama, karena kekuatan gel menunjukkan kemampuan gelatin dalam pembentukan gel. Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan gel adalah *texture analyzer*.

4.4 Alat dan Bahan Penelitian

4.4.1 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: pisau, wadah plastik, panci aluminium, beaker glass 500 mL, beaker glass 1000 mL, pipet ukur, gelas arloji, neraca analitik, corong gelas, pengaduk, labu ukur, oven, *freeze drying*, *microwave oven*, pH meter, desikator, cawan porselen, *Texture Analyzer*, mortar, saringan plastik, dan *magnetic stirer*.

4.4.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: limbah tulang babi, tulang sapi dan tulang bebek, HCl 4%, dan aquades.

4.5 Prosedur Penelitian

4.5.1 Preparasi Sampel

Sebanyak 6 kg tulang kaki babi dibersihkan dari sisa daging atau lemak dengan cara dipanaskan dalam air mendidih selama 1 jam dengan suhu 70°C,

kemudian dicuci sampai bersih dan ditiriskan. Selanjutnya tulang diangin-anginkan dan dilakukan pengecilan ukuran ± 2 cm (Septriansyah, 2000). Perlakuan tersebut diulang pada sampel tulang kaki sapi dan tulang kaki bebek.

4.5.2 Isolasi Gelatin Tulang Babi, Tulang Sapi dan Tulang Bebek

4.5.2.1 Perendaman Tulang Babi, Tulang Sapi dan Tulang Bebek

Sebanyak 250 gram tulang kering diletakkan dalam Erlenmeyer dan direndam dalam larutan asam klorida 4%. Dengan perbandingan berat sampel dan volume pelarut adalah 1:4 (w/v) dengan lama perendaman selama 24 jam sampai terbentuk tulang yang sudah lunak (*ossein*). Selama perendaman dilakukan pengadukan dan ditutup. Setelah itu tulang diletakkan diatas saringan yang telah dilapisi kertas saring dan dicuci dengan air sampai filtrat maupun tulang yang dihasilkan netral. Untuk mengetahui filtrat dan tulang netral dilakukan uji pH dengan menggunakan pH meter. Kemudian tulang ditiriskan dan diangin-anginkan. Perlakuan tersebut dilakukan ulangan sebanyak 3 kali pada masing-masing sampel (Widyastari, 2016).

Perlakuan diatas diulang dengan prosedur yang sama untuk tulang sapi dan tulang bebek, kemudian dilanjutkan dengan proses ekstraksi gelatin.

4.5.2.2 Ekstraksi Gelatin Tulang Babi, Tulang sapi, Tulang Bebek

Sampel diekstraksi dengan menggunakan 2 metode yaitu metode dengan menggunakan *microwave oven* dan oven. Untuk metode menggunakan *microwave oven* yaitu *ossein* yang dihasilkan dimasukkan dalam *beaker glass 1000 mL* dan ditambahkan pelarut aquades dengan perbandingan 1:4 (b/v) kemudian dimasukkan dalam *microwave oven* pada panjang gelombang 360 selama 10

menit. Ekstrak yang dihasilkan kemudian disaring (Park *et al.*, 2013). Untuk metode menggunakan oven, *ossein* yang dihasilkan ditimbang kemudian dimasukkan dalam *beaker glass* dan ditambahkan aquades dengan perbandingan 1:4 (b/v). Selanjutnya *ossein* tersebut di oven dengan suhu 70 °C selama 24 jam. Setelah di oven, disaring dan diperoleh gelatin. Setelah diperoleh gelatin dilanjutkan dengan proses pemekatan gelatin (Widyastari, 2016).

Larutan gelatin dipekatkan dengan menggunakan *freeze drying* pada suhu selama ±24 jam sampai larutan berkurang kadar airnya menjadi ±250mL atau kepekatan sekitar 25-35%. Selanjutnya dilakukan proses pengeringan gelatin. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 60 °C, selama 24 jam sampai gelatin kering. Kemudian dilakukan pengecilan ukuran gelatin menggunakan blender sehingga menjadi serbuk (Septriansyah, 2000).

4.5.3 Uji Karakteristik Gelatin Tulang Babi, Tulang Sapi dan Tulang Bebek

4.5.3.1 Rendemen (AOAC, 1995)

Prosedural untuk menentukan nilai rendemen yaitu, perbandingan antara berat kering gelatin yang dihasilkan dengan berat bahan segar (tulang yang telah dicuci bersih). Besarnya rendemen dapat diperoleh dengan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat bahan kering gelatin}}{\text{berat bahan segar}} \times 100\%$$

4.5.3.2 Kadar Air (AOAC, 1995)

Sebanyak 0,5 g sampel gelatin dimasukkan dalam alat *moisture analyzer* kemudian alat ditutup dan ditunggu hingga proses analisa selesai. *Moisture analyzer* merupakan suatu alat parktis untuk menentukan kadar air yang dilengkapi dengan neraca analitis untuk menentukan berat sampel. Pemanasan

dilakukan hingga suhu 110°C sehingga kandungan air dapat menguap secara sempurna kemudian diserap oleh besi pemanas yang terdapat dalam tutup alat. Alat ini menghasilkan data berupa % (persen) kadar air (Ginting, 2008).

4.5.3.3 Kadar Abu (AOAC, 1995)

Sebanyak 0,5 g sampel gelatin dimasukkan dalam cawan porselin yang telah ditimbang beratnya, kemudian cawan tersebut dimasukkan ke dalam tanur bersuhu 600 °C selama 6 jam, atau hingga sampel berubah warna menjadi putih. Sampel yang tersisa di cawan kemudian ditimbang sebagai berat akhir. Kadar abu dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu} = \frac{(d - a)}{(b - a)} \times 100\%$$

Dimana:

a = berat konstan cawan kosong

b = berat cawan + sampel sebelum dikeringkan

d = berat cawan + sampel setelah dikeringkan

4.5.3.4 Derajat keasaman (pH) (British Standard 757, 1975)

Sebanyak 0,2 g sampel dilarutkan ke dalam 20 mL aquades pada suhu 80°C dan dihomogenkan dengan menggunakan batang pengaduk. Kemudian diukur derajat keasamannya dengan pH meter.

4.5.3.5 Kekuatan Gel (British Standard 757, 1975)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/b) disiapkan dengan aquades (3,335 gram gelatin dilarutkan ke dalam 50 mL aquades yang sudah dihangatkan). Larutan diaduk menggunakan batang pengaduk sampai homogen. Larutan dituang dalam *Standard Bloom Jars* (botol dengan diameter 58-60 mm, tinggi 85 mm),

ditutup dan didiamkan selama 2 menit. Kemudian diinkubasi pada suhu 10 °C selama ± 2 jam.

Kekuatan gel diukur dengan menggunakan alat *Texture Analyzer*. Alat ini menggunakan probe dengan luas 0,1923 cm³. Sampel diletakkan dibawah probe dan dilakukan penekanan dengan beban 97 gram. Tinggi kurva kemudian diukur dengan menggunakan jangka sorong. Kekuatan gel diukur dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kekuatan gel (dyne/cm}^3\text{)} = F/A \times 980$$

$$\text{Kekuatan gel (bloom)} = 20 + (2,98 \times 10^{-3}) \times D$$

Dimana:

F = tinggi kurva

A = konstanta (16)

D = kekuatan gel (dyne/cm³)

4.6 Analisa Data

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode analisis varian dua arah (*two ways Anova*) karena melibatkan dua variabel independen yaitu sampel gelatin (tulang babi, tulang sapi dan tulang bebek) dan metode ekstraksi (*oven* dan *microwave oven*), dan satu variabel dependen yaitu kualitas gelatin berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel.

Ghozali (2006), *analysis of variance* (ANOVA) merupakan metode untuk menguji hubungan antara satu variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen. ANOVA digunakan untuk mengetahui pengaruh utama dan pengaruh

interaksi dari variabel independen kategorikal terhadap variabel dependen. Pengaruh utama adalah pengaruh langsung variabel independen terhadap variabel dependen sedangkan pengaruh interaksi adalah pengaruh bersama dua atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen.

Metode *two-ways* ANOVA dapat digunakan jika data memenuhi syarat-syarat uji parametrik sebagai berikut:

- a. Distribusi data normal ($P \text{ value} > 0,05$), yang dapat diketahui dari uji normalitas. Jika distribusi data tidak normal, maka dilakukan transformasi data untuk menormalkan data sehingga didapatkan distribusi data normal.
- b. Varians data sama atau homogen ($P \text{ value} > 0,05$), yang dapat diketahui dari uji homogenitas. Jika varians data tidak sama atau tidak homogen, maka dilakukan transformasi data untuk menghomogenkan sehingga didapatkan data sama atau homogen.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Preparasi Tulang

Penelitian ini menggunakan bahan baku tulang babi, tulang sapi dan tulang bebek yang sudah dikeringkan. Ketiga sampel tulang yang sudah didapatkan terlebih dahulu dibersihkan dari sisa daging yang masih menempel dengan cara merebus tulang pada suhu 70°C. Tujuan dilakukannya *degreasing* agar pada saat proses ekstraksi daging yang menempel pada tulang tidak ikut terekstrak. Hal ini dikarenakan daging mengandung air, kalsium, fosfor, zat besi (Fe), Vitamin A, C dan E serta lemak yang dapat mempersulit proses ekstraksi (Soedjana dan Aditama, 2010). Tulang yang sudah dibersihkan kemudian dilakukan pengecilan ukuran tulang hingga 2-3cm. Menurut Nurilmala (2004), pengecilan ukuran tulang bertujuan untuk memperluas bidang permukaan sehingga pada proses perendaman dan ekstraksi, reaksi dapat berlangsung lebih cepat dan maksimal. Selain itu pengecilan ukuran tulang juga bertujuan untuk mempermudah homogenisasi tulang dengan pelarutnya selama proses perendaman sedangkan Schrieber dan Gareis (2007), mengatakan bahwa semakin kecil ukuran partikel bahan baku, hasil ekstraksi gelatin akan semakin banyak.

Proses selanjutnya yaitu pengeringan tulang. Hal ini bertujuan untuk menguapkan air dan untuk menghilangkan mikroorganisme pada tulang agar tidak terjadi kontaminasi yang dapat mengakibatkan bau tidak sedap pada tulang,

pengeringan tulang dilakukan dibawah sinar matahari langsung agar didapatkan hasil yang maksimal.

5.2 Isolasi Gelatin

5.2.1 Perendaman Tulang

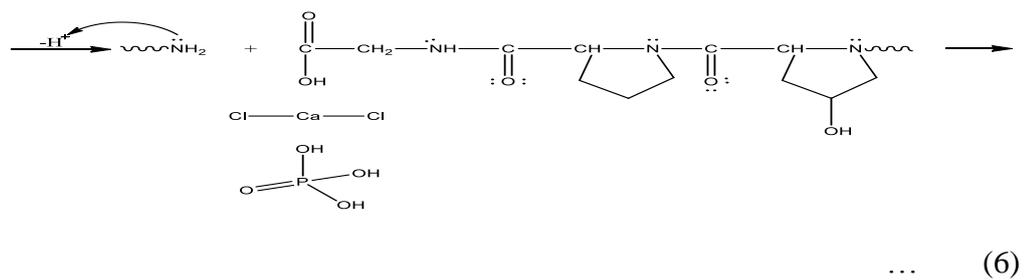
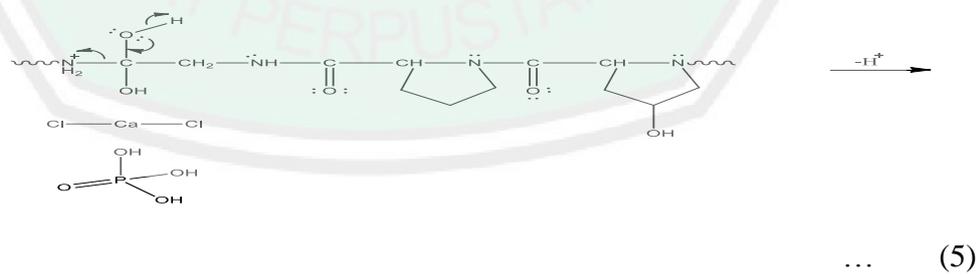
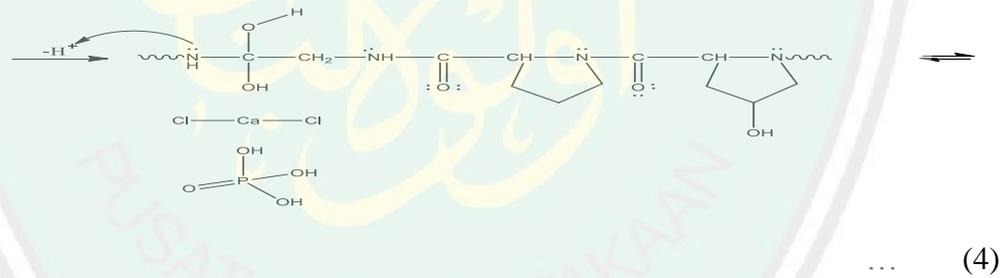
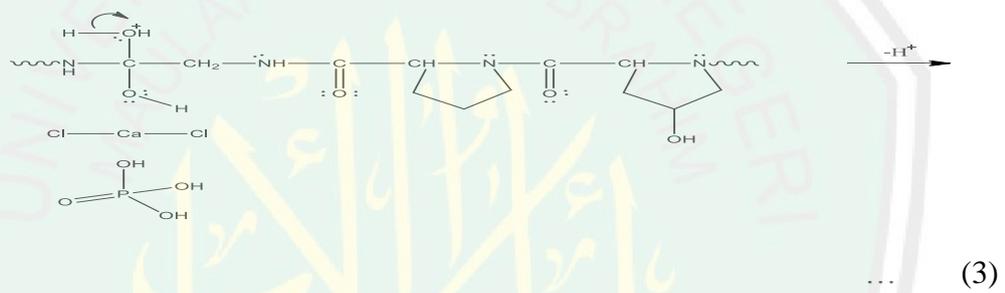
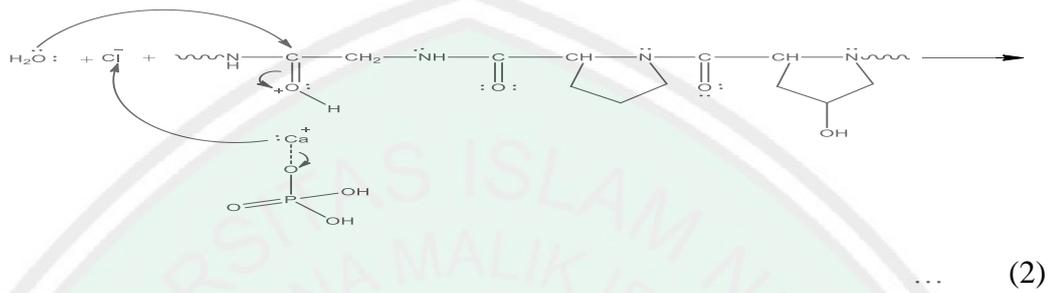
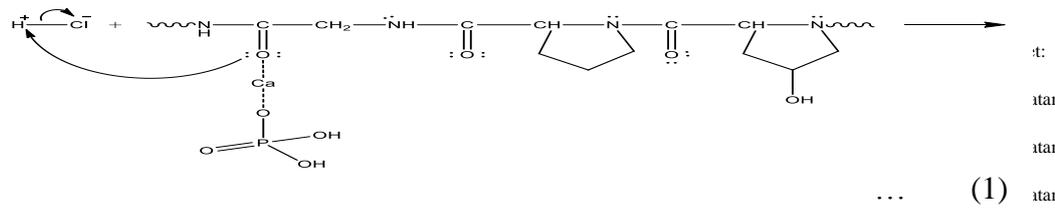
Pembuatan gelatin tulang babi, sapi dan bebek dalam penelitian ini dilakukan dengan cara asam yaitu menggunakan asam klorida (HCl) dengan konsentrasi 4% sebagai pelarut. Pemilihan asam klorida sebagai pelarut karena asam klorida mampu menguraikan serat kolagen lebih banyak dan cepat tanpa mempengaruhi kualitas gelatin yang dihasilkan. Tahap pertama, sampel berupa tulang kering direndam dengan larutan asam klorida selama 24 jam. Perendaman dilakukan dengan menggunakan pelarut asam karena tulang tersebut berasal dari tulang muda yang tidak memiliki ikatan yang kuat, perendaman dengan pelarut asam tidak membutuhkan waktu yang relatif lama mengingat senyawa asam dapat melakukan pemutusan ikatan hidrogen dan struktur kolagen dengan baik dalam waktu yang singkat (24 jam). Tulang yang awalnya keras menjadi lunak dan mengalami pengembangan (*swelling*) sehingga berat tulang bertambah setelah mengalami perendaman atau yang disebut juga *ossein*. Melunak dan mengembangnya tulang ini disebabkan membesarnya protein yang semula terjebak didalam matriks kalsium dalam tulang (Fatimah, 2013).

Selama proses perendaman, sesekali dilakukan pengadukan agar dapat meningkatkan interaksi antara pelarut dengan sampel sehingga mempercepat proses demineralisasi. Proses demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan garam kalsium dan garam-garam lainnya sehingga diperoleh *ossein* yang

didalamnya terdapat kolagen (Jannah, 2008). Berikut reaksi yang terjadi pada saat proses perendaman yaitu tahap pertama dalam mekanisme reaksi saat perendaman adalah ionisasi HCl menjadi H^+ dan Cl^- melalui penyerangan pasangan elektron bebas pada atom O oleh daerah parsial positif pada HCl yaitu H. Secara bersamaan terbentuk ikatan OH kation yang tidak stabil dan segera terjadi penataan ulang ikatan sehingga terbentuk karbokation (C^+) pada tahap ke-2. Produk tahap ini adalah Cl^- dan karbokation.

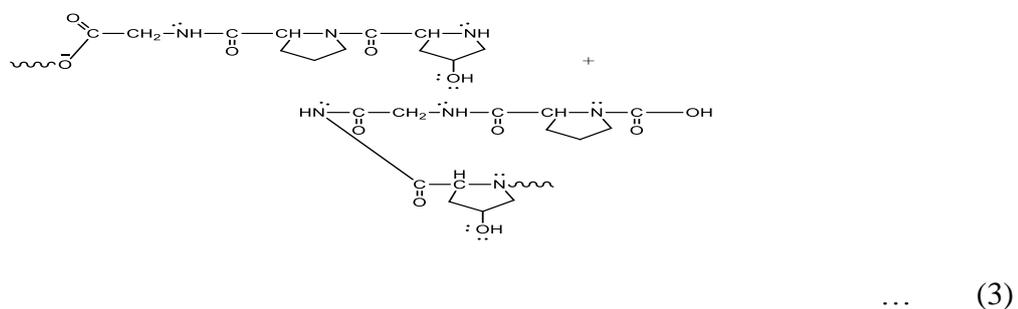
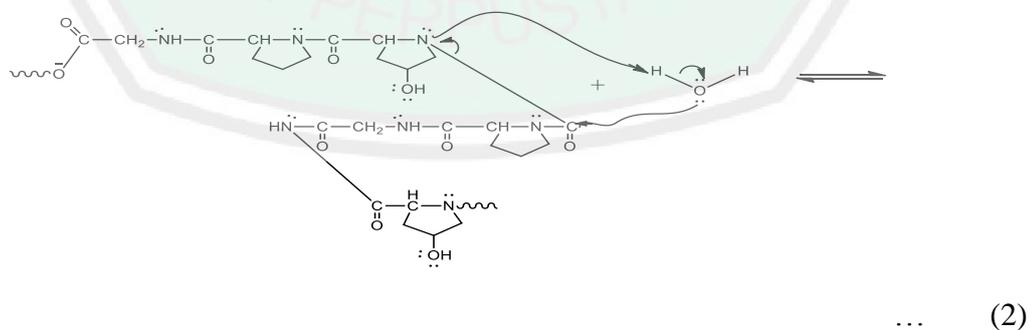
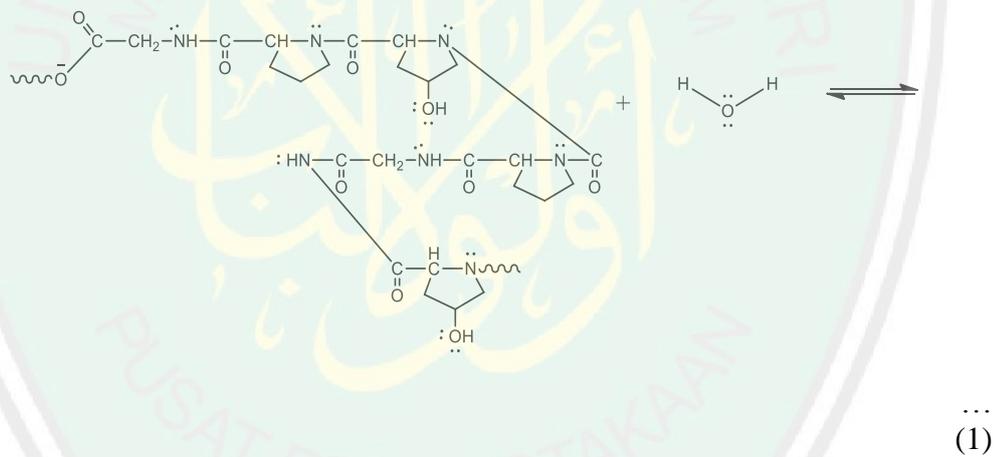
Tahap kedua dilanjutkan dengan penyerangan terhadap karbokation oleh pasangan electron bebas atom O pada H_2O sehingga terbentuk ikatan OH kation tak stabil. Pada saat yang sama ion Cl^- yang terlarut berinteraksi (gaya Coulomb) dengan ion Ca^{2+} dalam $[CaH_2PO_4]^+$. Interaksi yang sama terjadi sehingga terbentuk garam $CaCl_2$ dan H_3PO_4 .

Tahap ketiga ialah deformasi kation OH dengan pelepasan H^+ . Asam bebas ini akan digunakan dalam tahap berikutnya. Selanjutnya penyerangan pasangan elektron bebas pada gugus NH oleh asam (H^+) sehingga terbentuk kation $[R-NH_2]^+$. Deformasi ikatan terjadi disertai pelepasan H^+ dari gugus OH terdekat dan pemutusan ikatan atom C dengan gugus RNH_2 menghasilkan ikatan $C=O$ dan gugus $R-NH_2$. Tahap akhir ialah penyerangan gugus NH oleh H^+ sehingga terbentuk kation $[RNH_3]$. Mekanisme reaksi terlihat pada gambar 5.1 Reaksi kolagen dengan asam klorida (Ni'mah, 2017).



:t:
 atankovalen
 atanhidrogen
 atanionik

dengan gelombang mikro 360 dengan waktu 10 menit. Retno (2012) menyatakan bahwa gelatin akan terkonversi semakin banyak apabila semakin lama waktu hidrolisa yang berlangsung. Selain waktu, suhu pada saat ekstraksi juga dikontrol. Menurut Karim (2008), menyebutkan bahwa proses ekstraksi gelatin pada suhu (55-70°C) dapat menyebabkan kerusakan lanjutan ikatan-ikatan silang kolagen dan merusak ikatan hidrogen yang menjadi faktor penstabil struktur kolagen. Hal ini dikarenakan interaksi rantai-rantai *triple helix* dengan air yang didasarkan pada adanya sifat hidrofilik yang dimiliki oleh jaringan rantai *triple helix* kolagen. Berikut reaksi pemutusan ikatan penstabil atau disebut ikatan saling silang (*cross linking*) melibatkan reaksi hidrolisa.



Gambar 5.2 Reaksi pemutusan ikatan penstabil (*cross-linking*) (1) Reaksi kolagen dengan air, (2) Mekanisme pemutusan ikatan peptida oleh air, dan (3) Struktur *triple helix* menjadi *single helix* (Ni'mah, 2017).

Pada proses ekstraksi struktur *triple helix* terdenaturasi menjadi rantai-rantai tunggal α -*helix* yang dapat larut air. Hal ini dikarenakan oleh interaksi rantai-rantai *triple helix* dengan air yang didasarkan pada adanya sifat hidrofilik yang dimiliki oleh jaringan rantai *triple helix* kolagen. Konversi kolagen menjadi gelatin menyebabkan perubahan struktur *triple helix* menjadi α -*helix* dimana kolagen merupakan protein tersier yang memiliki bentuk molekul panjang seperti serat atau serabut yang sukar larut dalam air dan tergolong protein fiber sedangkan gelatin merupakan protein sekunder yang memiliki bentuk konfigurasi α yaitu sejajar yang berkelok-kelok dan mudah larut dalam air (Zulfikar, 2010).

Selama proses ekstraksi sesekali juga dilakukan pengadukan agar kolagen terkonversi secara maksimal dan membentuk untaian *single helix* atau yang nantinya dapat larut dalam air disebut gelatin. Proses pengadukan saat berpengaruh terhadap proses hidrolisa kolagen karena hal ini akan memperluas kontak antara tulang dan pelarut serta mencegah terjadinya penggumpalan selama proses ekstraksi berlangsung (Retno, 2012). Tahap terakhir yaitu penyaringan yang bertujuan untuk memisahkan larutan gelatin dengan zat-zat pengotor. Larutan hasil penyaringan dimasukkan dalam kantong plastik dan disimpan ke dalam *freezer*.

5.2.3 Pemekatan Larutan Gelatin

Pemekatan larutan gelatin bertujuan untuk menguapkan pelarut yang terdapat dalam larutan gelatin. Pemekatan dilakukan dengan menggunakan *freeze drying* selama 24 jam. Prinsip kerja *freeze drying* adalah menguapkan kandungan air dalam suatu bahan dengan keadaan membeku. Keunggulan dari *freeze drying* bisa digunakan untuk bahan yang sensitif terhadap suhu tinggi (panas) karena dapat mempertahankan mutu hasil produk (Abdullah, *et al.* 2016). Hasil dari proses pemekatan larutan gelatin yaitu diperoleh ekstrak pekat gelatin yang bertekstur sedikit kenyal.

5.2.4 Pengeringan Larutan Gelatin

Pengeringan dilakukan dengan cara ekstrak pekat gelatin dituang ke dalam loyang yang telah dilapisi plastik untuk mempermudah pengambilan lembaran gelatin. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 24 jam. Hasil yang diperoleh yaitu berupa lembaran gelatin yang berwarna kuning kecoklatan dan mempunyai bau khas, selanjutnya dilakukan pengecilan ukuran gelatin untuk mempermudah melakukan uji karakteristik gelatin.

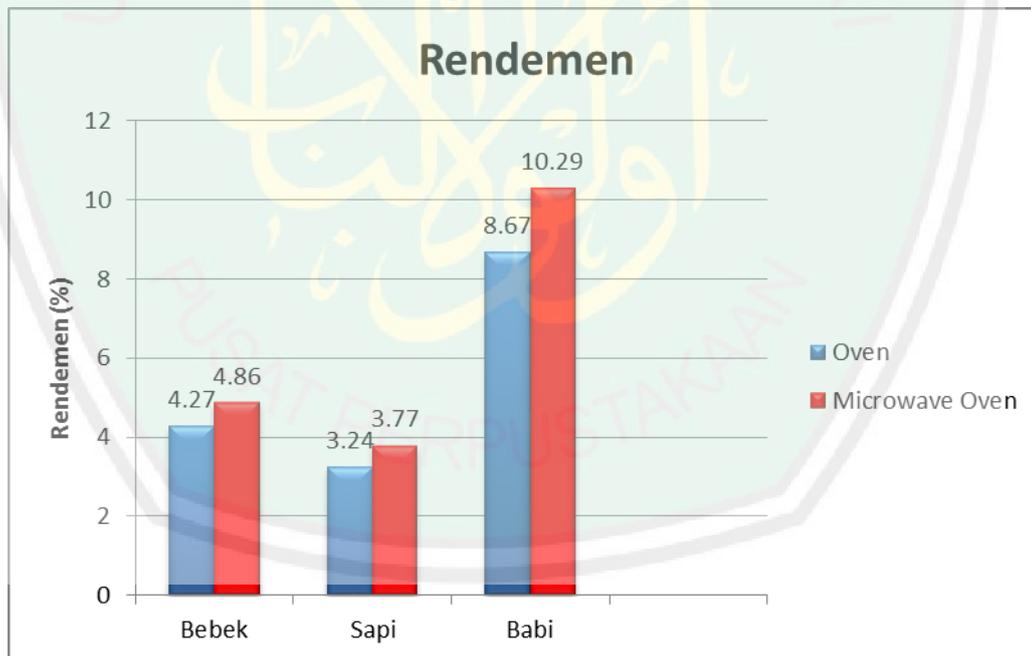


Gambar 5.3 Gelatin tulang bebek, sapi dan babi

Tahap terakhir yaitu penimbangan gelatin kering untuk mengetahui rendemen yang dihasilkan. Semakin banyak rendemen yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin efisien perlakuan yang diberikan. Pada penelitian dihasilkan rata-rata rendemen sebagai berikut:

Tabel 5.1 Nilai rata-rata rendemen gelatin

Sampel	Oven	<i>Microwave Oven</i>
Bebek	4,27%	4,86%
Sapi	3,24%	3,77%
Babi	8,67%	10,29%



Gambar 5.4 Nilai rata-rata rendemen gelatin

Gambar 5.4 menunjukkan adanya peningkatan terhadap hasil rendemen gelatin dengan menggunakan metode *microwave oven* dibandingkan dengan

metode menggunakan oven. Hal ini diduga karena proses esktraksi yang menggunakan metode *microwave oven* lebih efektif untuk merusak ikatan hidrogen antar molekul tropokolagen yang pada saat tahap perendaman belum seluruhnya terurai oleh asam (HCl 4%). Metode ekstraksi menggunakan *microwave oven* lebih tinggi karena pada saat proses ekstraksi *microwave oven* bekerja dengan cara melewatkan radiasi gelombang mikro pada molekul air sehingga molekul tersebut akan menyerap energi elektromagnetik.

5.3 Uji Karakteristik Gelatin

Gelatin yang sudah didapatkan kemudian dilakukan pengujian karakteristik agar dapat dipasarkan sesuai dengan SNI No. 06-3735 1995 (1995) atau British Standard (1975). Parameter yang diujikan adalah kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel.

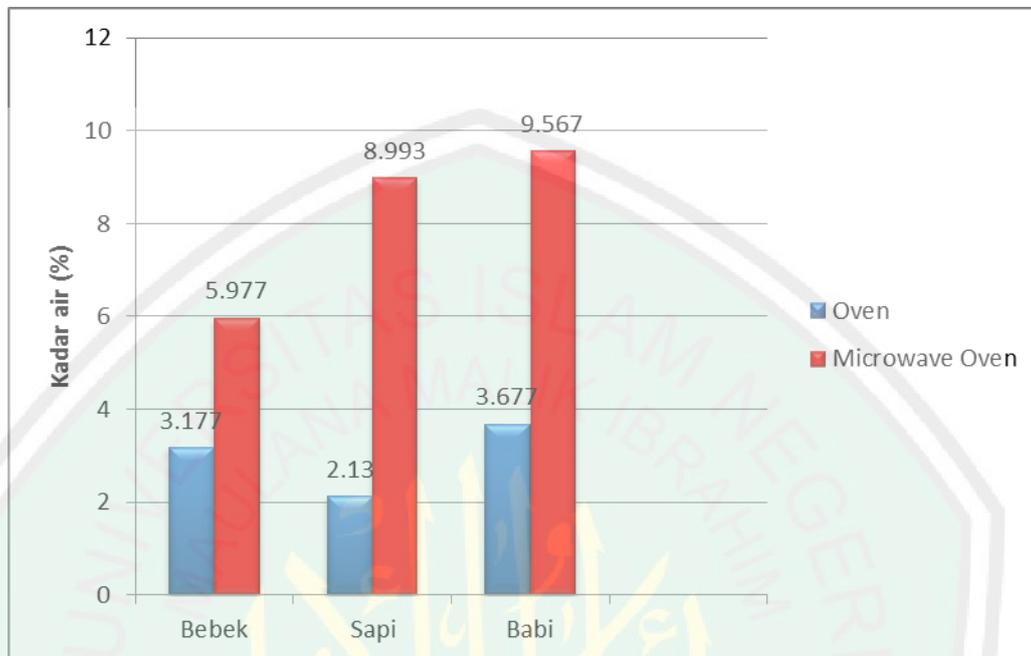
5.3.1 Kadar Air

Kadar air merupakan parameter dari suatu produk pangan karena kandungan air dalam makanan dapat mempengaruhi penampakan, tekstur dan daya tahan bahan pangan. Pengujian ini dilakukan karena gelatin merupakan senyawa hidrokoloid yang dapat larut dalam air dan dapat menyerap air dalam jumlah yang cukup besar. Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh nilai rata-rata kadar air gelatin sebagai berikut:

Tabel 5.2 Nilai rata-rata kadar air gelatin

Sampel	Oven	<i>Microwave Oven</i>
Bebek	3,177%	5,977%
Sapi	2,130%	8,993%

Babi	3,677%	9,567%
------	--------	--------

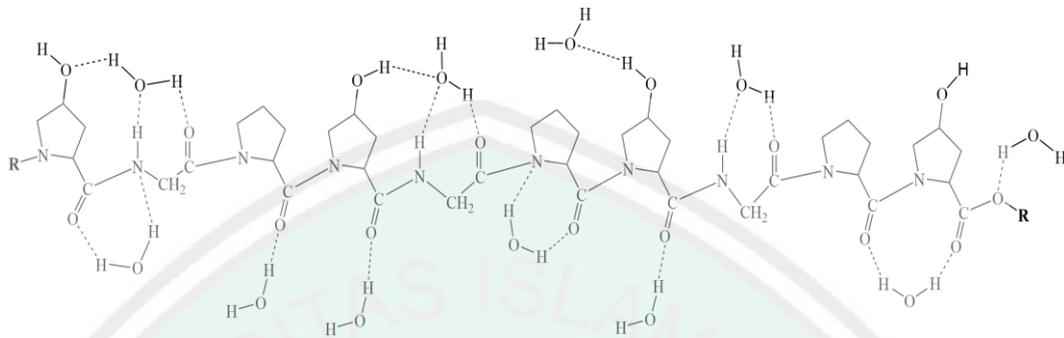


Gambar 5.5 Nilai rata-rata kadar air gelatin

Nilai kadar air tertinggi pada metode oven sebesar 3,677% pada tulang babi dan terendah 2,13% pada tulang sapi sedangkan kadar air tertinggi pada metode *microwave oven* sebesar 9,567% pada tulang babi dan terendah 5,977% pada tulang bebek. Nilai tersebut masih memenuhi standar batas yang diperbolehkan oleh SNI (1995) dengan batas maksimum kadar air 16%.

Gambar 5.5 menunjukkan bahwa pembuatan gelatin dengan menggunakan metode *microwave oven* menghasilkan kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode oven. Hal ini dimungkinkan pada saat ekstraksi menggunakan *microwave oven* menghasilkan lebih banyak asam amino yang *single helix* sehingga mampu menjebak molekul air lebih banyak, baik melalui pembentukan ikatan dengan air ataupun yang disebabkan oleh asam amino

penyusunnya yang mengakibatkan air yang terjat dalam ikatan tersebut tidak mudah keluar (Amir, *et al.* 2016).



Gambar 5.6 Struktur gelatin dengan molekul H₂O

Hasil uji statistik pada tabel 5.3 menunjukkan bahwa nilai signifikan yang diperoleh lebih kecil dari nilai α yaitu 0,0001 ($p < 0,005$) artinya metode berpengaruh signifikan terhadap karakteristik kadar air gelatin.

Tabel 5.3 Hasil uji *two way* anova kadar air gelatin

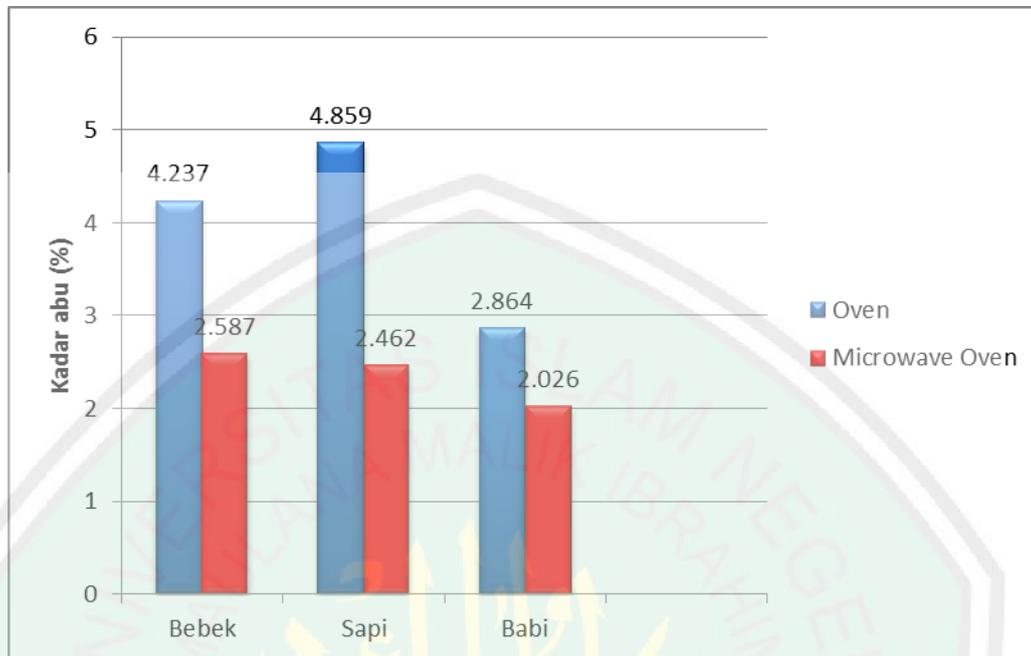
Sumber Data	Nilai F	Nilai Sig.
Metode	1800.493	.000

5.3.2 Kadar Abu

Kadar abu merupakan parameter penting untuk menilai kemurnian kualitas gelatin sebagai bahan tambahan pangan. Nilai rata-rata kadar abu gelatin pada penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 5.4 Nilai rata-rata kadar abu gelatin

Sampel	Oven	Microwave Oven
Bebek	4,237%	2,587%
Sapi	4,859%	2,462%
Babi	2,864%	2,026%



Gambar 5.7 Nilai rata-rata kadar abu gelatin

Nilai kadar abu tertinggi pada metode oven sebesar 4,859% pada tulang sapi dan terendah 2,864% pada tulang babi sedangkan pada metode *microwave oven* nilai kadar abu tertinggi diperoleh 2,587% pada tulang bebek dan terendah 2,026% pada tulang babi. Nilai kadar abu pada metode *microwave oven* masih dalam batas standar SNI (1995) dengan batas maksimum kadar abu 3,25. Pada metode oven yang memenuhi batas standar yang ditetapkan oleh SNI (1995) hanya tulang babi sedangkan untuk tulang bebek dan sapi tidak memenuhi karena melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh SNI (1995) yaitu sebesar 4,237% dan 4,859%.

Gambar 5.7 menunjukkan bahwa nilai kadar abu yang diperoleh dengan menggunakan metode *microwave oven* lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan metode oven. Hal ini diduga karena pada saat proses ekstraksi

menggunakan metode *microwave oven*, *ossein* yang diekstraksi dengan pelarut air akan mengalami tekanan sehingga *ossein* yang berukuran kecil akan mengalami reduksi ukuran partikel dan apabila ekstraksi berlangsung terlalu lama dapat menyebabkan *ossein* larut dalam gelatin tulang bebek, sapi dan babi. Tingginya kelarutan *ossein* akan membuka peluang lolosnya mineral yang tidak dibutuhkan pada saat penyaringan. Mineral-mineral tersebut dapat mengakibatkan nilai kadar abu gelatin lebih tinggi (Sandria, *et al* 2014).

Hasil uji statistik pada tabel 5.5 menunjukkan bahwa nilai signifikan yang diperoleh lebih kecil dari nilai α yaitu 0,0001 ($p < 0,005$) artinya metode berpengaruh signifikan terhadap karakteristik kadar abu gelatin.

Tabel 5.5 Hasil uji *two way* anova kadar abu gelatin

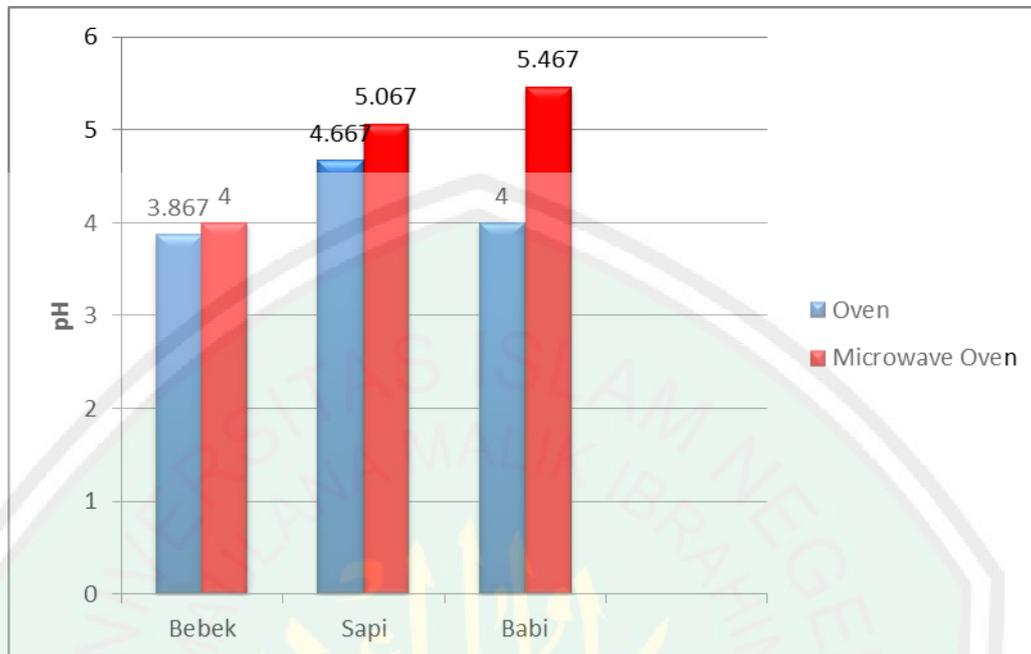
Sumber Data	Nilai F	Nilai Sig.
Metode	138.313	.000

5.3.3 Derajat Keasaman (Nilai pH)

Nilai pH gelatin merupakan parameter penting dalam standar mutu gelatin dalam produksi gelatin komersil, terutama yang diperuntukkan bagi industri kesehatan, farmasi dan pangan (Kurniadi, 2009). Nilai rata-rata pH yang diperoleh pada penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 5.6 Nilai rata-rata pH gelatin

Sampel	Oven	<i>Microwave Oven</i>
Bebek	3,867	4,000
Sapi	4,667	5,067
Babi	4,000	5,467



Gambar 5.8 Nilai rata-rata pH gelatin

Nilai pH tertinggi pada metode oven yaitu 3,867 pada tulang bebek dan terendah 5,467 pada tulang babi sedangkan pada metode *microwave oven* nilai pH tertinggi sebesar 4 pada tulang bebek dan terendah 5,467 pada tulang babi. Nilai tersebut masih memenuhi batas standar yang ditetapkan oleh GMAP (2004) sebesar 3,8-5,5 untuk gelatin tipe A.

Gambar 5.8 menunjukkan bahwa pembuatan gelatin dengan menggunakan metode *microwave oven* memberikan nilai pH lebih rendah dibandingkan dengan metode oven. Semakin besar konsentrasi HCl, maka semakin rendah nilai pH gelatin tulang babi, tulang sapi dan tulang bebek. Begitupun sebaliknya, semakin kecil konsentrasi HCl, maka semakin tinggi nilai pH gelatin tulang babi, tulang sapi dan tulang bebek. Rendahnya nilai pH gelatin dalam penelitian ini diduga karena larutan yang digunakan pada saat *demineralisasi* sampel tulang babi,

tulang sapi dan tulang bebek menggunakan larutan HCl yang merupakan larutan asam kuat yang menyebabkan larutan asam kuat ini akan berinteraksi dengan jaringan-jaringan pada tulang, sehingga konsentrasi HCl sangat berpengaruh terhadap tingkat keasaman produk (Septriasyah, 2000).

Hasil uji statistik pada tabel 5.7 menunjukkan bahwa nilai signifikan yang diperoleh lebih kecil dari nilai α yaitu 0,0001 ($p < 0,005$) artinya metode berpengaruh signifikan terhadap karakteristik pH gelatin.

Tabel 5.7 Hasil uji *two way* anova nilai pH gelatin

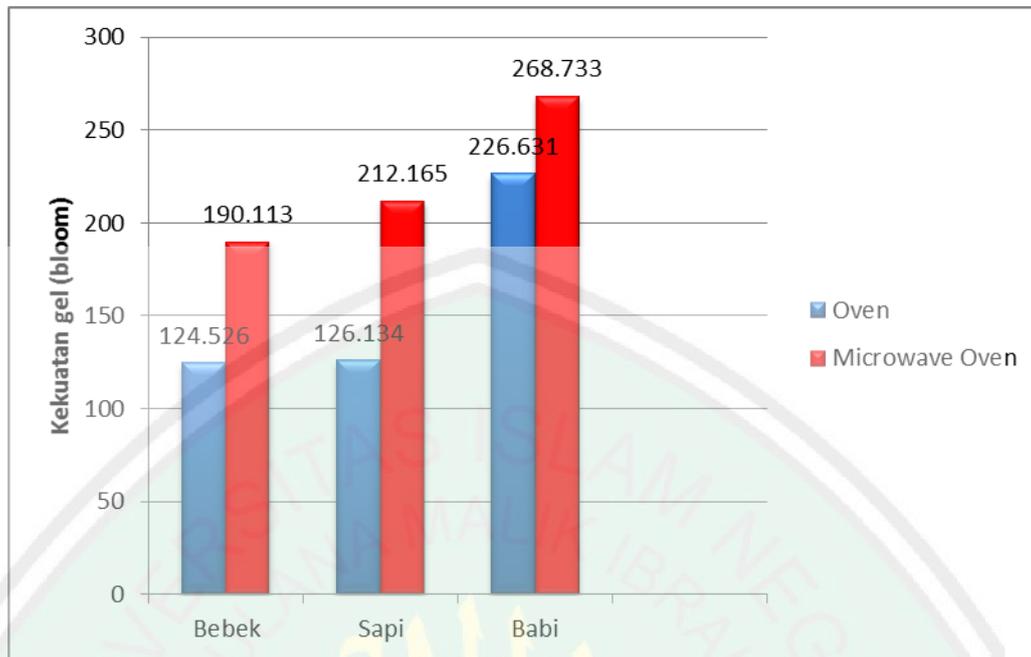
Sumber Data	Nilai F	Nilai Sig.
Metode	90.000	.000

5.3.4 Kekuatan Gel

Kekuatan gel merupakan sifat fisik yang penting dalam pembuatan gelatin hal ini karena salah satu sifat gelatin adalah mampu mengubah cairan menjadi gel yang *reversible*. Kemampuan inilah yang menyebabkan gelatin banyak digunakan dalam bidang pangan maupun non pangan (Jannah, 2008). Nilai rata-rata kekuatan gel pada penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 5.8 Nilai rata-rata kekuatan gel gelatin

Sampel	Oven	<i>Microwave Oven</i>
Bebek	124,526	190,113
Sapi	126,134	212,165
Babi	226,631	268,733



Gambar 5.9 Nilai rata-rata kekuatan gel gelatin (bloom)

Nilai kekuatan gel tertinggi pada metode oven sebesar 226,631 bloom pada tulang babi dan terendah 124,526 bloom pada tulang sapi sedangkan pada metode *microwave oven* nilai kekuatan gel tertinggi 268,733 bloom pada tulang babi dan terendah 190,113 bloom pada tulang bebek. Nilai tersebut masih memenuhi batas standar yang ditetapkan oleh British Standart (1975) dan GMAP (2004) yaitu 50-300 bloom.

Gambar 5.9 menunjukkan bahwa nilai kekuatan gel dengan menggunakan metode *microwave oven* masuk dalam kelompok kualitas gelatin yang sedang pada tulang bebek dan sapi sedangkan pada tulang bebek masuk dalam kelompok kualitas gelatin yang tinggi. Pada metode oven tulang bebek dan sapi masuk ke dalam kelompok kualitas gelatin rendah sedangkan pada tulang babi masuk kualitas gelatin sedang. Hal ini diduga karena pada saat ekstraksi menggunakan *microwave oven* proses hidrolisis dilakukan secara optimal menghasilkan rantai

asam amino yang banyak sehingga menghasilkan nilai kekuatan gel yang tinggi (Park, *et al.* 2013). Kekuatan gel dipengaruhi oleh asam, alkali, dan panas yang akan merusak struktur gelatin sehingga gel tidak terbentuk. Pembentukan gel merupakan hasil pembentukan ikatan hidrogen antara molekul-molekul gelatin, sehingga dihasilkan gel semi padat yang terikat dalam komponen air.

Hasil uji statistik pada tabel 5.9 menunjukkan bahwa nilai signifikan yang diperoleh lebih kecil dari nilai α yaitu 0,0001 ($p < 0,005$) artinya metode berpengaruh signifikan terhadap karakteristik kekuatan gel gelatin.

Tabel 5.9 Hasil uji *two way* anova kekuatan gel gelatin

Sumber Data	Nilai F	Nilai Sig.
Metode	112.956	.000

5.4 Hasil Pembuatan Gelatin Berdasarkan Perspektif Islam

Gelatin merupakan salah satu bahan tambahan pangan yang penggunaannya sangat luas. Dalam industri farmasi, gelatin digunakan sebagai bahan pembuatan kapsul keras dan lunak (Nhari, *et al.*, 2012). Akan tetapi, saat ini Indonesia tercatat sebagai pengimpor gelatin terbanyak yakni mencapai 100%. Gelatin yang diimpor umumnya dari negara-negara non muslim yang tidak memperhatikan kehalalan produk karena sebagian besar bahan dasarnya bersumber dari babi (Nur Wahid dalam Widyastari, 2016). Berdasarkan fakta tersebut, sebagai orang muslim tidak berlebihan jika ada kekhawatiran terhadap status produk yang berbahan baku yang menggunakan gelatin. Manusia telah dikaruniai akal dan pikiran oleh Allah SWT, maka peneliti mencari alternatif lain untuk membuat gelatin dari bahan baku yang tidak terbuat dari babi salah satunya dengan cara

memanfaatkan binatang ternak sebagai bahan baku pembuatan gelatin. Hal ini sudah dijelaskan dalam QS. An-Nahl ayat 5:

وَاللّٰهُمَّ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ وَمَنْفَعٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٥﴾

Artinya: Dan Dia telah menciptakan binatang ternak untuk kamu; padanya ada (bulu) yang menghangatkan dan berbagai-bagai manfaat, dan sebahagiannya kamu makan.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa binatang ternak banyak memiliki manfaat. Tafsir Qurthubi (2008) menjelaskan bahwa manfaat yang dimaksud ialah menungganginya, menjadi pengangkut, dimanfaatkan susu, daging dan lemaknya. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan gelatin adalah limbah dari tulang binatang ternak yang telah dimanfaatkan dagingnya.

Hasil yang diperoleh pada penelitian yang menggunakan bahan baku dari limbah tulang binatang ternak masih memenuhi batas standar yang ditetapkan oleh SNI (1995), British Standart (757:1975) dan GMAP (2004). Dengan adanya batasan tersebut diharapkan masyarakat tidak mengkonsumsi produk gelatin yang melebihi batas standar yang telah ditentukan. Allah SWT telah berfirman dalam QS. Al-A'raf ayat 31 yang memerintahkan kita untuk tidak bersikap berlebihan.

﴿يَبْنَىٓ ءَادَمَ خُذُوْا زِيْنَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوْا وَشَرِبُوْا وَّلَا تُسْرِفُوْا ۗ اِنَّهٗ لَا يُحِبُّ

الْمُسْرِفِيْنَ ﴿٣١﴾

Artinya: Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di setiap (memasuki) masjid, makan dan minumlah dan jangan berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan.

Ayat tersebut menjelaskan agar tidak melampaui batas yang sudah ditentukan. Bentuk sikap berlebihan yang dimaksud misalnya mengkonsumsi suatu zat makanan tertentu dalam jumlah besar melebihi zat-zat yang diperlukan, misalnya mengkonsumsi gelatin yang didalamnya juga mengandung protein yang dibutuhkan dalam tubuh. Ilmu pengetahuan modern telah menetapkan bahwa tubuh tidak menyerap semua makanan yang masuk, tetapi hanya mengambil secukupnya, kemudian berusaha membuang yang tersisa lebih dari kebutuhan agar tetap terjaga kesehatannya.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbandingan antara kedua metode (oven dan *microwave oven*) dalam ekstraksi pembuatan gelatin terhadap karakteristik gelatin berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, nilai pH dan kekuatan gel (nilai signifikan $0,0001 < 0,005$). Perlakuan terbaik yaitu dengan metode ekstraksi menggunakan *microwave oven*.

6.2 Saran

Saran untuk penelitian lebih lanjut yaitu perlu dilakukan optimasi konsentrasi asam klorida terhadap pembuatan gelatin dari tulang bebek, sapi dan babi. Selain itu diharapkan peneliti selanjutnya dapat membuat cangkang kapsul yang terbuat dari gelatin tulang bebek.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Saidi, G.S, Al-Alawi, A, Rahman, M.S dan Guizani, N. 2012. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopic Study of Extracted Gelatin from Shaari (*Lithrinus microdon*) Skin: Effects of Extraction Conditions. *International Food Research Journal*. Volume 19, Nomor 3:1167-1173
- Amir, Amran., Agrippina, Wiraningtyas., Ruslan., dan Nurfidianty, Annafi. 2016. Perbandingan Metode Ekstraksi Natrium Alginat: Metode Konvensional dan Microwave Assisted Extraction (MAE). *Chempublish Journal*. Vol 1 (2): 7-14.
- Amiruldin, M. 2007. Pembuatan dan Analisa Karakteristik Gelatin Dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus albacores*). *Skripsi*. Bogor: Faklutas Pertanian ITB.
- Apriyantono, H. 2003. *Makalah Halal: Kaitan Antara Syar'i, Teknologi, dan sertifikasi*. www.indohalal.com/doc-halal2.html. diakses tanggal 1 Juni 2012.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian. Suatu pendekatan Praktek*. Rhineka Cipta. Jakarta. 246 halaman.
- Arivianto, B. 2007. Head generation akibat disipasi energi mekanis pada pemotongan tulang dalam operasi bedah ortopedi. *Jurnal Mesin dan Industri*, Volume 4, Nomor 2, Edisi Mei 2007, ISSN 1693-704X hal.166-174.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemist). 1995. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. Inc. Washington, DC.
- Azwar, S. 2007. *Metode Penelitian*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Belanger, J. M. R. 1995. *MAPTM Microwave Assisted Process*. Canada: OCETA Environmental Technologi & Business.
- British Standard 757. 1975. *Sampling and Testing of Gelatin*. Di dalam *Imeson. 1992. Thickening Ana Gelling Agents for Food*. Academic Press, New York
- Day JR dan Underwood. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- De Man, J.M. 1997. *Kimia Makanan edisi kedua*. Terjemah Kosasih Mudjihardjo. Jakarta: UI Press.
- Enquiry. 2014. *Texture Analyzer*. <http://www.bestech.com.au/tecture-analyzer/>. 19 September 2014.

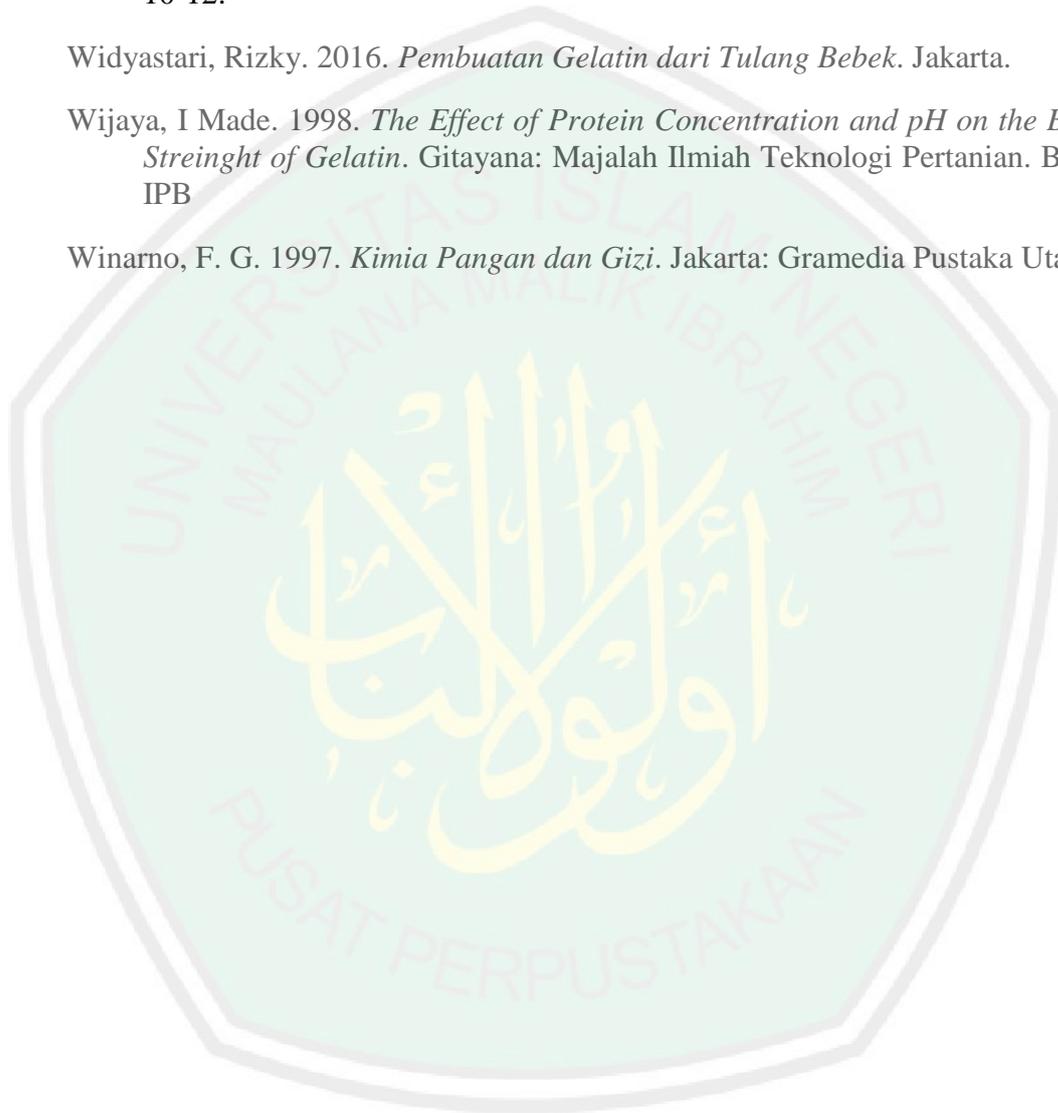
- Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi PAU dan Gizi. Bogor: IPB
- Fatimah, Dewi. 2013. Efektivitas Penggunaan Asam Sitrat Dalam Pembuatan Gelatin Tulang Ikan Bandeng (*Chanos-chanos* Forskal). *Skripsi*. Malang: Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Malang.
- Gadri, A. dan Ega Prisni, S. 2014. Stabilitas Kadar dan Laju Disolusi Ketoprofen Dalam Sediaan Kapsul Gelatin dan HPMC-Karagenan. Prosiding SnaPP 2014. *Sains*. Teknologi dan Kesehatan.
- Gaman, P.M dan Sherington K.B. 1992. *Ilmu Pangan Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi Edisi Kedua*. Yogyakarta: UGM Press.
- Ghazali, Imam. 2006. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Edisi Kedua. Yogyakarta. Penerbit Universitas Diponegoro.
- Ginting, Putri Maharani. 2008. Penentuan Kadar Air Inti Sawit pada Kernel Silo Menggunakan Alat *Moisture Analyzer* di PTPN III PKS Rambutan Tebing Tinggi. *Karya Ilmiah*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in Food Industry*. Newyork: Academic Press.
- GMAP (Gelatin Manufactures Association of Asia Pacific). 2004. Gelatin. *Gelatin Food Science*. 2004. Gelatin. <http://www.gelatin.co.za/gltn1>. [24 November 2012], 22;36 pm.
- Grossman, S., and Berguman, M. 1991. *Process for the Production of Gelatin from Fish Skin*. European Paten Aplication 0436266 A1.
- Hadi, S. 2005. Karakteristik fisikokimia gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp*) serta pemanfaatannya dalam produk jelly. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, p.21-35.
- Hadiwiyoto. 1983. *Hasil-hasil Olahan Susu, Ikan, Daging dan Telur*. Yogyakarta:Liberty.
- Harjana, T. 2011. *Buku Ajar Histologi*. Jurusan Pendidikan Biologi fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hastuti, Dewi dan Sumpe, Iriane. 2007. Pengenalan dan Proses Pembuatan Gelatin. *Mediagro* Volume 3(1):39-48.
- Hellyer, J. 2004. *Quality Testing with Instrumental Texture Analyzer*. <http://www.Labplusinternational.com>. 18 September 2014.

- Hermanto, S; Sumarlin, L.O dan Widya, F. 2013. Different of Bovine and Porcine Gelatin Based on Spectroscopic and Electrophoretic Analysis. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*. Volume 1: 68-73
- Hermanianto, J. 2000. *Gelatin: Keajaiban dan Resiko Kehalalannya*. Diakses pada tanggal 20 April 2012.
- Hilterwalder, R. 1997. Raw Material. Dalam: Ward, A. G dan A. Courd [Ed]. 1997. *The Science Technology of Gelatin*. New York: Academic Press.
- Huda, W. N., W. Atmaka, dan E. Nurhartadi. 2013. Kajian Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Kaki Ayam (*Gallus gallus bankiva*) dengan Veriasi Lama Perendaman dan Konsentrasi Asam. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3): 70-75. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Ihekoronye, A.J., dan Ngoddy, P.O. 1985. *Intergrated Food Science and Technology for the Tropics*. Macmillan Publs, Ltd.
- Jamaludin, M.A., Zaki, N.N.M., Ramli, M.A., Hashim, D.M, dan Ab. Rahman, S. 2011. Istihalah: Analysis on The Utilization of Gelatin in Food Products. 2011 2nd *International Conference on Humanities, Historical and Social Science IPEDR* vol. 17. Singapore: IACSIT Press.
- Jamilah, B. and Harvinder, 2002, Properties of Gelatin from Skin of fish-black tilapia (*oreochromis mossambicus*), and red tilapia (*oreochromis nilotica*), *Food Chemistry*, 77, 81-84.
- Jannah, Akhyunul. 2008. *Gelatin Tinjauan Kehalalan dan Alternatifnya*. Malang: UIN Press
- JECFA. 2003. *Edible Gelatin*. Di dalam Compendium of Food Additive pecifications Addendum 7. Rome, Italy.
- Johston-Bank, Harris,P.G., 1990, *Food Gels*, Elsevier Applied Sciences, Publishers, London.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Tejemahan oleh A. Saptorahardjo. Jakarta: UI Press
- Kingston, R.S. 1997. Solvent-Free Accelerated Organic Synthesis Using Microwave. *Pure Appl. Chem*. Vol 73. Page 193-1998.
- Kuan, Y.H; Nafchi, AM; Huda, N; Arifin, F dan Karim, AA. 2016. Effect Sugars on The Gelatin Kinetics and Texture of Duck Feet Gelatin. *Journal Food Hydrocolloids*. 58: 267-275.
- Kurniadi, H. 2009. Kualitas Gelatin Tipe A Dengan Bahan Baku Tulang Paha Ayam Briler Pada Lama Ekstraksi Yang Berbeda. *Skripsi*. Bogor: Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan ITB.

- Lang, H, Jenifer. 1998. *Laraousse Gastronomique*. New York: Crown Publisher.
- Lehninger, A. L. 1993. *Dasar-dasar Biokimia Jilid 1*. Ditejemahkan oleh: Thenawidjaja, M. Jakarta: Erlangga.
- Miskah, Siti., Indri M. Ramadianti., Ahti Fadilla Hanif. 2010. Pengaruh Konsentrasi CH_3COOH dan HCl Sebagai Pelarut dan Waktu Perendaman Pada Pembuatan Gelatin Berbahan Baku Tulang/Kulit Kaki Ayam. *Jurnal Teknik Kimia* Volume 17(1) :1-6
- Mufidah, Zulfiatul. 2013. Isolasi Gelatin Menggunakan Pelarut Asam Sitrat Dari Tulang Ayam Broiler Dengan Variasi Konsentrasi dan Lama Perendaman. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki.
- Mulja, M dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Munda, Mulyanti. 2013. Pengaruh Konsentrasi Asam Asetat dan Lama Demineralisasi Terhadap Kuantitas dan Kualitas Gelatin Tulang Ayam. *Skripsi*. Makasar: Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
- Nhari, R.M.H.R., Ismail,A., dan Che Man, Y.B. 2012. Analytical Methods for Gelatin Differentiation from Bovine and Porcine Origins and Food Product. *Journal of Food Science* Vol. 71, Nr.1 2012.
- Ni'mah, Nazilatun. 2017. Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Proses Demineralisasi pada Produksi Gelatin dari Tulang Ayam Broiler (*Gallus domesticus*). *Skripsi*. Malang. Fakultas Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Okanovic, D.J., M. Ristic., M. Popovic., T. Tasic., P. Ikonc and J. Gubic. 2009. Chemical characteristics of cattle slaughtering by-products for technical processing. *Biotechnology in Animal Husbandry* 25 (5-6), p 785-790.
- Paar, A. 2000. Microwave Assisted Extraction.
<http://www.wikipedia.com/microwave>. [15 Maret 2007]
- Paranginangin, R., Mulyasari, A. Sari dan Tazwir. 2005. Karakterisasi mutu gelatin yang diproduksi dari tulang ikan patin (*Pangasius hypothalamus*) secara ekstraksi asam. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Vol. 11 (4): 15-24
- Park, Jae-Hyun., Choe, Ju-Hui., Kim, Hyun-Wook., Hwang, Ko-Eun., Song, Dong-Heon., Yeo Eui-Joo., Kim, Hack-Youn., Choi, Yun-Sang., Lee, Sang-Hoon., and Kim, Cheon-Jei. 2013. Effects of Various Extraction Methods on Quality Characteristics of Duck Feet Gelatin. *Korean J. Food Sci. An*. Volume 33 (2):162-169.
- Parker, S.P. 1984. *Dictionary of Science and Engineering*. New York: Mc Graw Hill Company Inc.

- Poedjiadi, A. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI-Press.
- Poppe, J. 1992. Gelatin. Dalam: Imeson (ed). 1992. *Thickening and Gelling Agents*. New York: Academic Press.
- Prayitno. 2007. Ekstraksi kolagen cakar ayam dengan berbagai jenis larutan asam dan lama perendamannya. *Animal Production*, hal. 99-104.
- Puspawati, Ni Made., Simpen, I Nengah., dan Suciptawan, Ni Luh Putu. 2014. Karakteristik Sifat Fisiko Kimia Gelatin Halal Yang Diekstrak Dari Kulit Ayam Broiler Melalui Variasi Suhu. *Jurnal Kimia* Volume 8(1):127-136
- Qarni, A. 2007. *At-Tafsir Al-Muyassar*. Jakarta: Qitshi Press.
- Ramdani, Dewi. 2014. Pengaruh Perbedaan Jenis Asam dan Waktu *Demineralisasi* Pada Nilai Rendemen dan Sifat Fisiko Kimia Gelatin Tulang Sapi Bali. *Skripsi*. Makasar.
- Saleh, E. 2004. *Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak*. Program Studi Produksi ternak fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Sandria, N., Desmelati dan Sukmiwati, M,. 2014. Study Ekstraksi Gelatin dari Mata Ikan Tuna. *JOM*: Oktober 2014.
- Sartika, D. 2008. Aplikasi Limbah Kulit Ikan Nila Sebagai Bahan Baku gelatin Untuk Industri Konfeksioneri. *Skripsi*. Bogor: Program Studi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan ITB.
- Schrieber, R dan H. Gareis. 2007. *Gelatin Handbook*. Wiley VCH Vering GmbH & Co, Bicentennial.
- Sastrosupadi, A. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian Edisi Revisi*. Kanisius, Yogyakarta.
- Septriasyah, Christin. 2000. Kajian proses pembuatan gelatin dari hasil ikutan tulang ayam dalam kondisi asam. *Skripsi*. Departemen Ilmu Produksi Ternak. Falultas Peternakan. Bogor: ITB.
- Shihab, Quraish. 2001. *Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan, dan Keserasian al-Qur'an*. Surabaya: Lentera Hati
- SNI (Standar Nasional Indonesia). 06.3735. 1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Surachmad, W. 1994. *Pengantar Penelitian Ilmiah Dasar Metode Tekhnik*. Bandung: Tarsito.
- Susanto, T. 1995. *Kemungkinan Pemanfaatan Tulang Ternak Sebagai Bahan Baku Gelatin*. Surabaya: Prosiding seminar sehari aspek-aspek agribisnis bidang peternakan.

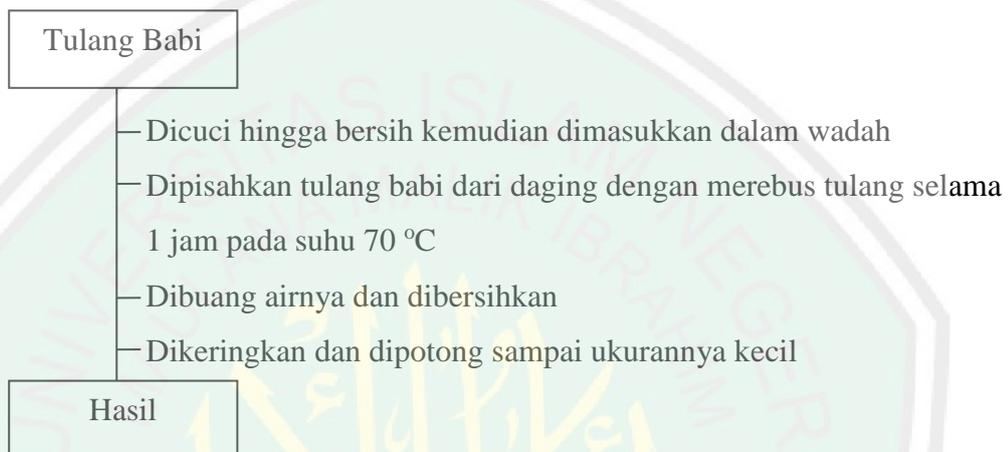
- Tazwir, N. Hak, R. Paranginangin. 2008. Ekstraksi Gelatin Dari Kulit Kaci-Kaci (*Plethorinchus flavomaculatus*) Secara Asam dan Enzimatis. *Laporan Teknis*. Balai Besar Penelitian Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Utama, H. 2007. Gelatin yang bikin heboh. *Jurnal Halal LPPOM-MUI* No.18: 10-12.
- Widyastari, Rizky. 2016. *Pembuatan Gelatin dari Tulang Bebek*. Jakarta.
- Wijaya, I Made. 1998. *The Effect of Protein Concentration and pH on the Bloom Streight of Gelatin*. Gitayana: Majalah Ilmiah Teknologi Pertanian. Bogor: IPB
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama



LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja

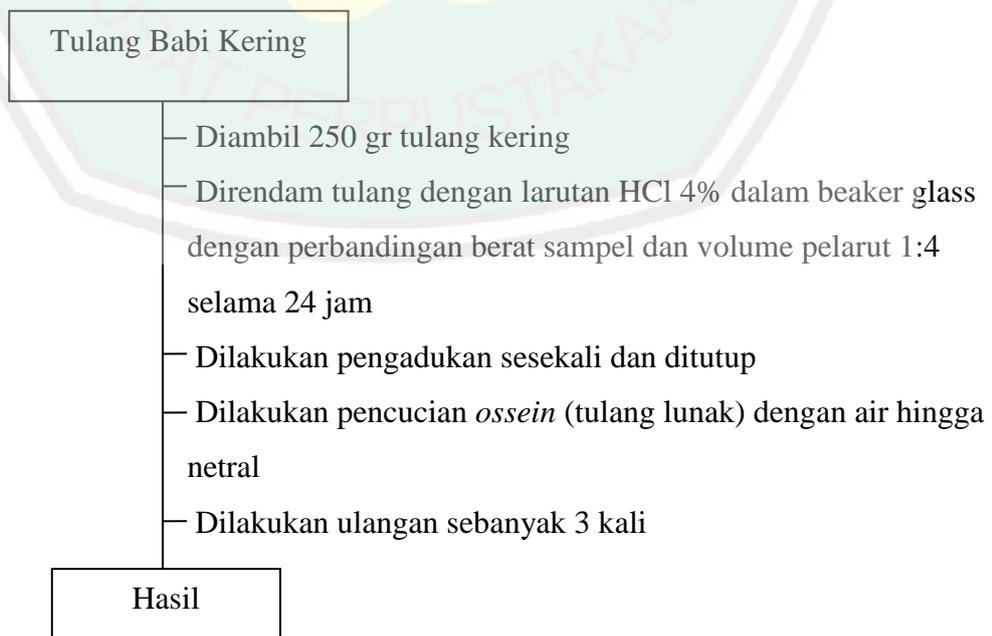
L.1.1 Preparasi Sampel



Keterangan: perlakuan tersebut diulang pada tulang sapi dan tulang bebek.

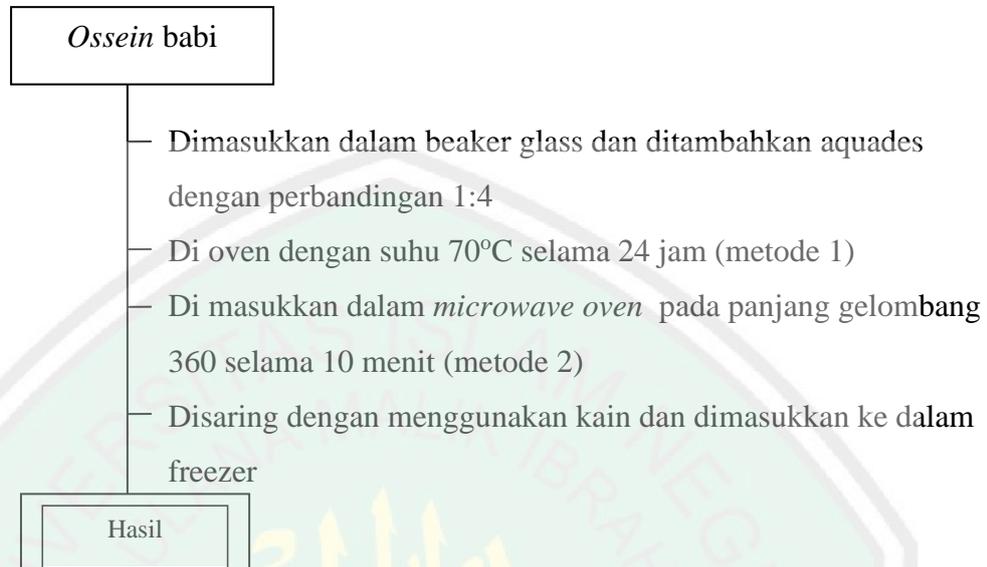
L.1.2 Isolasi Gelatin

- a. Perendaman tulang babi, tulang sapi dan tulang bebek dengan larutan HCl 4%



Keterangan: perlakuan tersebut diulang pada tulang sapi dan tulang bebek.

b. Ekstraksi gelatin tulang babi, tulang sapi dan tulang bebek

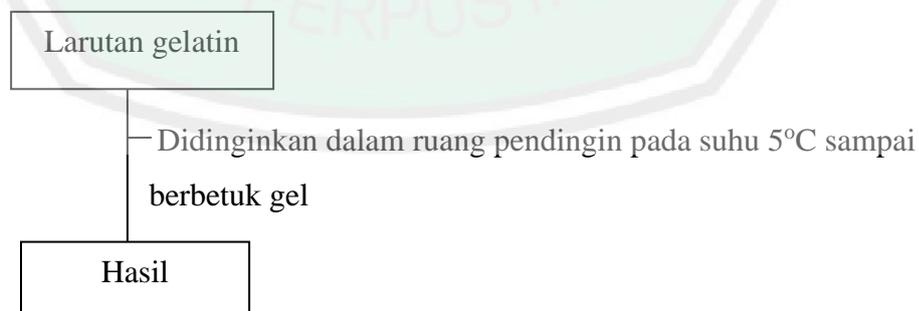


Keterangan: perlakuan tersebut diulang pada tulang sapi dan tulang bebek

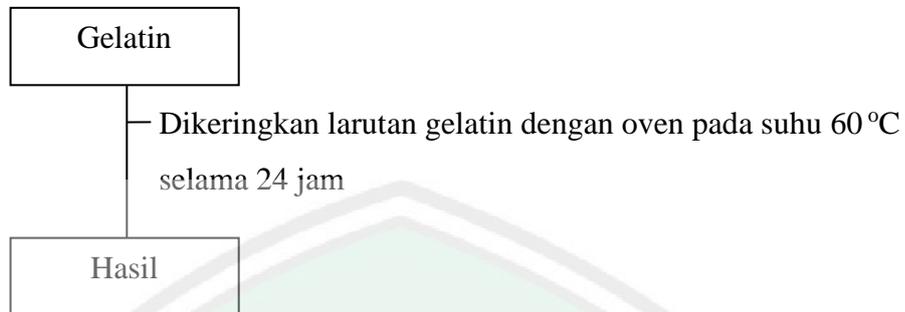
c. Pemekatan larutan gelatin



d. Pendinginan larutan gelatin

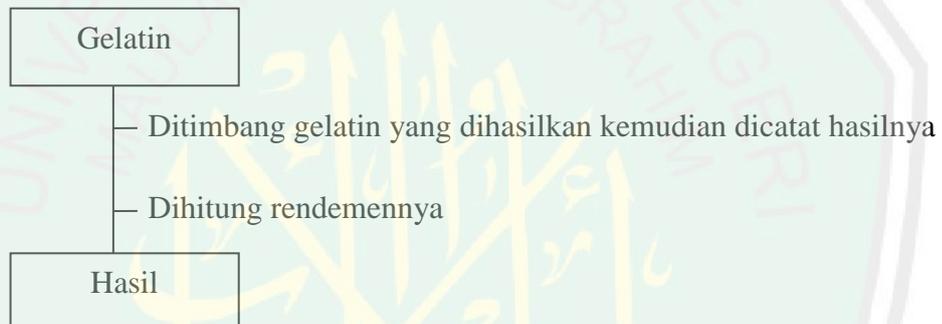


e. Pengeringan larutan gelatin

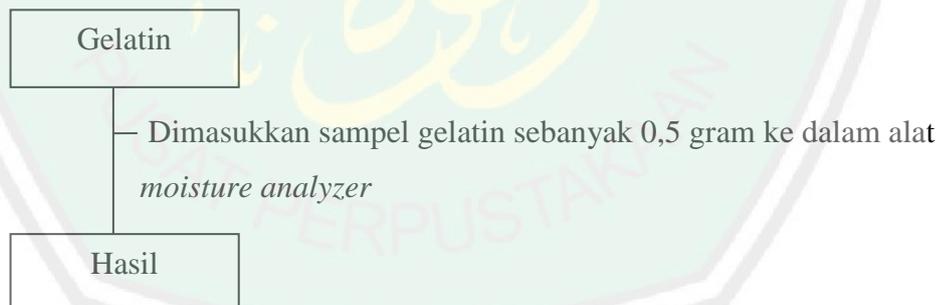


L.1.3 Uji Kualitas Gelatin

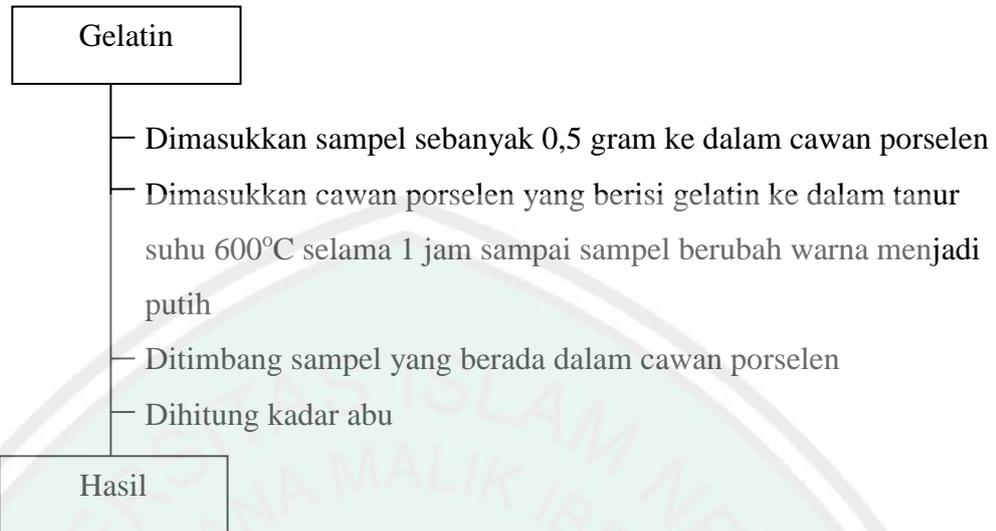
a. Rendemen



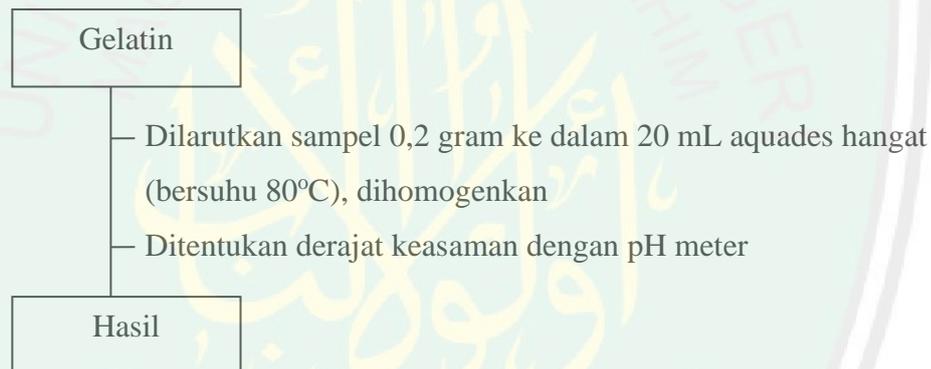
b. Penentuan kadar air



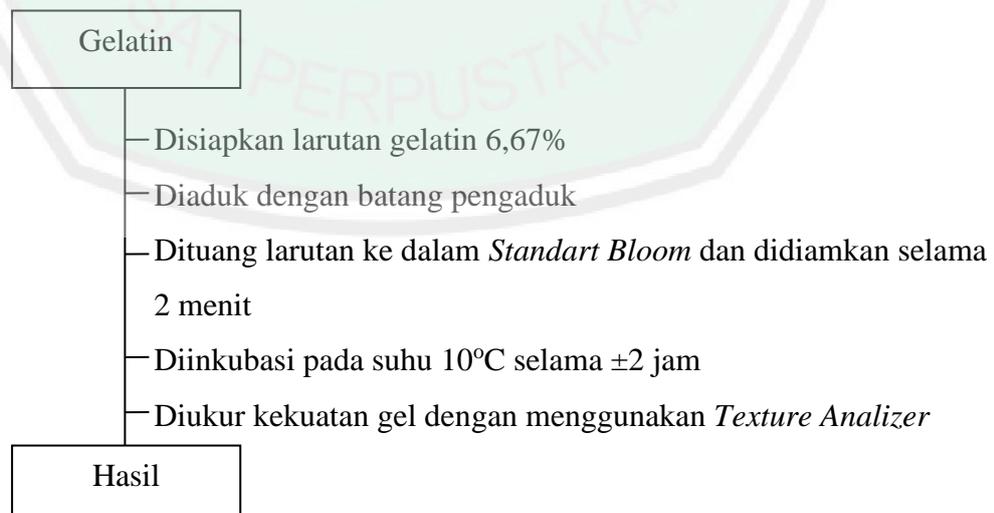
c. Penentuan kadar abu



d. Penentuan derajat keasaman (pH)



e. Pengukuran kekuatan gel

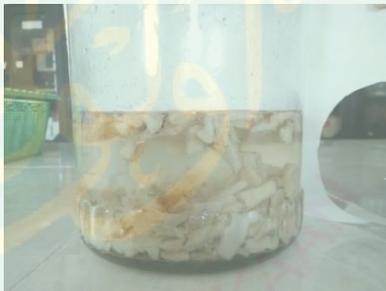


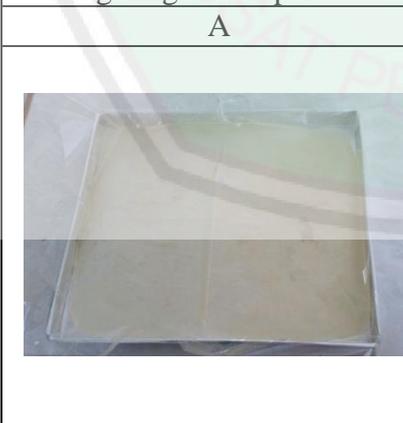
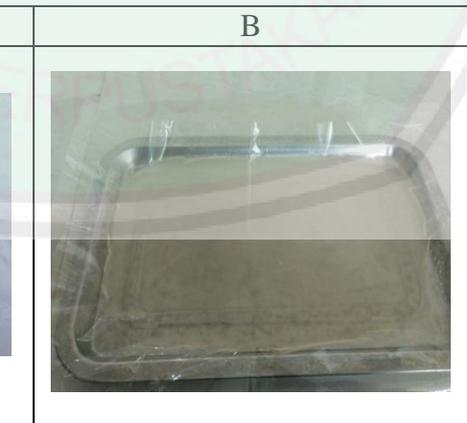
Lampiran 2. Dokumentasi Proses Pembuatan Gelatin

Keterangan : A: Sampel Bebek

B: Sampel Sapi

C: Sampel Babi

1. Preparasi Sampel		
A	B	C
		
2. Perendaman Sampel + HCl 4%		
A	B	C
		
3. Ekstraksi Sampel + aquades		
A	B	C
		

4. Pemekatan Sampel		
		
A	B	C
		
5. Pengeringan Sampel		
A	B	C
		

6. Hasil Gelatin		
A	B	C
		



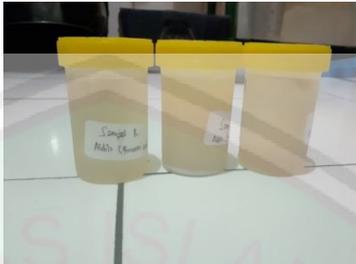
Lampiran 3. Dokumentasi Uji Karakteristik Gelatin

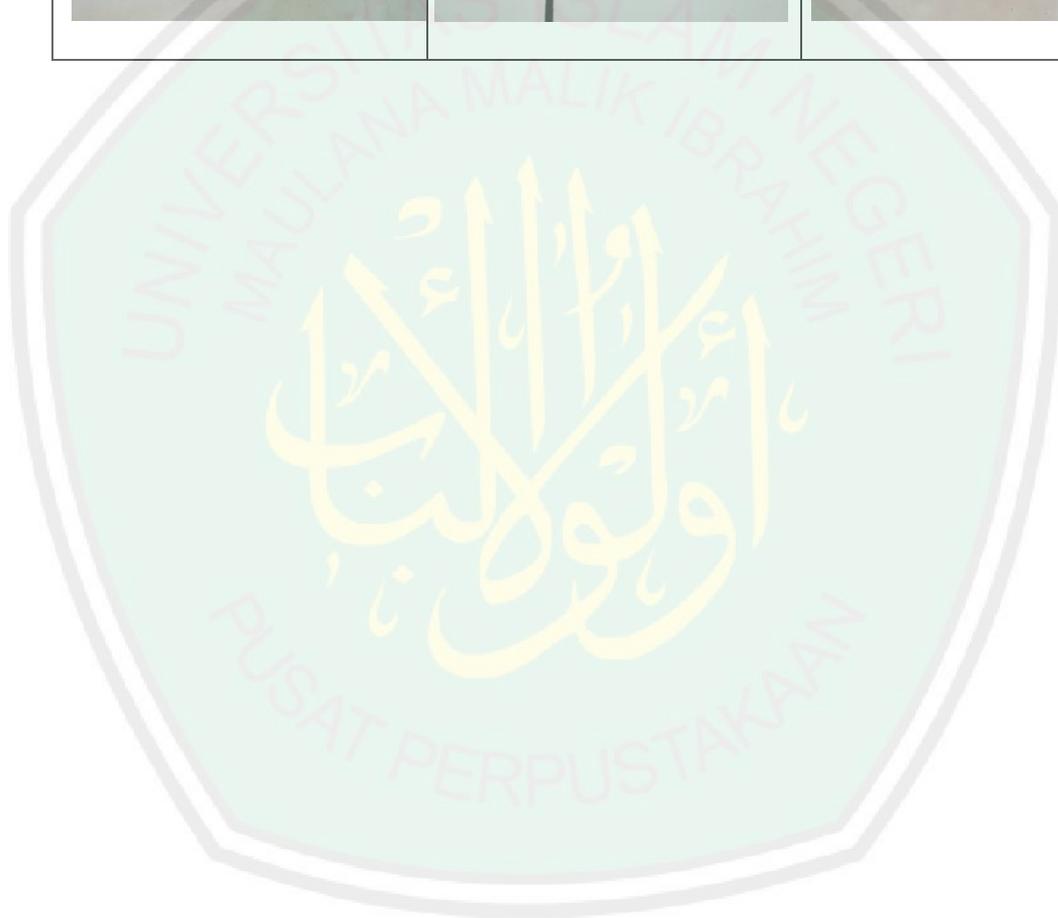
Keterangan : A: Sampel Bebek

B: Sampel Sapi

C: Sampel Babi

1. Uji Kadar Air		
A	B	C
		
2. Uji Kadar Abu		
A	B	C
		
3. Uji pH		
A	B	C
		

4. Uji Kekuatan Gel		
A	B	C
		



Lampiran 4. Perhitungan Bahan dan Hasil

L.4.1 Pembuatan Larutan HCl 4%

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$37\% \times V_1 = 4\% \times 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{4\% \times 1000 \text{ ml}}{37\%} = 108,1 \text{ mL}$$

Dilartukan dalam 1000 mL aquades

L.4.2 Perhitungan Rendemen

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat bahan kering gelatin}}{\text{berat tulang}} \times 100\%$$

Sampel	Oven		Microwave Oven	
	Berat gelatin (g)	Rendemen (%)	Berat gelatin (g)	Rendemen (%)
Bebek 1	10,1	4,04	12,07	4,83
Bebek 2	11,2	4,48	11,9	4,76
Bebek 3	10,7	4,28	12,5	5
Sapi 1	7,8	3,12	9,4	3,76
Sapi 2	8,3	3,32	9,2	3,68
Sapi 3	8,2	3,28	9,7	3,88
Babi 1	22,1	8,84	25,3	10,12
Babi 2	21,7	8,68	26,1	10,44
Babi 3	21,2	8,48	25,8	10,32

L.4.3 Uji Kadar Air

Sampel	Oven		Microwave Oven	
	Berat sampel (g)	Kadar air (%)	Berat sampel (g)	Kadar air (%)
Bebek 1	0,507	2,96	0,502	5,78
Bebek 2	0,509	3,39	0,510	6
Bebek 3	0,502	3,18	0,518	6,15
Sapi 1	0,512	2,34	0,523	8,93
Sapi 2	0,505	1,98	0,530	9,37
Sapi 3	0,503	2,07	0,546	8,64
Babi 1	0,509	3,33	0,547	9,8
Babi 2	0,510	3,76	0,534	9,57
Babi 3	0,513	3,94	0,532	9,33

L.4.4 Uji Kadar Abu

$$\text{Kadarabu} = \frac{(d-a)}{(b-a)} \times 100\%$$

Dimana:

a = berat konstan cawan kosong

b = berat cawan+sampel sebelum dikeringkan

d = berat cawan+sampel setelah dikeringkan

Sampel	Oven			Microwave Oven		
	d - a (g)	b - a (g)	Kadar abu (%)	d - a (g)	b - a (g)	Kadar abu (%)
Bebek 1	0,5000	0,0216	4,3200	0,5080	0,0146	2,8749
Bebek 2	0,5168	0,0190	3,6765	0,5246	0,0124	2,3637
Bebek 3	0,5113	0,0241	4,7135	0,5113	0,0129	2,5230
Sapi 1	0,5007	0,0267	5,3325	0,4871	0,0103	2,1146
Sapi 2	0,5066	0,0238	4,6980	0,4818	0,0110	2,2831
Sapi 3	0,5034	0,0229	4,5491	0,4913	0,0115	2,3407
Babi 1	0,5037	0,0152	3,0177	0,5012	0,0097	1,9354
Babi 2	0,5070	0,0136	2,6824	0,5074	0,0104	2,0497
Babi 3	0,5120	0,0148	2,8906	0,5160	0,01080	2,0930

L.4.5 Uji pH

Sampel	Oven		Microwave Oven	
	Berat gelatin (g)	pH	Berat gelatin (g)	pH
Bebek 1	0,2086	3,7	0,2034	3,7
Bebek 2	0,2105	4	0,2080	4,2
Bebek 3	0,2074	3,9	0,2052	4,1
Sapi 1	0,2013	4,7	0,2027	5
Sapi 2	0,2021	4,6	0,2004	5
Sapi 3	0,2001	4,7	0,2039	5,2
Babi 1	0,2092	3,9	0,2048	5,4
Babi 2	0,2087	4	0,2056	5,6
Babi 3	0,2114	4,1	0,2093	5,4

L.4.6 Uji Kekuatan Gel

$$\text{Kekuatan gel (D)} = \frac{F}{A} \times 980$$

$$\text{Kekuatan gel (Bloom)} = 20 + (2,98 \times 10^{-3}) \times D$$

Sampel	Oven		Microwave Oven	
	D	Bloom	D	Bloom
Bebek 1	5,79	107,966	10,42	178,355
Bebek 2	7,71	137,170	11,19	190,085
Bebek 3	7,14	128,443	11,97	201,900
Sapi 1	7,28	130,578	12,04	202,871
Sapi 2	6,48	118,448	13,27	221,609
Sapi 3	7,20	129,375	12,73	213,365
Babi 1	12,40	208,315	17,43	284,754
Babi 2	13,70	228,688	16,06	263,983
Babi 3	14,67	242,890	15,63	257,463

Lampiran 5. Hasil Uji Statistik

L.5.1 Kadar Air

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kadar Air %
N		18
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	5.5867
	Std. Deviation	2.94872
	Absolute	.212
Most Extreme Differences	Positive	.212
	Negative	-.183
Kolmogorov-Smirnov Z		.898
Asymp. Sig. (2-tailed)		.395

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Nilai A symp. Sig. (2-tailed) lebih besar dari 0,05 artinya data kadar air terdistribusi normal

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Sampel	1	Bebek	6
	2	Sapi	6
	3	Babi	6
Metode	1	Microwave	9
	2	Oven	9

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kadar Air %

Sampel	Metode	Mean	Std. Deviation	N
Bebek	Microwave	5.9767	.18610	3
	Oven	3.1767	.21502	3
	Total	4.5767	1.54413	6
Sapi	Microwave	8.9933	.36556	3
	Oven	2.1300	.18735	3
	Total	5.5617	3.76817	6
Babi	Microwave	9.5667	.23502	3
	Oven	3.6767	.31342	3
	Total	6.6217	3.23559	6
Total	Microwave	8.1789	1.68686	9
	Oven	2.9944	.71561	9
Total	Total	5.5867	2.94872	18

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Kadar Air %

F	df1	df2	Sig.
.459	5	12	.800

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Sampel + Metode + Sampel * Metode

Nilai Sig. Lebih besar dari 0,05 artinya data homogen

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar Air %

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	147.008 ^a	5	29.402	437.668	.000
Intercept	561.795	1	561.795	8362.813	.000
Sampel	12.552	2	6.276	93.422	.000
Metode	120.953	1	120.953	1800.493	.000
Sampel * Metode	13.503	2	6.752	100.503	.000
Error	.806	12	.067		
Total	709.609	18			
Corrected Total	147.814	17			

a. R Squared = .995 (Adjusted R Squared = .992)

Nilai Sig. 0,0001 ($p < 0,05$) pada Metode artinya metode berpengaruh yang berbeda nyata terhadap kualitas kadar air gelatin.

1. Sampel

Dependent Variable: Kadar Air %

Sampel	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Bebek	4.577	.106	4.346	4.807
Sapi	5.562	.106	5.331	5.792
Babi	6.622	.106	6.391	6.852

2. Metode

Dependent Variable: Kadar Air %

Metode	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Microwave	8.179	.086	7.991	8.367
Oven	2.994	.086	2.806	3.183

3. Sampel * Metode

Dependent Variable: Kadar Air %

Sampel	Metode	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Bebek	Microwave	5.977	.150	5.651	6.303
	Oven	3.177	.150	2.851	3.503
Sapi	Microwave	8.993	.150	8.667	9.319
	Oven	2.130	.150	1.804	2.456
Babi	Microwave	9.567	.150	9.241	9.893
	Oven	3.677	.150	3.351	4.003

L.5.2 Nilai pH

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		pH
N		18
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	4.511
	Std. Deviation	.6333
	Absolute	.188
Most Extreme Differences	Positive	.188
	Negative	-.113
Kolmogorov-Smirnov Z		.799
Asymp. Sig. (2-tailed)		.545

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Nilai A symp. Sig. (2-tailed) lebih besar dari 0,05 artinya data pH terdistribusi normal

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Sampel	1	Bebek	6
	2	Sapi	6
	3	Babi	6
Metode	1	Microwave	9
	2	Oven	9

Descriptive Statistics

Dependent Variable: pH

Sampel	Metode	Mean	Std. Deviation	N
Bebek	Microwave	4.000	.2646	3
	Oven	3.867	.1528	3
	Total	3.933	.2066	6
Sapi	Microwave	5.067	.1155	3
	Oven	4.667	.0577	3
	Total	4.867	.2338	6
Babi	Microwave	5.467	.1155	3
	Oven	4.000	.1000	3
	Total	4.733	.8091	6
Total	Microwave	4.844	.6747	9
	Oven	4.178	.3833	9
Total	Total	4.511	.6333	18

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: pH

F	df1	df2	Sig.
2.441	5	12	.095

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Sampel + Metode + Sampel * Metode

Nilai Sig. lebih besar dari 0,05 artinya data homogen

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6.551 ^a	5	1.310	58.960	.000
Intercept	366.302	1	366.302	16483.600	.000
Sampel	3.058	2	1.529	68.800	.000
Metode	2.000	1	2.000	90.000	.000
Sampel * Metode	1.493	2	.747	33.600	.000
Error	.267	12	.022		
Total	373.120	18			
Corrected Total	6.818	17			

a. R Squared = .961 (Adjusted R Squared = .945)

Nilai Sig. 0,0001 ($p < 0,05$) pada Metode artinya metode berpengaruh yang berbeda nyata terhadap kualitas pH gelatin.

1. Sampel

Dependent Variable: pH

Sampel	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Bebek	3.933	.061	3.801	4.066
Sapi	4.867	.061	4.734	4.999
Babi	4.733	.061	4.601	4.866

2. Metode

Dependent Variable: pH

Metode	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Microwave	4.844	.050	4.736	4.953
Oven	4.178	.050	4.070	4.286

3. Sampel * Metode

Dependent Variable: pH

Sampel	Metode	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Bebek	Microwave	4.000	.086	3.812	4.188
	Oven	3.867	.086	3.679	4.054
Sapi	Microwave	5.067	.086	4.879	5.254
	Oven	4.667	.086	4.479	4.854
Babi	Microwave	5.467	.086	5.279	5.654
	Oven	4.000	.086	3.812	4.188

L.5.3 Kadar Abu

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kadar Abu %
N		18
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	3.136528
	Std. Deviation	1.1081827
	Absolute	.209
Most Extreme Differences	Positive	.209
	Negative	-.139
Kolmogorov-Smirnov Z		.888
Asymp. Sig. (2-tailed)		.409

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Nilai A symp. Sig. (2-tailed) lebih besar dari 0,05 artinya data kadar abu terdistribusi normal.

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Metode	1	Microwave	9
	2	Oven	9
Sampel	1	Bebek	6
	2	Sapi	6
	3	Babi	6

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kadar Abu %

Metode	Sampel	Mean	Std. Deviation	N
Microwave	Bebek	2.586900	.2610822	3
	Sapi	2.246133	.1174955	3
	Babi	2.026033	.0814219	3
	Total	2.286356	.2864295	9
Oven	Bebek	4.236667	.5234984	3
	Sapi	4.859867	.4160282	3
	Babi	2.863567	.1692768	3
	Total	3.986700	.9493791	9
Total	Bebek	3.411783	.9764245	6
	Sapi	3.553000	1.4574754	6
	Babi	2.444800	.4738695	6
	Total	3.136528	1.1081827	18

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Kadar Abu %

F	df1	df2	Sig.
2.604	5	12	.081

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Metode + Sampel + Metode

* Sampel

Nilai Sig. lebih besar dari 0,05 artinya data homogen

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar Abu %

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	19.748 ^a	5	3.950	41.989	.000
Intercept	177.081	1	177.081	1882.556	.000
Metode	13.010	1	13.010	138.313	.000
Sampel	4.366	2	2.183	23.209	.000
Metode * Sampel	2.372	2	1.186	12.608	.001
Error	1.129	12	.094		
Total	197.958	18			
Corrected Total	20.877	17			

a. R Squared = .946 (Adjusted R Squared = .923)

Nilai Sig. 0,0001 ($p < 0,05$) pada Metode artinya metode berpengaruh yang berbeda nyata terhadap kualitas kadar abu gelatin.

1. Metode

Dependent Variable: Kadar Abu %

Metode	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Microwave	2.286	.102	2.064	2.509
Oven	3.987	.102	3.764	4.209

2. Sampel

Dependent Variable: Kadar Abu %

Sampel	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Bebek	3.412	.125	3.139	3.685
Sapi	3.553	.125	3.280	3.826
Babi	2.445	.125	2.172	2.718

3. Metode * Sampel

Dependent Variable: Kadar Abu %

Metode	Sampel	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Microwave	Bebek	2.587	.177	2.201	2.973
	Sapi	2.246	.177	1.860	2.632
	Babi	2.026	.177	1.640	2.412
Oven	Bebek	4.237	.177	3.851	4.622
	Sapi	4.860	.177	4.474	5.246
	Babi	2.864	.177	2.478	3.249

L.5.4 Kekuatan Gel

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kekuatan Gel
N		18
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	191.45878
	Std. Deviation	54.889274
Most Extreme Differences	Absolute	.172
	Positive	.172
	Negative	-.131
Kolmogorov-Smirnov Z		.730
Asymp. Sig. (2-tailed)		.661

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Nilai A symp. Sig. (2-tailed) lebih besar dari 0,05 artinya data kekuatan gel terdistribusi normal

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Metode	1	Microwave	9
	2	Oven	9
Sampel	1	Bebek	6
	2	Sapi	6
	3	Babi	6

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kekuatan Gel

Metode	Sampel	Mean	Std. Deviation	N
Microwave	Bebek	190.11333	11.772526	3
	Sapi	212.61500	9.391487	3
	Babi	268.73333	14.252155	3
	Total	223.82056	36.565915	9
Oven	Bebek	124.52633	14.990784	3
	Sapi	126.13367	6.683106	3
	Babi	226.63100	17.379042	3
	Total	159.09700	52.046251	9
Total	Bebek	157.31983	37.892252	6
	Sapi	169.37433	47.925483	6
	Babi	247.68217	27.089554	6
	Total	191.45878	54.889274	18

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Kekuatan Gel

F	df1	df2	Sig.
.628	5	12	.682

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Metode + Sampel + Metode

* Sampel

Nilai Sig. lebih besar dari 0,05 artinya data homogen

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kekuatan Gel

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	49215.481 ^a	5	9843.096	58.980	.000
Intercept	659816.345	1	659816.345	3953.620	.000
Metode	18851.124	1	18851.124	112.956	.000
Sampel	28885.558	2	14442.779	86.541	.000
Metode * Sampel	1478.799	2	739.400	4.430	.036
Error	2002.670	12	166.889		
Total	711034.496	18			
Corrected Total	51218.151	17			

a. R Squared = .961 (Adjusted R Squared = .945)

Nilai Sig. 0,0001 ($p < 0,05$) pada Metode artinya metode berpengaruh yang berbeda nyata terhadap kualitas kekuatan gel gelatin.

1. Sampel

Dependent Variable: Kekuatan Gel

Sampel	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Bebek	157.320	5.274	145.829	168.811
Sapi	169.374	5.274	157.883	180.865
Babi	247.682	5.274	236.191	259.173

2. Metode

Dependent Variable: Kekuatan Gel

Metode	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Microwave	223.821	4.306	214.438	233.203
Oven	159.097	4.306	149.715	168.479

3. Sampel * Metode

Dependent Variable: Kekuatan Gel

Sampel	Metode	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Bebek	Microwave	190.113	7.459	173.863	206.364
	Oven	124.526	7.459	108.276	140.777
Sapi	Microwave	212.615	7.459	196.364	228.866
	Oven	126.134	7.459	109.883	142.384
Babi	Microwave	268.733	7.459	252.483	284.984
	Oven	226.631	7.459	210.380	242.882