

**PENGARUH KONSENTRASI HCl TERHADAP PROSES
DEMINERALISASI PADA PRODUKSI GELATIN DARI
TULANG AYAM BROILER (*Gallus domesticus*)**

SKRIPSI

Oleh:
NAZILATUN NI'MAH
NIM. 13630044



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017**

**PENGARUH KONSENTRASI HCl TERHADAP PROSES
DEMINERALISASI PADA PRODUKSI GELATIN DARI
TULANG AYAM BROILER (*Gallus domesticus*)**

SKRIPSI

Oleh:

NAZILATUN NI'MAH
NIM. 13630044

Diajukan Kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S. Si)

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017

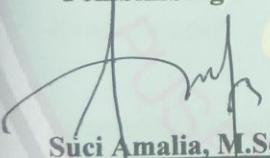
**PENGARUH KONSENTRASI HCl TERHADAP PROSES
DEMINERALISASI PADA PRODUKSI GELATIN DARI
TULANG AYAM BROILER (*Gallus domesticus*)**

SKRIPSI

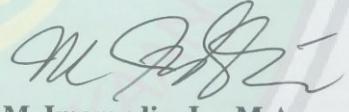
Oleh:
NAZILATUN NI'MAH
NIM. 13630044

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 01 November 2017

Pembimbing I


Suci Amalia, M.Sc
NIP. 19821104 200901 2 007

Pembimbing II


M. Imamudin, Lc, M.A
NIP. 19740602 200901 1 010

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia



**PENGARUH KONSENTRASI HCl TERHADAP PROSES
DEMINERALISASI PADA PRODUKSI GELATIN DARI
TULANG AYAM BROILER (*Gallus domesticus*)**

SKRIPSI

Oleh:
NAZILATUN NI'MAH
NIM. 13630044

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 01 November 2017

Penguji Utama	: Akyunul Jannah, S.Si M.P NIP. 19750410 200501 2 009	(.....)
Ketua Penguji	: A. Ghanaim Fasya, M.Si NIP. 19820616 200604 1 002	(.....)
Sekretaris Penguji	: Suci Amalia, M.Sc NIP. 19821104 200901 2 007	(.....)
Anggota Penguji	: M. Imamudin, Lc, M.A NIP. 19740602 200901 1 010	(.....)

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Kimia



Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

**LEMBAR PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nazilatun Ni'mah
NIM : 13630044
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Proses Demineralisasi pada Produksi Gelatin dari Tulang Ayam Broiler (*Gallus domesticus*)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan 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, 01 November 2017

Yang membuat pernyataan,



Nazilatun Ni'mah

NIM. 13630044

LEMBAR PERSEMPAHAN

Sungguh ... atas kehendak Allah, semua ini terwujud tidak ada kekuatan kecuali dengan pertolongan Allah (QS. Al-Kahfi:39)

Alhamdulillahirobbil'alamin ...

Saya persembahkan tulisan sederhana ini ... bagian kecil bukti kasihku untuk kalian ...

Terimakasih ...

Ayah, ibu ...

Kalian telah sabar dan tulus memberikan kasih sayang yang tak terhingga untukku ...

Banyak kesalahan sengaja maupun tak sengaja yang pernah ku lakukan hingga tak jarang kalian diam-diam sedih dan menangis ...

Namun, kalian tak pernah bosan memberikan nasihat dan ku tahu dalam do'a kalian slalu selipkan namaku agar sukses di kemudian hari ...

Selain terimakasih ada kata maaf yang juga akan ku katakan kepada kalian ...

Walaupun ku tahu ucapan terimakasih dan maaf tak pernah bisa mengganti semua yang telah kalian lakukan ...

I LOVE U ... Ayah ... Ibu ...

Terimakasih juga untuk ...

Mas Zamil, Mbak Lusi, Mbak Iffah, Mas Johan ...

Do'a dan semangat yang penuh cinta telah mengantarkanku hingga detik ini ...

Gelatin Squad (Ria, Rohmah, Hasna, Dinda, Nisa) canda tawa kalian akan slalu ku rindukan saat berpisah nanti ...

Ingat, berpisah bukan berarti putus silaturrahim ya ...

Anida Futri, sahabat dari SMP until Jannah (insyaallah) yang tak pernah bosan menyemangatiku meskipun kita berbeda kota ...

Mbak Amel, teman kamar selama 4 tahun yang slalu setia mendengarkan keluh kesahku setiap hari ...

Teman-teman PKL (Shelly, Amel, Guruh, Budi) tanpa kalian aku tidak dapat melewati tahap ini ...

Kimia 2013 ... Love u all ...

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan (QS. Al-Insyirah:6)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil ‘alamin, puji syukur bagi Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan serta menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Proses Demineralisasi pada Produksi Gelatin Dari Tulang Ayam Broiler (*Gallus domesticus*)**” dengan sebaik mungkin. Shalawat serta salam selalu penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW. Iringan doa dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Orang tua saya tercinta yang telah banyak memberikan perhatian, nasihat, doa, dan dukungan baik moril maupun materil dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof Abdul Haris M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu Suci Amalia, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan dan nasehat demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak M. Imamudin, Lc, MA selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan dan nasehat demi kesempurnaan skripsi ini.
7. Bapak A. Ghaim Fasya, M.Si selaku Dosen Konsultan yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan dan nasehat demi kesempurnaan skripsi ini

8. Seluruh dosen dan laboran Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengalirkan ilmu pengetahuan, pengalaman dan wawasannya sebagai pedoman dan bekal bagi penulis
9. Anggota tim riset gelatin yang telah membantu baik secara fisik maupun fikiran dalam penyusunan naskah skripsi.
10. Seluruh teman-teman Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang khususnya angkatan 2013 yang telah memberikan motivasi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah ikut memberikan bantuan dan motivasi selama pelaksanaan penelitian sampai dengan skripsi ini selesai disusun.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat menjadi sarana memberikan manfaat bagi semua pihak. Amin

Malang, 01 November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ayam Broiler (<i>Gallus domesticus</i>)	7
2.2 Tulang	8
2.3 Kolagen	9
2.4 Gelatin	11
2.5 Proses Pembuatan Gelatin.....	14
2.6 Uji Kualitas	16
2.6.1 Kadar Air.....	16
2.6.2 Kadar Abu	17
2.6.3 Kadar Protein	17
2.6.4 Stabilitas Emulsi	18
2.6.5 Kekuatan Gel	18
2.6.6 Derajat Keasaman (pH)	19
2.7 Identifikasi Gugus Fungsi Gelatin menggunakan FTIR	19
2.8 Makanan Halal dan Baik dalam Perspektif Islam	22
BAB III METODOLOGI	24
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.2.1 Alat.....	24
3.2.2 Bahan	24
3.3 Rancangan Penelitian	24
3.4 Tahap-tahap Penelitian.....	25
3.5 Prosedur Penelitian.....	26
3.5.1 Preparasi Sampel.....	26
3.5.2 Isolasi Gelatin dari Tulang Ayam Broiler	26

3.5.2.1 Perendaman Tulang Ayam Broiler.....	26
3.5.2.2 Eksraksi Tulang Ayam Broiler	26
3.5.2.3 Pemekatan Gelatin	27
3.5.2.4 Pengeringan Gelatin	27
3.5.3 Uji Kualitas Gelatin Tulang Ayam Broiler	27
3.5.3.1 Penentuan Kadar Air	27
3.5.3.2 Penentuan Kadar Abu	27
3.5.3.3 Penentuan Kadar Protein	28
3.5.3.4 Penentuan Stabilitas Emulsi	29
3.5.3.5 Penentuan Kekuatan Gel	29
3.5.3.6 Uji Kadar Keasaman (pH)	30
3.5.4 Identifikasi Gugus Fungsi Gelatin pada Spektrofotometer FTIR	30
BAB IV PEMBAHASAN	31
4.1 Preparasi Sampel.....	31
4.2 Isolasi Gelatin dari Tulang Ayam Broiler	32
4.2.1 Perendaman Tulang Ayam Broiler.....	32
4.2.2 Ekstraksi Tulang Ayam Broiler	36
4.2.3 Pemekatan Gelatin	39
4.2.4 Pengeringan.....	40
4.3 Uji Kualitas Gelatin Tulang Ayam Broiler	41
4.3.1 Kadar Air.....	42
4.3.2 Kadar Abu	43
4.3.3 Kadar Protein	44
4.3.4 Stabilitas Emulsi	45
4.3.5 Kekuatan Gel	46
4.3.6 Nilai pH	47
4.4 Kesimpulan Berdasarkan Uji Kualitas	48
4.5 Identifikasi Gugus Fungsi Gelatin pada Spektrofotometer FTIR	49
4.6 Hasil Uji Kualitas Berdasarkan Perspektif Islam.....	51
BAB IV PENUTUP	54
4.1 Kesimpulan	54
4.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN-LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi bahan pengisi pada tulang.....	8
Tabel 2.2 Kandungan asam amino gelatin ayam, babi, sapi, dan ikan	9
Tabel 2.3 Standar mutu gelatin	13
Tabel 4.1 Berat tulang ayam sebelum dan sesudah perendaman dalam larutan asam klorida	35
Tabel 4.2 Kesimpulan uji kualitas.....	48
Tabel 4.3 Gusus fungsi sampel gelatin tulang ayam pada spektra FTIR.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ayam broiler	7
Gambar 2.2	Struktur pembentukan kolagen.....	10
Gambar 2.3	Struktur kimia gelatin.....	11
Gambar 2.4	Protein mengikat asam fosfat	15
Gambar 2.5	Konversi kolagen menjadi gelatin.....	15
Gambar 2.6	Senyawa kompleks dalam reagen Biuret	18
Gambar 2.7	Spektra FTIR gelatin type A tulang sapi.....	20
Gambar 2.8	Spektra FTIR gelatin type A tulang kepala ikan lele dan babi	21
Gambar 4.1	Reaksi kolagen dengan asam klorida	32
Gambar 4.2	Reaksi pemutusan ikatan penstabil (<i>cross linking</i>)	37
Gambar 4.3	Interaksi ikatan pada struktur sekunder.....	40
Gambar 4.4	Grafik kurva rendemen gelatin tulang ayam	41
Gambar 4.5	Grafik kurva kadar air gelatin tulang ayam.....	42
Gambar 4.6	Grafik kurva kadar abu gelatin tulang ayam	43
Gambar 4.7	Grafik kurva kadar protein gelatin tulang ayam.....	44
Gambar 4.8	Grafik kurva stabilitas emulsi gelatin tulang ayam	45
Gambar 4.9	Grafik kurva kekuatan gel gelatin tulang ayam	46
Gambar 4.10	Grafik kurva nilai pH gelatin tulang ayam.....	48
Gambar 4.11	Grafik radar hubungan antara variasi konsentrasi dengan uji kualitas	49
Gambar 4.12	Spektra FTIR gelatin sampel tulang ayam	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kerangka pikiran	61
Lampiran 2	Diagram alir proses pembuatan gelatin	62
Lampiran 3	Diagram alir uji kualitas gelatin	64
Lampiran 4	Tabel pita absorpsi inframerah	67
Lampiran 5	Perhitungan pembuatan larutan	68
Lampiran 6	Pembuatan kurva standart dan sampel.....	69
Lampiran 7	Dokumentasi penelitian proses pembuatan gelatin	70
Lampiran 8	Dokumentasi penelitian uji kualitas	73
Lampiran 9	Perhitungan uji kualitas	75
Lampiran 10	Data berat tulang.....	79
Lampiran 11	Data protein (UV-Vis)	80
Lampiran 12	Kekuatan gel	83

ABSTRAK

Ni'mah, Nazilatun. 2017. Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Proses Demineralisasi Pada Produksi Gelatin Dari Tulang Ayam Broiler (*Gallus Domesticus*). Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Suci Amalia, M.Sc; Pembimbing II: M. Imamudin, Lc, M.A; Konsultan: A. Ghanaim Fasya, M.Si.

Kata Kunci : Tulang Ayam Broiler, Protein, Kolagen, Gelatin, Metode Asam

Ayam broiler merupakan galur ayam hasil rekayasa teknologi yang siap dipotong pada usia relatif muda dan menghasilkan kualitas daging berserat lunak. Tulang ayam broiler mengandung protein yaitu kolagen yang dapat dikonversi menjadi gelatin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi HCl terhadap hasil rendemen pada produksi gelatin dari tulang ayam broiler (*Gallus domesticus*), mengetahui hasil terbaik pada uji kualitas gelatin dengan variasi konsentrasi HCl dan mengetahui gugus fungsi dari spektra FTIR gelatin dari hasil tulang ayam broiler (*Gallus domesticus*).

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *experimental laboratory*, yang meliputi: preparasi sampel, isolasi gelatin dari tulang ayam broiler, perendaman tulang ayam broiler, ekstraksi gelatin dari tulang ayam broiler, pemekatan gelatin, dan pengeringan gelatin. Kemudian dilakukan uji kualitas gelatin meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, stabilitas emulsi, kekuatan gel dan nilai keasaman (pH). Dan terakhir dilakukan identifikasi gugus fungsi gelatin yang terbaik pada uji kualitas dengan spektrofotometer FTIR.

Hasil menunjukkan bahwa terdapat pengaruh rendemen dari variasi konsentrasi, semakin tinggi konsentrasinya maka semakin besar rendemen. Konsentrasi HCl terbaik pada pembuatan gelatin dari tulang ayam broiler yaitu menggunakan konsentrasi HCl 6% sebesar 3,682%. Hasil uji kualitas terbaik yaitu konsentrasi HCl 6% pada masing-masing parameter yaitu kadar air 11,78%, kadar abu 1,52%, kadar protein 75,3063%, stabilitas emulsi 62,3945%, kekuatan gel 9,8 N dan nilai pH 4,7760. Gugus fungsi dari gelatin tulang ayam pada konsentrasi HCl 6% yaitu muncul pada bilangan gelombang antara lain $3436,583\text{ cm}^{-1}$, $2927,058$ dan $2860,017\text{ cm}^{-1}$, $1639,557\text{ cm}^{-1}$, $1544,436\text{ cm}^{-1}$ dan $1067,656\text{ cm}^{-1}$.

ABSTRACT

Ni'mah, Nazilatun. 2017. **Influence concentration of HCl on gelatin production from the chicken Broiler bone (*Gallus domesticus*)**. Thesis. Chemistry Department of Science and Technology Faculty of Maulana Malik Ibrahim Malang State Islamic University of Malang. Adviser I: Suci Amalia, M.Sc; Adviser II: M. Imamudin, Lc, M.A; Consultant: A. Ghanaim Fasya, M.Si.

Keywords: Chicken Broiler Bone, Protein, Collagen, Gelatin, Acid Method

Broiler chickens are technologically engineered chicken breeds that are ready to cut at a relatively young age and produce quality soft fibrous meats. Chicken Broiler bones contain protein that is collagen that can be converted into gelatin. The aims of this research is to know effect of variation of HCl concentration on rendemen of gelatin production from broiler bone (*Gallus domesticus*), to know the best result on gelatin quality test with variation of HCl concentration and to know functional group of FTIR gelatin spectra from broiler chicken (*Gallus domesticus*).

This research is experimental laboratory, that includes: sample preparation, gelatin isolation from broiler bone, broiler bone, gelatin extraction from broiler bone, gelatin concentration, and gelatin drying. Then tested the quality of gelatin including rendement, moisture content, ash content, protein content, emulsion stability, gel strength and acidity value (pH). Finally, identification functional group of the best gelatin on quality test with FTIR spectrophotometer.

The results show that there is the influence of rendement from concentration. The best concentration of HCl on gelatin production from chicken Broiler bone use 6% HCl concentration is 3,682%. The best concentration of HCl is 6% include: water content 11,78%, ash content 1,52%, protein content 75,3063%, emulsion stability 62,3946%, gel strength 9,8N and pH value 4,7760. Functional group of gelatin the chicken Broiler bone include $3436,583\text{ cm}^{-1}$, $2927,058$ and $2860,017\text{ cm}^{-1}$, $1639,557\text{ cm}^{-1}$, $1544,436\text{ cm}^{-1}$ and $1067,656\text{ cm}^{-1}$.

ملخص البحث

نعة، نزلة. 2017. تأثير تركيز حمض الهيدروكلوريك HCl على عملية التنقية في إنتاج الجيلاتين من العظم الدجاج برويلير (*Gallus Domesticus*). البحث الجامعي. شعبة الكيمياء كلية العلوم والتكنولوجيا الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفة الأولى: سوجى أماليا، الماجستير، المشرف الثاني: محمد إمام الدين، الماجستير، المستشار: أ. غنائم فاشا، الماجستير

الكلمات الرئيسية: العظم الدجاج برويلير ، البروتين، الكولاجين، الجيلاتين، طريقة حمض

الدجاج برويلير هو من سلالات الدجاج التي تمثل من نتيجة الهندسية التكنولوجيا الذي يستعد للذبح في سن مبكرة لإنتاج جودة اللحوم اللينة. العظم الدجاج برويلير يحتوي على البروتين يغنى الكولاجين الذي يمكن ان يتحوله إلى الجيلاتين. وهدف هذا البحث لتحديد تأثير التغيرات في تركيز حمض الهيدروكلوريك على نتائج الحصول في إنتاج الجيلاتين من عظام الدجاج برويلير (*Gallus domesticus*)، ولمعرفة أفضل النتائج في اختبار الجودة الجيلاتين مع تركيزات مختلفة من حمض الهيدروكلوريك وتحديد المجموعات الوظيفية من أطيف تحويل فورييه الأشعة تحت الحمراء الجيلاتين من عظام الدجاج برويلير (*Gallus domesticus*) .

نوع هذا البحث هو الاختبار المعملى، الذي يتضمن على إعداد العينات، بعزل الجيلاتين من عظم الدجاج برويلير ، وغمر عظم الدجاج برويلير ، ثم استخراج الجيلاتين من عظم الدجاج برويلير ، وتركيز الجيلاتين، وتحفييف الجيلاتين. ثم اختبار نوعية الجيلاتين التي تشمل الحصول، ومحنوى المائية، الرماد، البروتين، والاستقرار المستحلب، قوة هلام وقيمة الحموضة (pH) وأخيرا، تحديد أفضل مجموعة وظيفة الجيلاتين في اختبار الجودة بأطيف تحويل فورييه الأشعة تحت الحمراء. واظهرت النتائج البحث ان هناك تأثير الحصول من اختلاف التركيز ، كلما زاد التركيز. وكلما زاد الحصول. أفضل تركيز حمض الهيدروكلوريك في تصنيع الجيلاتين من عظام الدجاج برويلير يستخدم تركيز حمض الهيدروكلوريك 6 %. بقدر 3.682 %. وأفضل النتائج لاختبار جودة يعني تركيز حمض الهيدروكلوريك 6 % على كل المعلومات يعني محتوى الماء 11.78 %، الرماد هو 1.52 %، ومحنوى البروتين هو 75.3063 %. الاستقرار مستحلب هو 62.3945 % ، قوة هلام هي 9.8 N و قيمة الرقم الهيدروجيني 4.7760 . مجموعة وظيفية من الجيلاتين العظام الدجاج برويلير بتركيز حمض الهيدروكلوريك بقدر 6 % الذي يظهر في أرقام موجة التي تشمل $3436,583\text{ cm}^{-1}$ ، $1067,656\text{ cm}^{-1}$ و $1544,436\text{ cm}^{-1}$ ، $1639,557\text{ cm}^{-1}$ ، $2860,017\text{ cm}^{-1}$ و $2927,058\text{ cm}^{-1}$

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan sebagian besar pemeluk agama Islam. Islam mewajibkan pemeluknya untuk mengkonsumsi makanan yang jelas kehalalannya. Hal ini dijelaskan oleh Allah SWT dalam firmanNya pada Surat Al-Baqarah ayat 168:

يَأَيُّهَا النَّاسُ كُلُّوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُو أُخْطُوطَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ
كُلُّهُ عَدُوٌّ لِّيٰمِينٌ

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.’

Ibnu Katsir (2006) menafsirkan ayat ini, Allah menjelaskan bahwa Allah Maha pemberi rizki bagi seluruh umatNya. Dalam hal pemberi nikmat, Allah menyebutkan bahwa Allah telah membolehkan manusia untuk memakan segala yang ada di muka bumi, yaitu makanan yang halal, baik dan bermanfaat bagi dirinya serta tidak membahayakan bagi tubuh dan akal pikirannya. Dan Allah juga melarang mereka untuk mengikuti langkah dan jalan syaitan, dalam tindakannya yang menyesatkan para pengikutnya. Langkah-langkah setan yaitu tanpa memperhatikan suatu makanan yang halal. Salah satu produk yang sering dibicarakan kehalalannya yaitu gelatin.

Gelatin merupakan protein sederhana dari hasil hidrolisis kolagen (Mohtar dkk, 2010). Gelatin banyak digunakan dalam industri makanan dan non makanan. Gelatin dalam industri makanan digunakan sebagai penstabil, pengental, dan

pengemulsi. Sedangkan dalam industri farmasi dan medis digunakan sebagai bahan pembuatan kapsul (Widyasari and Rawdkuen, 2014).

Kebutuhan gelatin dari tahun ke tahun cenderung semakin meningkat. Meningkatnya kebutuhan gelatin untuk produksi secara komersial di Indonesia tidak banyak direspon oleh industri dalam negeri sehingga kebanyakan gelatin sampai saat ini masih impor. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, jumlah impor gelatin pada bulan Februari tahun 2014 mencapai 601.681 Kg senilai 56,7 miliar rupiah (BPS, 2016). Permintaan produksi gelatin dunia untuk aplikasi makanan dan non makanan adalah 48,9 kilo ton pada 2011 dan diperkirakan akan mencapai 450,7 kilo ton pada tahun 2018 (Mad-Ali dkk, 2016). Gelatin di impor dari negara China, Jepang, Jerman, Perancis dan Australia (Agustin, 2013). Gelatin mayoritas di produksi dari bahan baku kulit babi (46%), kulit sapi (29,4%), daging dan tulang babi (23,1%) (Gomez-Guillen, 2011). Hal ini menimbulkan beberapa masalah terkait dengan bahan baku yang digunakan yaitu larangan agama Islam dan Yahudi untuk mengkonsumsi setiap produk makanan yang mengandung babi (Boran dkk, 2010). Agama Hindu melarang menyembelih dan mengkonsumsi sapi (Nhari dkk, 2012). Hal ini memberikan peluang untuk produksi gelatin yang aman dan jelas kehalalannya, yaitu ayam dan ikan.

Banyak peneliti (Badii dkk, 2006); (Yang dkk, 2009); (Norziah dkk, 2009); (Cho dkk, 2006) yang melaporkan berbagai jenis ikan serta pengolahan limbah ikan menjadi sumber gelatin dan telah diklaim gelatin ikan sebagai alternatif. Namun, gelatin ikan memiliki kelemahan yaitu bau yang kuat (Jamilah dkk, 2002). Bau yang kuat tersebut menyebabkan industri makanan dan farmasi membatasi penggunaannya (Irwandi dkk, 2009). Gelatin ikan dapat menyebabkan

alergi (Hamada dkk, 2001). Selain itu, gelatin yang berasal dari ikan diketahui memiliki sifat kekuatan gel yang rendah sehingga pemanfaatannya dalam berbagai bidang industri masih terbatas. Karena sifat inilah yang membuat gelatin banyak dimanfaatkan di berbagai bidang industri (Wahyuni dkk, 2003). Bahan baku alternatif yang efektif dan murah untuk persiapan gelatin merupakan kebutuhan yang mendesak. Dalam hal ini, tulang ayam mempunyai potensi sebagai sumber alternatif gelatin.

Tulang ayam broiler (*Gallus domesticus*) merupakan limbah dari unggas ayam pedaging yang mempunyai kadar protein tinggi. Tingginya kadar protein dalam tulang ayam akan menghasilkan produk gelatin yang tinggi (Chakka dkk, 2016). Tulang ayam mengandung banyak asam-asam amino penyusun gelatin yaitu (glisin-prolin-hidroksiprolin) dibandingkan dengan sapi (Norizah dkk, 2013). Limbah tulang ayam broiler semakin tahun semakin meningkat berdasarkan data Direktorat Jenderal Peternakan tahun 2016, jumlah produksi daging ayam Broiler di Indonesia mencapai 1.689.584 ton (Direktorat Jenderal Peternakan, 2016). Sehingga, tulang ayam dapat digunakan sebagai bahan untuk produksi gelatin yang akan menambah nilai pengolahan limbah unggas.

Pemanfaatan tulang ayam broiler sebagai bahan baku produksi gelatin dapat dilakukan berdasarkan proses perendaman yaitu gelatin tipe A (asam) dan tipe B (basa). Gelatin tipe A lebih efektif dan lebih efisien karena waktu perendaman lebih singkat dibandingkan gelatin tipe B. Pemberian larutan asam dan basa pada proses produksi gelatin berpengaruh terhadap sifat-sifat fisik gelatin (Ockerman dan Hansen, 2000). Perendaman larutan asam lebih banyak digunakan karena dapat menghasilkan kekuatan gel yang baik (Chancharern dkk, 2016). Selain itu,

Chakka dkk (2016) melaporkan bahwa perendaman asam diperoleh kadar protein berkisar 80,53-90,20%. Perendaman asam mempunyai kualitas gelatin lebih baik dibanding basa karena gugus khas gelatin ditunjukkan pada spektra FTIR lebih menonjol atau terlihat (Puspawati dkk, 2012).

Salah satu asam yang sering digunakan pada pembuatan gelatin adalah asam klorida. Menurut Sepriansyah (2000) asam klorida mempunyai kelebihan dibandingkan dengan asam-asam yang lain karena asam klorida mampu menguraikan serat kolagen lebih banyak, cepat dan tanpa mengurangi kualitas gelatin. Hal ini sesuai dengan penelitian Marsaid dkk (2012) yaitu menghasilkan gelatin dari ikan patin dengan rendemen tertinggi yaitu pada asam klorida 3% selama 12 jam sebesar 14,2%. Miskah (2010) menghasilkan rendemen tertinggi yaitu pada asam klorida 4% sebesar 11,2% selama 24 jam. Puspitasari dkk, (2013) menghasilkan rendemen 3,25% dengan perlakuan terbaik yaitu asam klorida 5% selama 36 jam. Huda dkk, (2013) menghasilkan perlakuan terbaik yaitu asam klorida 6% selama 48 jam dengan rendemen 6,1583%. Selain konsentrasi, lama perendaman juga mempengaruhi terbentuknya gelatin. Lama perendaman yang dilakukan oleh Marsaid (2012) selama 12 jam merupakan waktu yang optimum. Dari beberapa pertimbangan maka penelitian dalam pembuatan gelatin dari tulang ayam broiler dengan variasi konsentrasi asam klorida yaitu 3, 4, 5, 6 dan 7% dan lama perendaman 12 jam. Uji kualitas yang digunakan yaitu rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, nilai pH, stabilitas emulsi dan kekuatan gel.

Gugus fungsi pada gelatin terbaik dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR. Menurut Trisunaryanti, dkk. (2016), spektrum FTIR dari gelatin tipe A dari tulang sapi menunjukkan adanya serapan khas gugus fungsi

pada daerah amida. Bilangan gelombang 3410 cm^{-1} , 2924 cm^{-1} dan 2854 cm^{-1} , 1635 cm^{-1} , 1543 cm^{-1} dan 1240 cm^{-1} .

Mengingat pengaruh penggunaan konsentrasi asam merupakan faktor penting dalam proses pembuatan gelatin, maka penelitian ini perlu dilakukan. Selain itu juga memanfaatkan tulang ayam broiler dan mengurangi pemakaian gelatin yang kehalalannya masih diragukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi HCl terhadap hasil rendemen pada produksi gelatin dari tulang ayam broiler (*Gallus domesticus*)?
2. Bagaimana hasil terbaik pada uji kualitas gelatin dengan variasi konsentrasi HCl?
3. Bagaimana gugus fungsi pada spektra FTIR gelatin dari hasil tulang ayam broiler (*Gallus domesticus*)?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi HCl terhadap hasil rendemen pada produksi gelatin dari tulang ayam broiler (*Gallus domesticus*)
2. Untuk mengetahui hasil terbaik pada uji kualitas gelatin dengan variasi konsentrasi HCl

3. Untuk mengetahui gugus fungsi dari spektra FTIR gelatin dari hasil tulang ayam broiler (*Gallus domesticus*)

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan adalah tulang ayam broiler dari penjual daging ayam di Pasar Mergan Malang.
2. Variasi konsentrasi konsentrasi HCl 3, 4, 5, 6 dan 7%.
3. Lama perendaman 12 jam.
4. Uji kualitas yang digunakan adalah kadar air, kadar abu, kadar protein, stabilitas emulsi, kekuatan gel dan derajat keasaman (pH).
5. Karakterisasi gugus fungsi gelatin menggunakan Spektrofotometer FTIR.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan menjadi sumber informasi bahwa bahan baku produksi gelatin tidak hanya dapat menggunakan tulang babi yang secara jelas haram untuk dikonsumsi tetapi dapat menggunakan tulang ayam broiler.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ayam Broiler

Ayam ras pedaging disebut juga broiler atau lebih dikenal dengan ayam potong telah populer di Indonesia sejak tahun 1980-an. Ayam broiler seperti ayam *white leghorn* jengger tunggal, tetapi terdapat perbedaan pada struktur dalam serat dagingnya (Rasyaf, 2007). Ayam broiler merupakan galur ayam hasil rekayasa teknologi yang memiliki karakteristik ekonomi dan ciri khas pertumbuhan cepat (4 – 6 minggu) sebagai penghasil daging, memiliki konversi ransum rendah, siap dipotong pada usia relatif muda dan menghasilkan kualitas daging berserat lunak (North dan Bell, 1990).

Rasyaf (2007) menyebutkan bahwa karakteristik Arbor Arcres CP 707 yang dihasilkan PT. Charoen Phokphand yaitu mempunyai warna kulit kuning, warna bulu putih, berat badan 8 minggu sebesar 2,1 Kg, konsumsi ransum sebesar 4,4 Kg, berat bersih 74%, daya hidup 98%.



Gambar 2.1 Ayam broiler (Peter Hunton and Wiebe van der S, 2004)

Taksonomi ayam Broiler (*Gallus domesticus*) adalah sebagai berikut (Hanifah. A, 2010):

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Aves
Subkelas	: Neornithes
Ordo	: Galliformis
Genus	: Gallus
Spesies	: <i>Gallus domesticus</i>

2.2 Tulang

Tulang merupakan salah satu tenunan pengikat. Tulang terdiri dari sel, serat-serat dan bahan pengisi. Bahan pengisi pada tulang adalah protein dan garam-garam mineral, seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi bahan pengisi pada tulang

Komponen	Kandungan (%)
Kalsium fosfat	58,3
Kalsium karbonat	1,0
Magnesium fosfat	2,1
Kalsium florida	1,9
Protein	30,9

Sumber: Saleh (2004)

Tingginya kadar protein di tulang segar merupakan bahan baku yang baik untuk proses produksi gelatin (Okanovic, 2009). Protein tersusun dari beberapa asam-asam amino (dapat dilihat pada Tabel 2.2). Menurut Aisyah, dkk (2014) kandungan asam amino pada tulang ayam lebih besar dibanding dengan babi, sapi dan ikan terutama asam amino pembentuk kolagen yaitu (Glisin-Proline-Hidroksiprolin).

Tabel 2.2 Kandungan asam amino gelatin ayam, babi, sapi, dan ikan

Asam amino		Ayam	Babi	Sapi	Ikan
Alanin	Ala	101	112	113	123
Arginin	Arg	56	49	47	47
Asam aspartat	Asp	21	46	46	48
Glisin	Gly	337	330	342	347
Asam glutamate	Glu	58	72	74	69
Histidin	His	30	4	4	6
Hidroksiprolin	Hyp	121	91	83	79
Isoleusin	Ile	12	10	11	8
Leusin	Leu	26	24	24	23
Lisin	Lys	47	27	25	25
Metionin	Met	7	4	4	9
Fenilalanin	Phe	18	14	12	13
Prolin	Pro	134	132	127	119
Serin	Ser	22	35	39	35
Treonin	Thr	10	18	33	24
Tirosin	Tyr	12	3	4	2
Valin	Val	19	26	19	15
Asam Imino	(Hyp+Pro)	255	223	215	198

Sumber : Aisyah, dkk (2014)

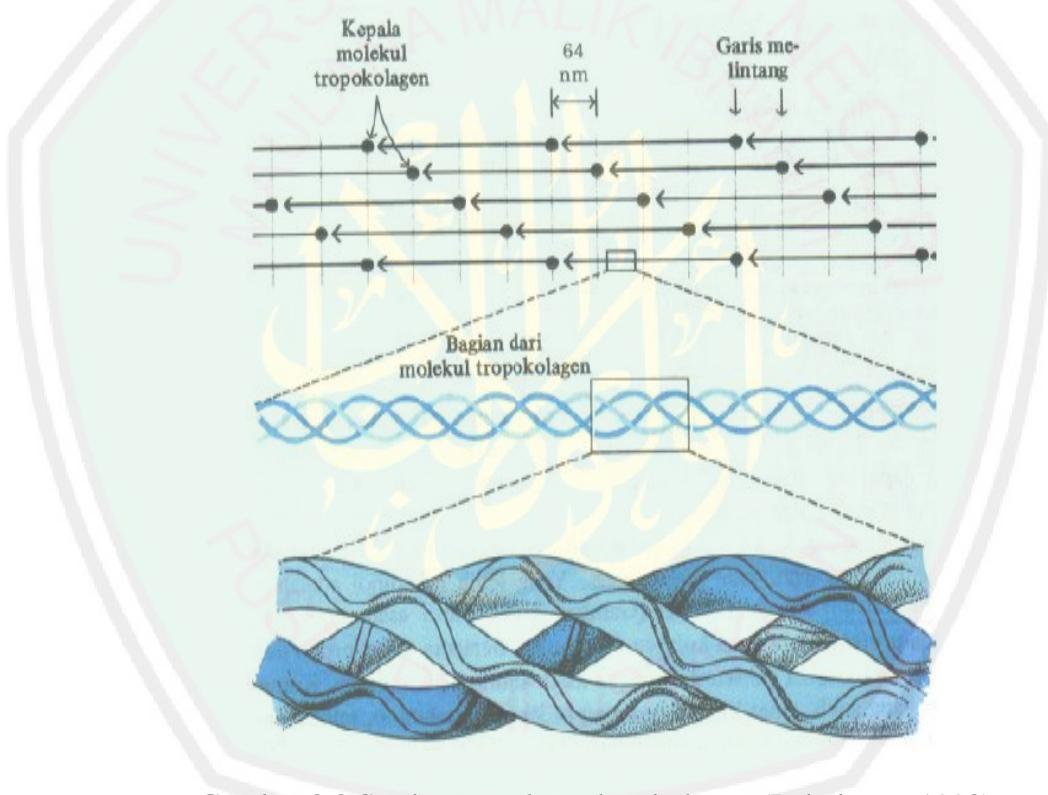
2.3 Kolagen

Menurut Poedjiadi (1994), kolagen termasuk dalam golongan protein fiber.

Protein fiber merupakan protein sederhana karena mempunyai bentuk molekul panjang seperti serat. Ciri khas protein fiber adalah konfigurasi *tripel helix* pada kolagen. Kolagen adalah komponen struktural utama pada serat-serat jaringan pengikat, berwarna putih yang terdapat di dalam semua jaringan dan organ hewan yang berperan penting sebagai penyusun bentuk tubuh.

Proses pembentukan kolagen diawali proses translasi protein di ribosom. Lalu terjadinya proses hidrosilasi prolin dan glisin, diikuti dengan pengikatan gula (monosakarida) yang mengikat glisin. Kemudian terjadi pembentukan struktur *triple helix*, pada bagian tengah, ujung N dan C melipat membentuk protein struktur globul. Terakhir, kolagen akan terbentuk secara *staggered* dalam bentuk kuarerner (Poedjiadi, 1994).

Tiap tropokolagen memanjang sampai 4 garis melintang dengan selang 64 nm. Tiap rantai dari ketiga peptida tropokolagen merupakan satuan *helix*, sudut dan ruang antaranya ditentukan oleh gugus R yang kaku dari sejumlah residu prolin dan hidroprolin (seperti pada Gambar 2.2). Pada bagian heliks dipilin 3 rantai dan dijembatani terhadap sesamanya oleh ikatan kovalen silang (jembatan) yang tidak umum dan hanya dijumpai pada kolagen. Protein ini tidak dapat meregang adanya lilitan tropokolagen *triple helix* yang berdekatan dan membentuk ikatan silang (Poedjiadi, 1994).



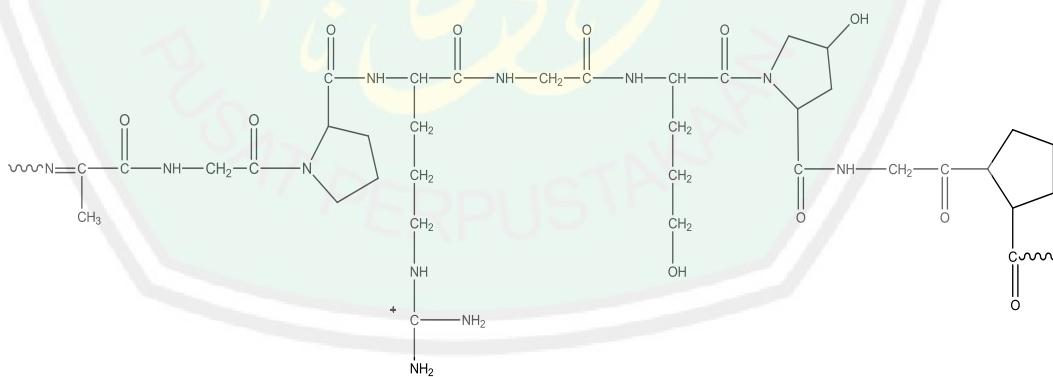
Gambar 2.2 Struktur pembentukan kolagen (Lehninger, 1990)

Kolagen mempunyai kira-kira dua puluh macam asam amino tergantung pada sumber bahan bakunya. Asam amino utama kolagen terdiri dari tiga rangkaian polipeptida yang tersusun secara berulang-ulang. Rangkaian polipeptida yaitu tersusun sekitar 33% glisin, 21% prolin dan 14% hidroksiprolin (Smith dkk, 2000).

Kolagen murni sangat sensitif terhadap reaksi enzimatis dan kimiawi. Perlakuan alkali menyebabkan kolagen mengembang dan menyebar, yang sering dikonversi menjadi gelatin. Disamping pelarut alkali, kolagen juga larut dalam pelarut asam (Bennion, 1980).

2.4 Gelatin

Gelatin merupakan suatu protein yang terdiri dari beberapa asam amino. Asam amino dalam gelatin tersusun kira-kira dua puluh macam yang berbeda tergantung pada sumber bahan bakunya. Menurut Parker (1982), senyawa gelatin merupakan suatu polimer linier dari asam amino-asam amino. Umumnya pada polimer ini terjadi perulangan dari asam amino glisin-prolin-hidroksiprolin. Gelatin mempunyai banyak asam amino glisin (Gly) (hampir sepertiga dari total asam amino), prolin (Pro) dan 4-hidroksiprolin (4Hyd). Struktur gelatin yang umum adalah: -Ala-Gly-Pro-Arg-Gly-Glu-4Hyd-Gly-Pro-. Struktur gelatin adalah sebagai berikut (Imeson, 1992):



Gambar 2.3 Struktur kimia gelatin

Struktur kimia dari gelatin menunjukkan bahwa gelatin mempunyai polipeptida asam amino, gelatin merupakan suatu senyawa amfoter. Komposisi kimia gelatin terdiri dari 50,5% karbon; 6,8% hidrogen; 17% nitrogen; dan 25,2%

oksidigen. Untuk sampel yang lebih murni kandungan nitrogennya berkisar antara 18,2 – 18,4% (Smith, 1992).

Gelatin secara kimiawi diperoleh melalui rangkaian proses hidrolisis kolagen yang terkandung dalam kulit (Abustam dan Said, 2004). Protein kolagen dikonversi menjadi gelatin. Reaksi yang terjadi adalah (Miwanda dan Simpen, 2007):

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan gel adalah panas, pH, kekuatan ion dan konsentrasi protein. Formasi gel merupakan hasil dari ikatan hidrogen, interaksi ion dan hidrofobik, ikatan Van der Waals, dan ikatan kovalen disulfida dan kekuatan gel berhubungan dengan ukuran dan bentuk polipeptida dalam matriks gel (Kusnandar, Andarwulan, dan Herawati, 2001). Wiratmaja (2006) juga melaporkan bahwa lemahnya kemampuan protein dalam mengikat air akan menurunkan daya pembentukan gel.

Menurut Ismeri, Swandaru dan Rihi (2009) gelatin komersial yang dipasaran dikategorikan berdasarkan jenis pembuatan pada proses perendaman yaitu gelatin tipe A (asam) dan Tipe B (basa). Gelatin tipe A umumnya dari kulit babi, kulit ikan dan tulang, sedangkan gelatin tipe B biasanya bersumber dari kulit sapi, tulang sapi dan sumber kolagen dimana hewan relatif tua di pemotongan. Hasil keduanya akan berbeda dari sifat fisik. Sifat secara umum dan kandungan unsur-unsur mineral tertentu dalam gelatin digunakan untuk menilai mutu gelatin dan standar mutu gelatin dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Standar mutu gelatin

Karakteristik	Syarat ^a	Syarat ^b
Warna	Tidak berwarna sampai kekuningan	Tidak berwarna
Bau, Rasa	Normal	-
Kadar Air	Maksimum 16%	-
Kadar Abu	Maksimum 3,25%	-
Kekuatan Gel	-	50 – 300 bloom
Viskositas	-	1,5 – 7 cP
pH	-	4,5 – 6,5
Logam Berat	Maksimum 50 mg/Kg	-
Arsen	Maksimum 2 mg/Kg	-
Tembaga	Maksimum 30 mg/Kg	-
Seng	Maksimum 100 mg/Kg	-
Sulfit	Maksimum 1000 mg/Kg	-

Sumber: a) SNI No. 06-3735-1995 (1995)

b) British Standard: 757 (1975)

Gelatin merupakan protein yang larut dalam air dan mempunyai kemampuan penting yang melibatkan sifat penstabil, pengental (*thickener*), pengemulsi (*emulsifier*), pembentuk jeli, pengikat air, pengendap dan pembungkus makanan (*edible coating*) (Baziwane & Dia, 2007; Karim & Bhat, 2008). Gelatin larut dalam air panas dan jika didinginkan akan membentuk gel. Gelatin memiliki sifat yang khas, yaitu berubah secara *reversible* dari bentuk sol (koloid) ke bentuk gel, mengembang dalam air dingin, dapat membentuk film serta mempengaruhi viskositas suatu bahan (Chancharern dkk, 2016).

Kelebihan dari gelatin tersebut dimanfaatkan dalam industri makanan, farmasi, dan kosmetik. Dalam industri makanan, gelatin memiliki berbagai aplikasi di gellies. Termasuk pembentukan gel, pembentukan busa dan stabilisasi es krim, stabilisasi emulsi pada produk daging, sineresis stabilisasi dalam yoghurt, dan lain-lain (Nhari, Ismail, dan CheMan, 2012). Semua gelatin mempunyai sifat fungsional yang sama tergantung dalam pemilihan yang sesuai untuk beberapa penggunaan yang spesifik.

2.5 Proses Pembuatan Gelatin

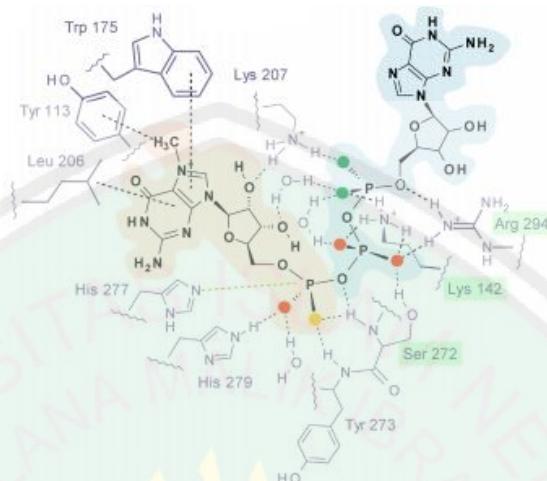
Proses pembuatan gelatin pada umumnya yaitu meliputi (Chakka dkk, 2016): (1) persiapan bahan baku, (2) pemeriksaan dan pemotongan bahan baku, (3) *degreasing*, (4) pengecilan ukuran tulang dan pengeringan (5) perendaman dengan bahan kimia (*demineralisasi*), (6) ekstraksi gelatin, dan (7) pemekatan dan pengeringan.

Tahap persiapan yaitu pemeriksaan bahan baku. Pemeriksaan bahan baku dilakukan untuk menyortir kualitas tulang karena gelatin dengan kualitas yang tinggi akan diperoleh gelatin dalam jumlah yang banyak. Lalu pemotongan dilakukan untuk memudahkan proses selanjutnya yaitu *degreasing*. *Degreasing* untuk menghilangkan lemak yang masih terdapat dalam jaringan kulit dan tulang, dilakukan pada suhu antara titik cair lemak dan suhu koagulasi protein, yaitu sekitar 28-80°C. Kemudian pengecilan ukuran untuk memperluas permukaan dan pengeringan untuk mendapatkan bahan baku yang bebas dari daging. Selanjutnya dilakukan perendaman pada tulang. Lalu ekstraksi untuk mengkonversi kolagen menjadi gelatin. Saleh (2004) menyebutkan bahwa pembuatan gelatin dilakukan proses ekstraksi untuk mendenaturasi struktur dari kolagen menjadi gelatin dengan penambahan senyawa pemecah ikatan hidrogen pada suhu kamar atau lebih rendah. Setelah itu pemekatan untuk menguapkan pelarut. Terakhir pengeringan menggunakan oven untuk mendapatkan gelatin murni.

Perendaman menggunakan pelarut asam anorganik seperti asam klorida, asam sulfat, asam sulfit atau asam fosfat (Sepriansyah, 2010). Menurut Ward and Court (1977) perendaman asam yang singkat dapat memutus ikatan dan struktur kolagen *triple helix* menjadi *monohelix*, sedangkan perendaman basa mampu

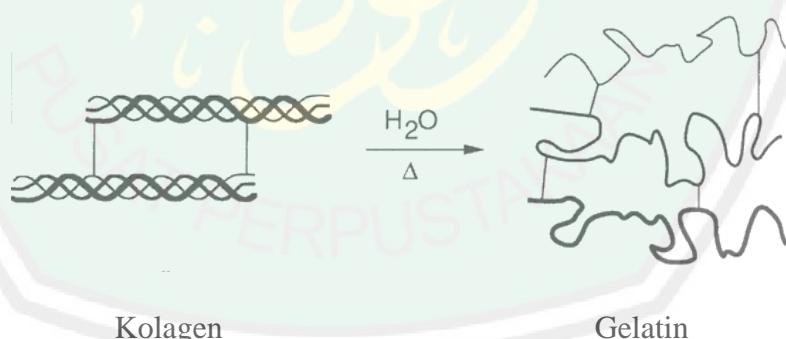
mengubah bentuk *triple heliks* menjadi *biheliks*. Hal ini menyebabkan pada waktu yang sama jumlah kolagen dihidrolisis oleh asam lebih banyak daripada basa.

Struktur kolagen dalam tulang seperti Gambar 2.4



Gambar 2.4 Protein mengikat asam fosfat (Kowalska., dkk, 2014)

Proses terpenting pada tahap pembuatan gelatin yaitu proses ekstraksi. Ekstraksi akan mengubah serat kolagen menjadi gelatin dengan memutus ikatan penstabil (*cross linking*) dari kolagen tersebut. Seperti pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Konversi kolagen menjadi gelatin (Scott, 1986)

Septriansyah (2010) menyebutkan bahwa asam klorida mempunyai kelebihan dibandingkan jenis asam lain karena asam klorida mampu menguraikan serat kolagen lebih banyak dan cepat (10 – 48 jam) tanpa mempengaruhi kualitas

gelatin yang dihasilkan. Hal ini karena pKa asam klorida sangat kecil yaitu -8 sehingga asam klorida mampu untuk melarutkan kolagen semakin baik dan hasil gelatin yang didapatkan mempunyai warna yang sesuai dengan standart yaitu tidak berwarna. Miskah (2010); Suwardi, Atmaja dan Martak, (2013) menunjukkan hasil analisis asam amino menunjukkan asam amino glisin terbesar terdapat dalam sampel dengan pelarut asam klorida dibandingkan dengan asam fosfat dan asam sitrat yaitu masing-masing 41,37%, 35,59% dan 40,09%.

Sedangkan gelatin tipe B (basa) adalah perendaman dengan air kapur. Proses ini disebut proses alkali (Imeson, 1985). Lama perendaman adalah 4 – 5 minggu. Selama perendaman, dilakukan pengadukan sekali atau dua hari. Proses ini disebut juga “Proses pembengkakan ossein”. Terakhir dicuci dengan air sehingga kotoran dan kapur yang menempel akan terbuang (Norizah dkk, 2013).

2.6 Uji Kualitas

2.6.1 Kadar Air

Kadar air merupakan persentase air yang terikat oleh suatu bahan terhadap bobot kering ovennya. Penentuan kadar air dilakukan untuk mengetahui banyaknya air yang terikat oleh komponen padatan bahan tersebut. Sudarmadji (1995), menyatakan bahwa kandungan air dalam suatu bahan dapat menentukan tekstur dan kemampuan bahan untuk bertahan terhadap serangan mikroorganisme. Analisis kadar air dilakukan dengan metode pemanasan, yaitu menggunakan oven oven pada suhu 105-110°C selama 2 jam atau hingga diperoleh berat konstan (Winarno, 2002).

2.6.2 Kadar Abu

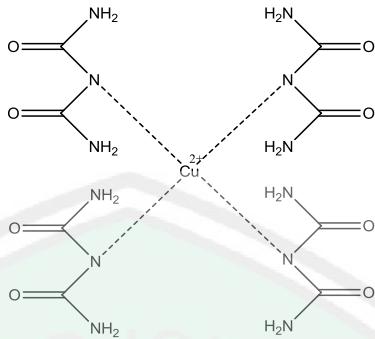
Kadar abu menunjukkan jumlah bahan anorganik yang terdapat dalam bahan organik. Abu menunjukkan jumlah bahan anorganik yang tersisa selama proses pembakaran tinggi (suhu sekitar 600°C) selama 2 jam. Jumlah abu dipengaruhi oleh jumlah ion-ion anorganik yang terdapat dalam bahan selama proses berlangsung (Rahayuningsih, 2004).

2.6.3 Kadar Protein

Kadar protein gelatin merupakan parameter utama. Gelatin merupakan suatu protein yang terdiri dari 19 asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida membentuk rantai polimer panjang (Sepriansyah 2000). Menurut Ward dan Courts (1977) menyatakan bahwa kadar protein masing-masing gelatin bervariasi tergantung dari spesies hewan penghasil, sumber kolagen dan jenis kolagennya. Perbedaan kadar protein gelatin juga dipengaruhi oleh proses hidrolisis.

Penentuan kadar protein metode Biuret mempunyai ketepatan lebih besar daripada Kjeldahl karena pada metode Biuret hanya ikatan CO-NH yang mengikat Cu²⁺ yang dibaca sebagai protein, sedangkan metode Kjedhal semua atom N dianggap protein (Legowo dkk, 2007). Prinsip metode Biuret adalah dalam larutan basa, ion Cu²⁺ membentuk kompleks dengan ikatan peptida (-CO-NH-).

Asam amino tunggal dan dipeptida tidak memberikan reaksi biuret, namun tripeptida dan polipeptida atau protein yang lebih besar akan bereaksi untuk menghasilkan cahaya biru menjadi kompleks ungu yang menyerap cahaya pada 540 nm. Satu ion Cu²⁺ membentuk kompleks koordinasi berwarna dengan empat sampai enam ikatan peptida di dekatnya. Intensitas warna yang dihasilkan sebanding dengan jumlah ikatan peptida. Reaksi sebagai berikut:



Gambar 2.6 Senyawa kompleks dalam reagen Biuret

2.6.4 Stabilitas Emulsi

Stabilitas emulsi merupakan kemampuan untuk mempertahankan agar emulsi stabil atau tidak pecah selama penyimpanan. Gelatin selain berfungsi sebagai bahan pengemulsi (*emulsifier*), juga berfungsi untuk mempertahankan kestabilan emulsi (*stabilizer*). Semakin tinggi nilai stabilitas emulsi maka sifat fungsional gelatin sebagai stabilizer semakin bagus (Hajrawati, 2006).

Kemampuan gelatin untuk menstabilkan emulsi merupakan hasil dari kemampuan gelatin untuk mempertahankan aksi koloidnya yang membentuk lapisan tipis yang mengelilingi fase terdispersi. Lapisan tipis yang menyelubungi partikel dan lokasinya berada diantara kedua permukaan yaitu senyawa terdispersi dan senyawa pendispersi (interfasial).

2.6.5 Kekuatan Gel

Kekuatan gel merupakan indikator yang penting dalam menentukan kualitas dan penggunaan gelatin. Kusnandar (2010) menyebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi kekuatan gel antara lain konsentrasi protein, nilai pH dan kekuatan ion. Nilai kekuatan gel selalu berbanding lurus dengan nilai viskositas. Hal ini

berarti semakin tinggi nilai kekuatan gel maka akan semakin tinggi pula nilai viskositas. Semakin tinggi nilai kekuatan gel gelatin maka kualitas gelatin akan semakin tinggi (Kurniadi, 2009).

2.6.6 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan suatu indeks kadar ion hidrogen (H^+) yang mencirikan keseimbangan asam dan basa (Odum, 1971). Pengukuran pH dilakukan untuk menentukan kondisi dan jenis muatan yang terdapat pada gelatin. Gelatin merupakan rantai polipeptida yang terdiri atas berbagai macam asam amino. Asam amino mempunyai sifat zwitterion karena dalam struktur kimianya mempunyai gugus fungsi negatif (COO^-) dan gugus fungsi positif (NH^{3+}). Asam amino juga bersifat amfoter, yaitu dapat bersifat asam, netral atau basa sesuai dengan kondisi lingkungannya (Winarno, 2002).

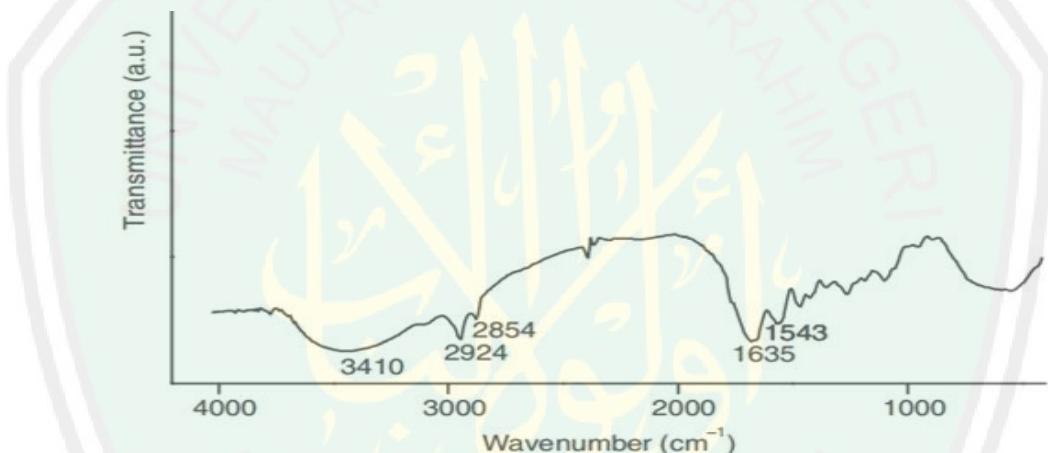
2.7 Identifikasi Gugus Fungsi Gelatin menggunakan FTIR

Spektroskopi Inframerah merupakan analisis kuantitatif yang digunakan untuk mendeteksi gugus fungsional, mengidentifikasi senyawa, menganalisis campuran (Khopkar, 2003). Metode spektroskopi inframerah merupakan suatu metode yang meliputi teknik serapan, emisi dan fluoresensi. Penyerapan gelombang elektromagnetik dapat menyebabkan terjadinya vibrasi atau rotasi (Stuart, 2004).

Syarat suatu gugus fungsi dalam suatu senyawa dapat terukur pada spektra IR adalah adanya perbedaan momen dipol pada gugus tersebut. Vibrasi ikatan akan menimbulkan fluktuasi momen dipol yang menghasilkan gelombang listrik. Suatu ikatan kimia dapat bervibrasi sesuai dengan level energinya sehingga memberikan frekuensi yang spesifik. Hal inilah yang menjadi dasar pengukuran

spektroskopi inframerah. Jenis-jenis vibrasi molekul biasanya terdiri dari enam macam, yaitu *symmetrical stretching*, *assymmetrical stretching*, *scissoring*, *rocking*, *wagging*, dan *twisting*. Daerah inframerah dibagi menjadi tiga sub daerah, yaitu inframerah dekat ($14000\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$), inframerah sedang ($4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$), dan inframerah jauh ($400\text{-}10\text{ cm}^{-1}$) (Ellis, D.I, 2006).

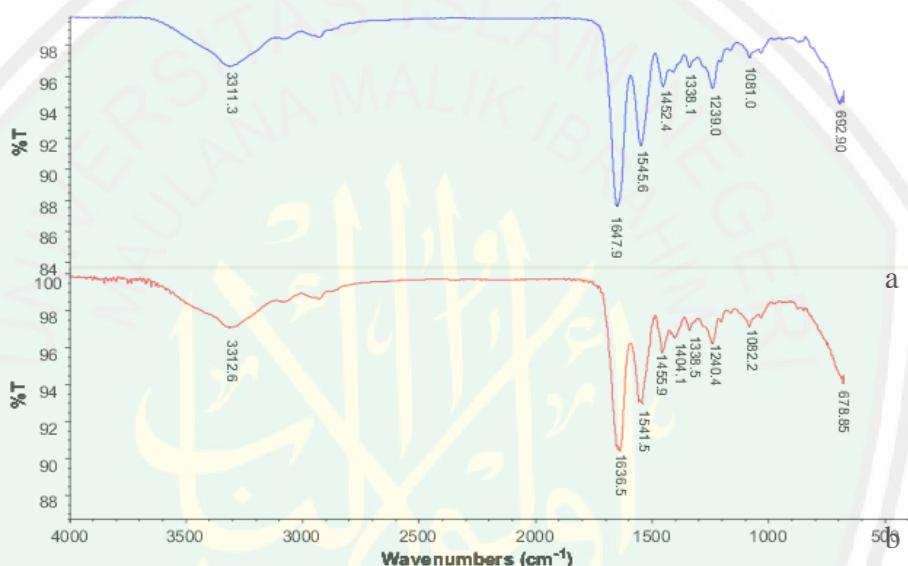
Berdasarkan hasil penelitian Trisunaryanti, dkk (2016) pada Gambar 2.6, gugus fungsi gelatin type A dari tulang sapi menunjukkan gugus fungsi khas yaitu terdapat gugus amida pada bilangan gelombang 3410 cm^{-1} , 1635 dan 1543 cm^{-1} dan 1240 cm^{-1} .



Gambar 2.7 Spektra FTIR gelatin type A tulang sapi

Berdasarkan hasil penelitian Liu, dkk (2009), pada Gambar 2.7 (a), gugus fungsi khas gelatin type A dari tulang kepala ikan lele menunjukkan bilangan gelombang yaitu $3311,3\text{ cm}^{-1}$, $1647,9\text{ cm}^{-1}$, $1545,6\text{ cm}^{-1}$ dan $1239,0\text{ cm}^{-1}$. Sedangkan pada Gambar 2.7 (b), gugus fungsi khas gelatin type A dari babi menunjukkan bilangan gelombang yaitu $3312,6\text{ cm}^{-1}$, $1636,5\text{ cm}^{-1}$, $1541,5\text{ cm}^{-1}$ dan $1240,4\text{ cm}^{-1}$.

Bilangan gelombang 3600-3400 cm^{-1} menunjukkan adanya regangan dari gugus NH dan OH. Bilangan gelombang 1700-1600 cm^{-1} menunjukkan adanya regangan vibrasi C=O dari gugus amida yang berpasangan dengan NH. Bilangan gelombang 1575-1480 cm^{-1} menunjukkan adanya bengkokan NH dan regangan CN. Dan bilangan gelombang 1240-670 cm^{-1} menunjukkan regangan vibrasi CN dan deformasi NH dari gugus amida juga absorpsi vibrasi dari gugus CH₂ dari glisin dan rantai samping prolin.



Gambar 2.8 Spektra FTIR gelatin type A tulang kepala ikan lele (a) dan babi (b)

Suwardi, Atmaja dan Martak (2013) mengatakan bahwa spektra terbaik dari gugus fungsi khas gelatin terdapat pada gelatin asam klorida dibandingkan dengan asam fosfat dan asam sitrat. Hal ini ditunjukkan dengan keterkaitan hasil kromatogram asam amino dengan spektra FTIR yang diperoleh. Semakin besar kandungan asam amino penyusun utama gelatin yaitu glisin maka bilangan gelombang gugus fungsi penyusun struktur glisin yang diidentifikasi sebagai gugus khas gelatin semakin besar dan semakin tinggi puncak intensitas serapan spektra FTIR.

2.8 Makanan Halal dan Baik dalam Perspektif Islam

Makhluk hidup membutuhkan makanan yang bisa dicerna agar dapat menghasilkan tenaga dan panas untuk tubuh dengan memperhatikan kualitas makanan. Kualitas makanan yang dikonsumsi dapat berpengaruh terhadap kualitas dan perilaku makhluk hidup itu sendiri. Unsur-unsur makanan yang dapat berpengaruh untuk tumbuh kembang dan bertahan hidup, yaitu protein, glukosa, lemak dan vitamin. Protein dapat di peroleh dari berbagai sumber. Salah satu sumber protein yaitu gelatin. Namun, masih ada pabrik yang menggunakan bahan baku pembuatan gelatin dari hewan yang telah jelas keharamnya. Hal ini dinyatakan dalam Al-Quran Surat Al-Maidah ayat 3:

حُرِّمَتْ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةُ وَالدَّمُ وَلَحْمُ الْخِنْزِيرِ وَمَا أُهِلَّ لِغَيْرِ اللَّهِ بِهِ
 وَالْمُنْخَنِقَةُ وَالْمَوْقُوذَةُ وَالْمُرْدِيَّةُ وَالنَّطِيحَةُ وَمَا أَكَلَ أَكْلَ السَّبُعِ إِلَّا مَا
 ذَكَّيْتُمْ وَمَا ذُبِحَ عَلَى النُّصُبِ وَأَنْ تَسْنَقِسُوا بِالْأَرْذَلِ وَذَلِكُمْ فِسْقٌ
 الْيَوْمَ يَسِّ الَّذِينَ كَفَرُوا مِنْ دِينِكُمْ فَلَا تَخْشُوْهُمْ وَأَخْشُونَ الْيَوْمَ أَكْمَلْتُ
 لَكُمْ دِينَكُمْ وَأَنْتُمْ عَلَيْكُمْ نَعْمَتٌ وَرَضِيتُ لَكُمُ الْإِسْلَامَ دِينًا فَمَنِ
 أَضْطُرَّ فِي مَحْسَنَةٍ غَيْرَ مُتَجَانِفٍ لِأَثْمٍ فَإِنَّ اللَّهَ عَفُورٌ رَّحِيمٌ

Artinya: "Diharamkan bagimu (memakan) bangkai, darah, daging babi, (daging hewan) yang disebelih atas nama selain Allah, yang tercekik, yang terpukul, yang jatuh, yang ditanduk, dan diterkam binatang buas, kecuali yang sempat kamu menyembelihnya, dan (diharamkan bagimu) yang disebelih untuk berhala. Dan (diharamkan juga) mengundi nasib dengan anak panah, (mengundi nasib dengan anak panah itu) adalah kefasikan. Pada hari ini orang-orang kafir telah putus asa untuk (mengalahkan) agamamu, sebab itu janganlah kamu takut kepada mereka dan takutlah kepada-Ku. Pada hari ini telah Kusempurnakan untuk kamu agamamu, dan telah Ku-cukupkan kepadamu nikmat-Ku, dan telah Ku-ridhai Islam itu jadi agama bagimu. Maka barang siapa terpaksa karena kelaparan tanpa sengaja berbuat dosa, sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang."

Tafsir Jalalain (2010) menjelaskan bahwa “*diharamkan bagimu bangkai*” maksudnya memakannya, “*darah*” yang mengucur sebagaimana dinyatakan dalam surat Al-An’am (ayat: 145), “*daging babi, binatang yang dipersembahkan untuk selain Allah*” maksudnya disembelih atas nama selain Allah, “*yang tercekik*” maksudnya binatang yang mati karena dicekik, “*yang terpukul*” maksudnya binatang yang mati karena dipukul, “*yang terperosok*” maksudnya binatang yang jatuh dari atas ke bawah lalu mati, “*dan yang diterkam binatang buas*” maksudnya sebagian tubuhnya dimakan oleh binatang buas, “*kecuali yang sempat kamu sembelih*” maksudnya binatang-binatang yang kamu temukan masih bernyawa kemudian kamu sembelih.

Pada dasarnya sumber makanan yang berasal dari hewan selain yang disebutkan diatas adalah halal, selama tidak membahayakan bagi manusia kecuali hewan yang beracun dan menyebabkan kematian. Menurut Shihab (1997) makanan yang baik (*thayyib*) setidaknya memenuhi beberapa kriteria berikut ini:

- (1) Makanan sehat yaitu makanan yang memiliki kandungan zat gizi yang cukup dan seimbang. Makanan yang sehat sangat diperlukan bagi perkembangan dan pertumbuhan tubuh manusia,
- (2) Proposional adalah makanan yang sesuai dengan kebutuhan, dalam arti tidak boleh berlebih-lebihan, dan
- (3) Aman adalah makanan yang suci dari kotoran dan terhindar dari segala yang haram, seperti najis.

Ayam merupakan bahan baku pembuatan gelatin yang masih jarang digunakan oleh pabrik-pabrik gelatin. Pada dasarnya, masyarakat masih kurang mengetahui bahan baku pembuatan gelatin yang digunakan pada tambahan bahan pangan mereka karena tidak disertakan dalam label produk. Sehingga perlu kewaspadaan dalam penggunaan bahan tambah pangan khususnya gelatin.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari – Juni 2017. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia UIN Maliki Malang, Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Laboratorium Pangan Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu takar, pipet ukur, gelas arloji, corong gelas, pengaduk gelas, beaker gelas, gelas ukur, pH meter, termometer, mortal dan alu, magnetic stirrer, spatula, hotplate, cawan porselen, oven, neraca analitik, tanur, almari pendingin, *freeze drying*, statif, desikator, *texture analyser* dan spektrofotometer FTIR.

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tulang ayam broiler yang diperoleh dari limbah penjual sate, asam klorida (HCl), aquades, minyak jagung, reagen Biuret dan KBr.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan pada penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lama perendaman 12 jam dan variasi konsentrasi yang terdiri dari:

K_1 = Konsentrasi HCl 3%

K_2 = Konsentrasi HCl 4%

K_3 = Konsentrasi HCl 5%

K_4 = Konsentrasi HCl 6%

K_5 = Konsentrasi HCl 7%

Masing-masing konsentrasi dilakukan 3 kali ulangan sehingga terdapat 15 variasi perlakuan. Uji kualitas gelatin yaitu rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, stabilitas emulsi, kekuatan gel dan nilai keasaman (pH). Uji kualitas gelatin yang terbaik akan dilakukan identifikasi gugus fungsi menggunakan spektrofotometer FTIR.

3.4 Tahap-tahap Penelitian

Tahapan pada penelitian ini adalah:

1. Preparasi sampel
2. Isolasi gelatin dari tulang ayam broiler
 - a. Perendaman tulang ayam broiler
 - b. Ekstraksi gelatin dari tulang ayam broiler
 - c. Pemekatan gelatin
 - d. Pengeringan gelatin
3. Uji kualitas gelatin meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, stabilitas emulsi, kekuatan gel dan nilai keasaman (pH).
4. Identifikasi gugus fungsi gelatin pada spektrofotometer FTIR.
5. Analisis data

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Preparasi Sampel (Fadillah, 2013)

Tulang ayam broiler dipisahkan dari daging yang menempel dan dilakukan penghilangan lemak (*degreasing*) dengan cara merebus selama 30 menit pada suhu 70°C, kemudian dicuci serta dibersihkan. Selanjutnya dilakukan pengecilan ukuran tulang menggunakan palu dan dikeringkan dengan diangin-anginkan.

3.5.2 Isolasi Gelatin dari Tulang Ayam Broiler

3.5.2.1 Perendaman Tulang Ayam Broiler (Setiawati, 2009)

Sebanyak 250 g tulang kering direndam dalam larutan HCl 3%. Dengan perbandingan berat sampel dan volume pelarut adalah 1:4 b/v dengan lama perendaman 12 jam. Selama perendaman dilakukan pengadukan. Perlakuan tersebut dilakukan ulangan sebanyak 3 kali dengan konsentrasi berbeda (4, 5, 6 dan 7%). Tulang yang telah melalui proses perendaman asam, kemudian dicuci dengan air sampai pH netral. Lalu ditimbang.

3.5.2.2 Ekstraksi Gelatin Tulang Ayam Broiler (Sepriansyah, 2000)

Tulang ayam broiler hasil perendaman (*ossein*) dilakukan ekstraksi secara bertahap dengan air panas yang bersuhu 55-75°C (perbandingan 1:4). Ekstraksi tahap awal yaitu tulang (*ossein*) dipanaskan dalam air bersuhu 55°C selama 4 jam, akan terbentuk larutan gelatin I dan sisa *ossein*, kemudian dilakukan penyaringan. Tahap selanjutnya, sisa *ossein* dipanaskan kembali pada suhu 65°C selama 4 jam, akan terbentuk larutan gelatin II dan sisa *ossein*, kemudian dilakukan penyaringan. Tahap terakhir, sisa *ossein* dipanaskan kembali pada suhu 75°C selama 4 jam dan diperoleh larutan gelatin III, kemudian dilakukan penyaringan. Larutan gelatin (I, II, dan III) dikumpulkan menjadi satu.

3.5.2.3 Pemekatan Gelatin (Abdullah dkk, 2016)

Larutan gelatin hasil ekstraksi dipekatkan dengan *freeze drying* selama ±24 jam hingga larutan berkurang kadar airnya menjadi ±350 mL.

3.5.2.4 Pengeringan Gelatin (Sepriansyah, 2000)

Gelatin yang telah terbentuk gel selanjutnya dikeringkan. Pengeringan dilakukan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam sampai gelatin kering. Terakhir dilakukan penimbangan dan dihitung rendemen dengan menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat gelatin}}{\text{Berat sampel}} \times 100 \%$$

3.5.3 Uji Kualitas Gelatin Tulang Ayam Broiler

3.5.3.1 Penentuan Kadar Air (AOAC, 1995)

Sebanyak 2 g sampel gelatin dimasukkan dalam cawan porselin, kemudian dimasukkan dalam oven dan dikeringkan pada suhu 105°C selama 30 menit. Lalu didinginkan dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang hingga diperoleh berat konstan. Dihitung kadar air menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100 \%$$

3.5.3.2 Penentuan Kadar Abu (AOAC, 1995)

Sebanyak 2 g sampel gelatin dimasukkan dalam cawan. Cawan yang berisi sampel kering dimasukkan dalam tanur pada suhu 600°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang hingga didapat berat konstan. Kadar abu dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat sampel akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100 \%$$

3.5.3.3 Penentuan Kadar Protein dengan Metode Biuret (Legowo, 2007)

3.5.3.3.1 Pembuatan Reagen Biuret

Larutan A: CuSO₄ sebanyak 0,15 g ditambahkan dengan KNa-tatrat 0,6 g kemudian dilarutkan ke dalam 10 mL aquades. Larutan B: NaOH sebanyak 3 g dilarutkan ke dalam 30 mL aquades. Selanjutnya larutan A dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan dituangkan larutan B ke dalam larutan A dan ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas.

3.5.3.3.2 Pembuatan Kurva Baku Standart

Larutan Bovine Serum Albumin (BSA) dimasukkan ke dalam tabung reaksi masing-masing 0,1 mL, 0,2 mL, 0,4 mL, 0,6 mL dan 1 mL untuk konsentrasi 0,05 mg/mL, 0,1 mg/mL, 0,2 mg/mL 0,3 mg/mL, 0,4 mg/mL dan 0,5 mg/mL larutan protein standart. Kemudian ditambahkan dengan aquades sampai volume total masing-masing 4 mL. Kemudian ditambahkan dengan reagen biuret sebanyak 6 mL pada masing-masing tabung reaksi dan divorteks sampai homogen. Selanjutnya didiamkan tabung reaksi pada suhu ruang selama 30 menit atau sampai warna larutan menjadi ungu sempurna. Diukur absorbansi larutan pada panjang gelombang yang telah ditemukan. Kemudian dibuat kurva standart.

3.5.3.3.3 Penentuan Kadar Protein dalam Gelatin dengan Metode Biuret

Ditimbang sampel sebanyak 1 g dan diekstrak dengan 20 mL aquades. Lalu ekstrak disaring dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL, ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas. Kemudian dihomogenkan dengan cara dikocok. Larutan yang sudah homogen dipipet sebanyak 1 mL dan diletakkan dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan aquades sampai volume larutan sebanyak 4 mL. Ditambahkan dengan reagen biuret sebanyak 6 mL ke dalam

campuran larutan dan *divorteks* sampai homogen. Kemudian didiamkan selama 30 menit atau sampai larutan berwarna ungu sempurna. Diukur absorbansi larutan pada panjang gelombang yang telah ditemukan (540 nm). Didapatkan absorbansi dan dimasukkan ke dalam persamaan dari pembuatan kurva standart yaitu $y = a + b$, sehingga didapatkan konsentrasi protein. Setelah itu ditentukan kadar protein dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar protein} = \frac{\text{Konsentrasi sampel}}{\text{Konsentrasi standart}} \times F_p \times 100 \%$$

3.5.3.4 Penentuan Stabilitas Emulsi (Harjawati, 2006)

Sebanyak 0,5 g sampel disuspensi dalam 5 mL aquades. Setelah itu, ditambahkan air sampai 7,5 mL dan minyak jagung sebanyak 7,5 mL, kemudian diblender selama 2 menit. Hasilnya dituang dalam beaker gelas dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 30 menit. Air yang sudah tidak membentuk emulsi dipisahkan, emulsi yang terbentuk kemudian ditimbang. Stabilitas emulsi dinyatakan sebagai campuran yang masih membentuk emulsi setelah mengalami pemanasan dan dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Stabilitas emulsi} = \frac{\text{Berat fase yang tersisa}}{\text{Berat total bahan emulsi}} \times 100 \%$$

3.5.3.5 Penentuan Kekuatan Gel (Abdullah, 2016)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/b) disiapkan dengan aquades (3,33 g gelatin ditambahkan 50 mL aquades). Larutan diaduk sampai homogen kemudian dipanaskan sampai suhu 45°C selama 15 menit. Kemudian di inkubasi pada suhu 10°C selama 2 jam. Gel yang terbentuk kemudian diukur menggunakan alat *Texture Analyser*.

3.5.3.6 Uji Kadar Keasaman (pH) (British Standard 757,1975)

Sampel 0,2 g dilarutkan ke dalam 20 mL aquades bersuhu 80°C dan dihomogenkan. Nilai pH diukur dengan mencelupkan ujung elektroda pH meter ke dalam larutan gelatin hingga nilai yang terbaca dilayar pH meter stabil.

3.5.4 Identifikasi Gugus Fungsi Gelatin pada FTIR

Gugus fungsi gelatin dikarakterisasi dengan spektroskopi FTIR dengan metode pelet KBR. Sampel bubuk gelatin sebanyak 0,02 g dicampur dengan 0,01 g serbuk kering KBr dan ditumbuk hingga halus. Campuran tersebut dibuat kepingan tipis (pelet). Karakterisasi terhadap kepingan sampel dilakukan dengan spektrofotometer FTIR Shimadzu pada panjang gelombang 4000 – 500 cm⁻¹.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Sampel

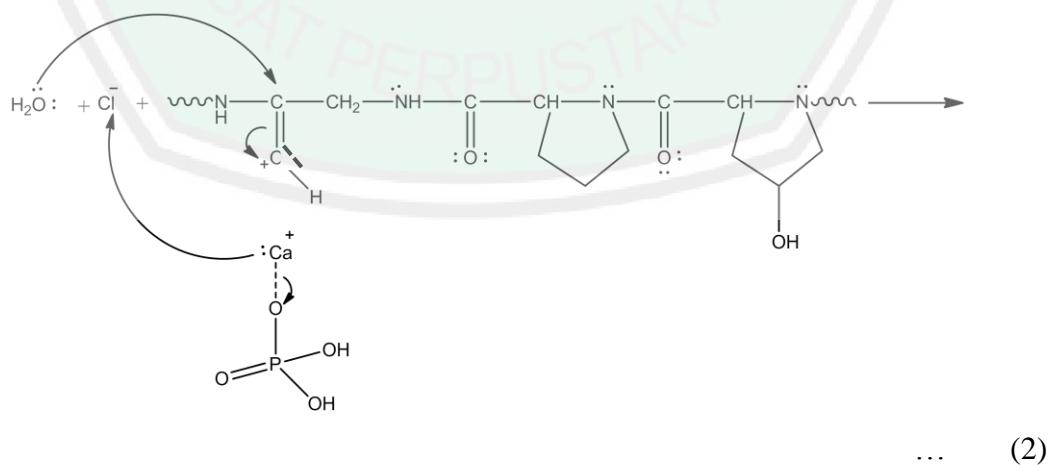
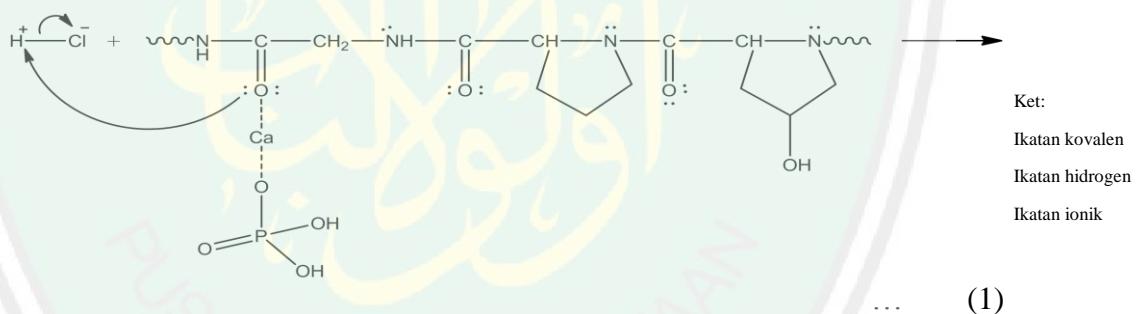
Tahap preparasi sampel yaitu pencucian tulang ayam broiler dengan air mengalir. Selanjutnya dilakukan perebusan tulang ayam di dalam wadah pada suhu 70°C selama 30 menit. Proses ini disebut proses *degreasing* yaitu untuk memaksimalkan penghilangan daging dan lemak yang sulit lepas saat pencucian. Aditama dan Soedjana (2010) menjelaskan bahwa daging mengandung air, kalium, fosfor, zat besi, vitamin A, B dan C juga lemak. Suhu 70°C merupakan suhu optimum. Menurut Yenti, Nofiandi, dan Rosmaini (2015) suhu tersebut merupakan suhu titik cair lemak yaitu sekitar 28 – 80°C. Fadilah, dkk (2013) dan Huda, dkk (2013) menyebutkan bahwa waktu 30 menit pada proses *degreasing* merupakan waktu optimum untuk menghilangkan jumlah lemak yang terkandung pada tulang.

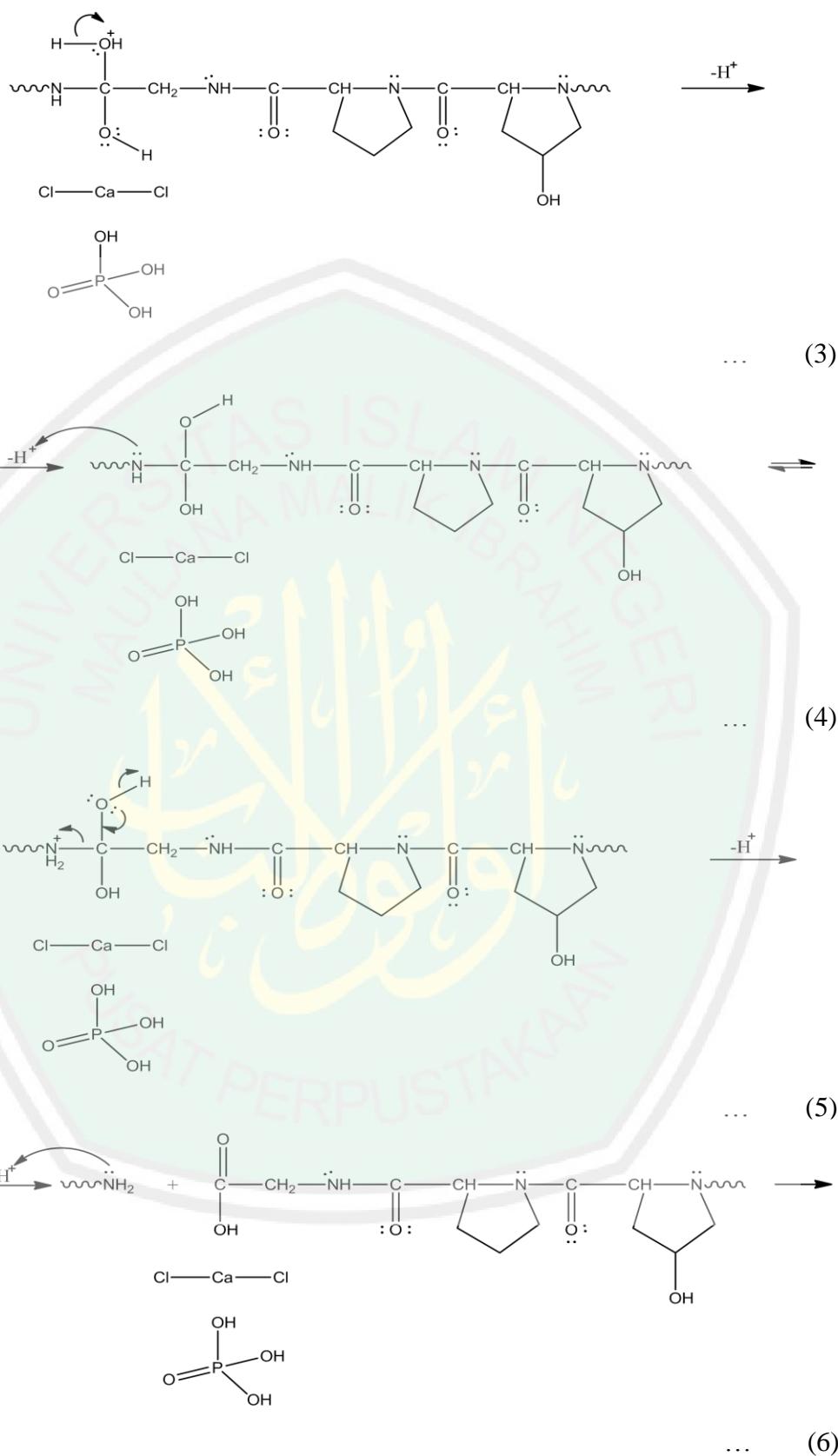
Tulang yang telah direbus lalu dilakukan pengecilan ukuran 2 – 3 cm. Marsaid dan Atmaja (2013) menyebutkan bahwa pengecilan ukuran yaitu untuk memperluas permukaan tulang sehingga interaksi molekul-molekul pada kolagen dengan larutan pada proses perendaman berlangsung secara optimal. Pengecilan ukuran tulang juga untuk menghilangkan sumsum yang ada di dalam rongga tulang. Tulang yang telah dikecilkan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Pengeringan yaitu untuk menghilangkan air juga untuk menghambat tumbuhnya mikroba, karena mikroba akan tumbuh di daerah yang lembab. Pada tahap ini dihasilkan tulang kering berwarna coklat sebesar 600 g dari 5 kg tulang ayam basah (sebelum tahap preparasi) sehingga rendemen dari pengeringan ini sebesar 12%.

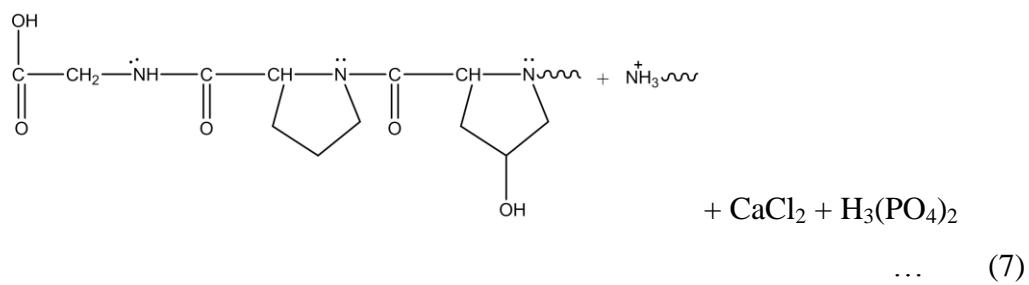
4.2 Isolasi Gelatin dari Tulang Ayam Broiler

4.2.1 Perendaman Tulang Ayam Broiler

Pelarut asam anorganik yang digunakan untuk proses perendaman ini adalah asam klorida dengan variasi konsentrasi yaitu 3, 4, 5, 6 dan 7%. Proses perendaman tulang dengan pelarut asam anorganik akan menyebabkan terjadinya suatu interaksi. Tulang sendiri terdiri dari protein yaitu kolagen dan beberapa garam-garam mineral lainnya. Salah satu garam mineral yang paling banyak terkandung dalam tulang yaitu kalsium fosfat. Kemungkinan di dalam tulang tersebut terdapat suatu protein yang mengandung kalsium fosfat. Ketika protein dengan kalsium fosfat bereaksi dengan asam klorida maka keduanya akan terurai menjadi beberapa asam amino, kalsium klorida dan asam fosfat. Adapun kemungkinan reaksi yang terjadi pada proses perendaman adalah sebagai berikut:







Gambar 4.1 Reaksi kolagen dengan asam klorida (Modifikasi Kowalska dkk, 2014)

Mekanisme reaksi pada Gambar 4.1 (1) menunjukkan interaksi CO karbonil dengan atom H⁺ pada asam klorida, PEB dari :O: karbonil menyerang atom H⁺, secara spontan ikatan H-Cl putus dan mengarah pada atom Cl yang lebih elektronegatif (2) atom Cl⁻ diserang PEB dari :Ca⁺ membentuk interaksi elektrostatik, secara bersamaan terjadi resonansi untuk berubah ke bentuk yang lebih stabil, oleh karenanya ikatan rangkap C=O dilepas ke arah :O: karena bermuatan positif (+) yang menyebabkan atom O⁺ tidak stabil, akibat resonansi ini atom C karbonil bermuatan positif (+) atau disebut karbokation, larutan asam klorida dilakukan pengenceran dengan air, sehingga (3) C⁺ karbokation diserang PEB :O dari H₂O, disamping itu molekul ⁺H₂O tidak stabil, sehingga melepas atom H⁺, (4) atom H⁺ diserang PEB dari :NH₂, (5) menjadi NH₂⁺, secara spontan ikatan O-H putus dan mengarah pada atom O yang lebih elektronegatif sehingga PEB dari :O membentuk ikatan rangkap menjadi C=O dan NH₂⁺ lepas, (6) menjadi :NH₂ yang mempunyai PEB, PEB dari NH₂ menyerang proton H⁺, (7) produk hasil dari perendaman dengan asam klorida ini yaitu kolagen yang bebas dari asam fosfat, kalsium klorida dan asam amino lainnya.

Reaksi tersebut menyebabkan terbukanya fibril kolagen yang ditandai dengan adanya pengembungan pada tulang, atau tulang menjadi lunak yang

disebut *ossein*. Marsaid dan Atmaja (2013) mengemukakan penelitiannya yang menggunakan perbedaan pelarut antara asam klorida, asam asetat dan asam fosfat dalam pembuatan gelatin. Hasil menunjukkan bahwa berat *ossein* yang paling besar adalah asam klorida. Hal ini karena asam klorida merupakan asam kuat yang mempunyai pKa lebih rendah dibanding asam asetat dan asam fosfat. Semakin rendah pKa, semakin tinggi sifat asam. Semakin tinggi sifat asam maka semakin banyak kadar ion hidrogen $[H^+]$ dalam larutan asam. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan asam klorida, maka semakin rendah sifat asam atau suasana pH larutan semakin rendah, sehingga berat *ossein* yang didapatkan semakin besar. Besarnya berat *ossein* disebabkan oleh banyaknya kadar ion hidrogen $[H^+]$ pada larutan asam yang berinteraksi dengan kolagen semakin besar. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan berat tulang sebelum yaitu 250g dan sesudah perendaman menggunakan larutan asam berdasarkan variasi konsentrasi larutan asam klorida (seperti pada Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Berat tulang ayam sebelum dan sesudah perendaman dalam larutan asam klorida

Ulangan	Konsentrasi (%)	Berat tulang sesudah perendaman (g)
I	3	302 + air
	4	346 + air
	5	350 + air
	6	367 + air
	7	371 + air
	3	310 + air
	4	331 + air
II	5	357 + air
	6	360 + air
	7	383 + air

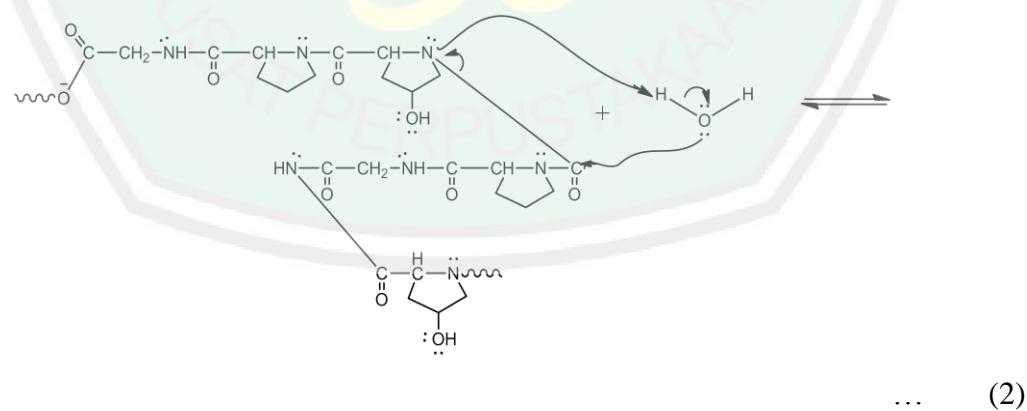
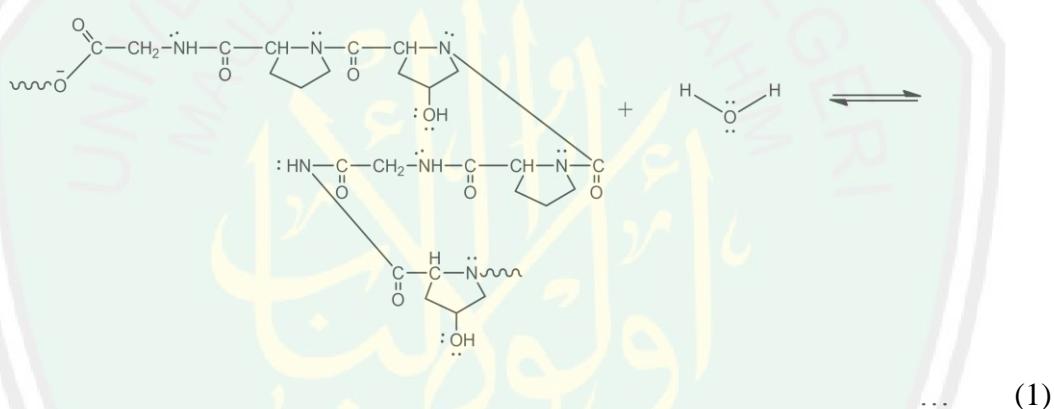
Setelah proses perendaman, tulang dinetralkan dengan air mengalir. Penetralan dilakukan hingga pH tulang mencapai netral yaitu antara pH 6 – 7. pH netral merupakan keadaan titik isoelektrik dari asam amino penyusun protein non kolagen (seperti elastin yaitu protein yang serupa dengan kolagen tetapi tidak dapat diubah menjadi gelatin) yang akan menjadi dipolar dan mempunyai muatan bersih nol sehingga mudah terkoagulasi dan dihilangkan (Poedjiadi, 1994). Pada tahap ini dihasilkan *ossein* netral dengan perubahan sifat fisik yang semula keras menjadi lunak dan warna coklat tua. Fibril kolagen adalah protein yang tidak dapat larut dalam air, sehingga dengan perlakuan perendaman ini akan memudahkan proses selanjutnya yaitu proses ekstraksi.

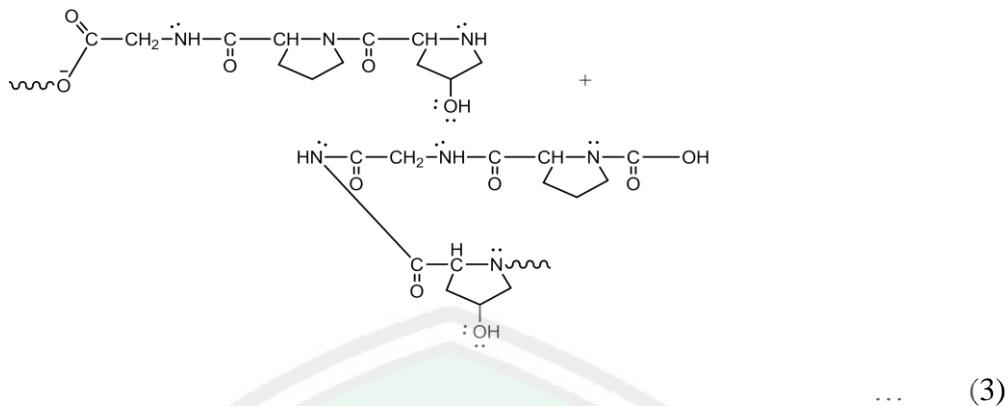
4.2.2 Ekstraksi Gelatin Tulang Ayam Broiler

Tulang hasil proses perendaman dengan asam klorida kemudian diekstraksi dengan air. Ekstraksi bertujuan untuk mengkonversi kolagen menjadi gelatin. Prinsip ekstraksi adalah merusak ikatan hidrogen antar molekul tropokolagen. Proses ini akan mengubah serat kolagen yang tidak larut dalam air menjadi larut dalam air dan mudah dicerna yang disebut gelatin.

Metode ekstraksi yang digunakan adalah ekstraksi dengan suhu bertingkat karena metode ini akan memaksimalkan larutnya kolagen yang terkandung dalam tulang. Ekstraksi dengan air menggunakan perbandingan 1:4 (b/v). Kemungkinan konversi kolagen menjadi gelatin semakin besar. Widyasari dan Rawdkuen (2014) menyebutkan pada rasio 1:4 merupakan rasio yang sangat maksimal untuk pengambilan gelatin, daripada rasio 1:1, 1:2 maupun 1:3.

Pemanasan pada proses ekstraksi ini menggunakan suhu yang diawali dari 55, 65, dan 75°C masing-masing selama 4 jam. Waktu ekstraksi dikontrol untuk mencegah kerusakan protein pada suhu tinggi. Retno (2012) menyebutkan bahwa gelatin akan terkonversi semakin banyak apabila semakin lama waktu hidrolisis yang berlangsung. Selain faktor waktu, faktor suhu juga perlu dikontrol. Karim dan Bhat (2008) menjelaskan bahwa proses ekstraksi gelatin pada suhu (50-60°C) mengakibatkan denaturasi ikatan hidrogen yang menjadi faktor penstabil struktur kolagen. Adapun reaksi pemutusan ikatan penstabil atau disebut ikatan saling silang (*cross linking*) melibatkan reaksi hidrolisis adalah sebagai berikut:





Gambar 4.2 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* (Modifikasi dari Bella dkk, 2016).

Pada proses ekstraksi yang melibatkan air akan membantu putusnya ikatan penstabil dari kolagen, sehingga akan membentuk ikatan peptida dari satu asam amino dengan asam amino lainnya. Selanjutnya, pada proses ekstraksi akan mengakibatkan perubahan dari struktur *triple helix* menjadi struktur *single helix*. Marsaid dan Atmaja (2013) menjelaskan bahwa sebagian ikatan hidrogen dalam tropokolagen satu dengan yang lainnya akan dihidrolisis menghasilkan rantai-rantai tropokolagen yang mulai kehilangan struktur *triple helix* menjadi rantai-rantai α *helix*. Hal ini dikarenakan oleh interaksi rantai *triple helix* dengan air yang didasarkan oleh adanya sifat *hidrofilik* yang dimiliki oleh adanya rantai sisi polar di sepanjang molekul peptida. Inilah yang disebut proses hidrolisis kolagen menjadi rantai-rantai α *helix*.

Pengadukan saat ekstraksi sesekali juga perlu dilakukan agar kolagen dapat terkonversi secara maksimal dan membentuk untaian *single helix* atau yang nantinya dapat larut dengan air disebut gelatin. Retno (2012) mengatakan bahwa pengaduan sangat mempengaruhi proses hidrolisa kolagen karena hal ini akan

memperluas kontak antara tulang dan pelarut serta mencegah terjadinya penggumpalan selama proses berlangsung. Terakhir yaitu penyaringan yang bertujuan untuk memisahkan gelatin dengan zat-zat pengotor. Penyaringan dilakukan setiap ekstraksi dengan menggunakan kain mori berlapis dua untuk didapatkan filtrat yang jernih. Ekstraksi pertama didapatkan filtrat dengan volume yang lebih banyak daripada ekstraksi ketiga (seperti Lampiran 10). Pada tahap ini dihasilkan filtrat atau larutan gelatin yang berwarna kuning jernih lalu dimasukkan ke dalam kantong plastic dan disimpan ke dalam *freezer*.

4.2.3 Pemekatan Gelatin

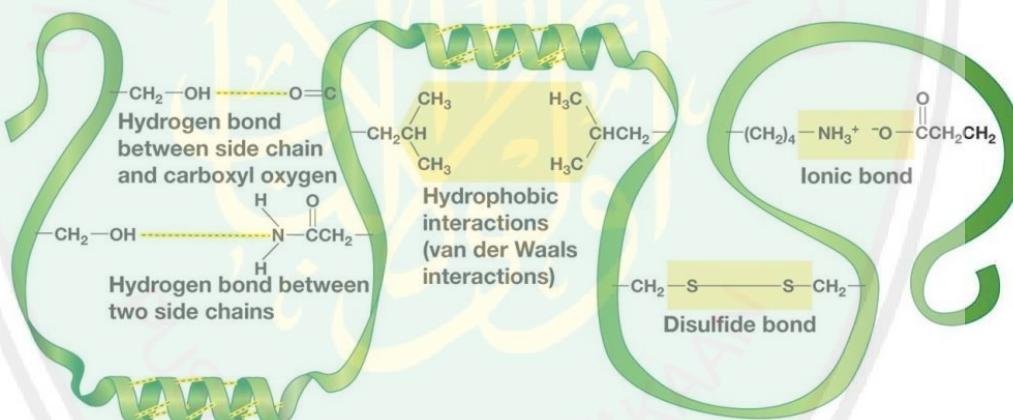
Pemekatan dilakukan untuk memperoleh gelatin pekat dengan menguapkan pelarut. Pemekatan dilakukan dengan menggunakan *freeze drying* (Abdullah dkk, 2016). Prinsip dasar *freeze drying* adalah menguapkan kandungan air dalam suatu bahan dengan keadaan membeku (es). Alat ini mempunyai keunggulan khususnya untuk bahan yang sensitif terhadap suhu tinggi (panas) karena dapat mempertahankan mutu hasil produk.

Larutan gelatin sebelumnya telah dibekukan dalam *freezer*, kemudian dilakukan preparasi pada larutan gelatin beku dengan cara memperkecil ukuran yang bertujuan untuk mempercepat proses penguapan. Waktu 24 jam digunakan untuk memaksimalkan kerja *freeze drying*. Proses pemekatan diperoleh ekstrak pekat gelatin yang bertekstur empuk (sedikit kenyal) dengan volume larutan yang menguap sekitar 80% dari volume awal (seperti pada Lampiran 10) dan berwarna kuning jernih yang berbau menusuk.

4.2.4 Pengeringan Gelatin

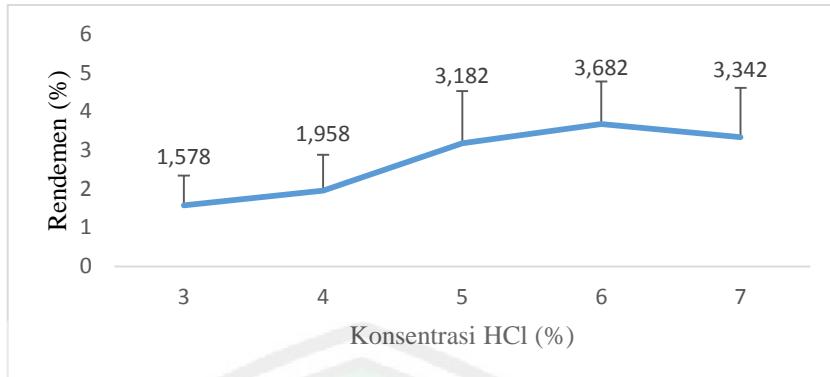
Larutan gelatin pekat dituang ke dalam loyang yang telah dilapisi plastik untuk mempermudah pengambilan lembaran gelatin. Pengeringan gelatin yaitu untuk mendapatkan gelatin dalam bentuk lembaran. Pengeringan menggunakan oven pada suhu 65°C selama 24 jam (Sepriyansyah, 2010). Waktu 24 jam untuk menguapkan air secara maksimal.

Proses pengeringan diperoleh lembaran berwarna kuning ke-*cream*-an yang mempunyai bau khas, lalu dilakukan pengecilan ukuran untuk mempermudah analisis parameter uji kualitas. Lembaran tersebut dapat larut dalam air disebut gelatin. Hal ini dikarenakan adanya interaksi asam amino dengan asam amino pembentuk gelatin lainnya. Interaksi tersebut disajikan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Interaksi ikatan pada struktur sekunder

Tahap terakhir yaitu penimbangan gelatin kering. Suatu penelitian dikatakan efektif apabila menghasilkan rendemen yang tinggi. Semakin tinggi nilai rendemen berarti semakin efisien pula perlakuan yang diterapkan. Nilai rata-rata rendemen gelatin tulang ayam disajikan pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik kurva rendemen gelatin tulang ayam

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin tinggi rendemen yang dihasilkan. Titik optimum pada proses produksi gelatin dengan pelarut asam klorida yaitu pada konsentrasi 6%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zhou dan Joe (2005) yang menyatakan bahwa rendemen akan cenderung meningkat dengan meningkatnya konsentrasi asam yang diberikan.

Penelitian Juliasti, Legowo dan Pramono (2015) menyatakan hasilnya pada pembuatan gelatin tulang kambing menggunakan pelarut asam klorida 1,5% - 6% yang mana semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin tinggi rendemen yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai rendemen turun pada konsentrasi 7%. Hal ini dimungkinkan bahwa jaringan tropokolagen tidak telah terurai menjadi gelatin dan ikut terbuang saat proses penyaringan. Nilai rata-rata rendemen tertinggi sebesar 3,682% pada konsentrasi 6% dan terendah sebesar 1,578% pada konsentrasi 3%.

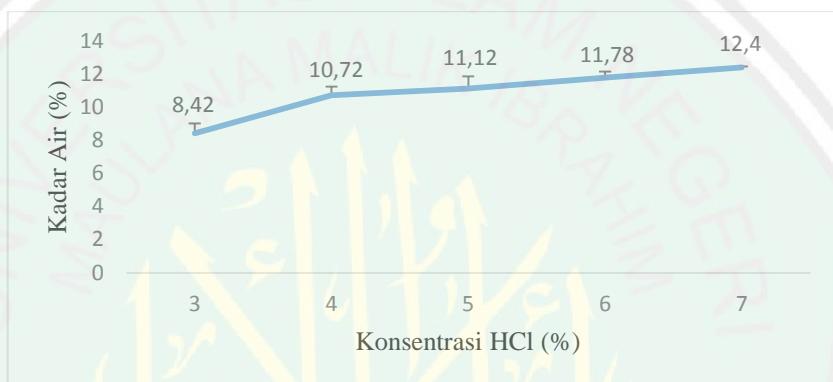
4.3 Uji Kualitas Gelatin Tulang Ayam Broiler

Hasil gelatin dilakukan pengujian kualitas karena suatu bahan makanan yang lolos untuk dipasarkan yaitu harus sesuai dengan SNI No. 06-3735 1995

(1995) atau British Standard: 757 (1975). Pengujian kualitas yang meliputi: kadar air, kadar abu, kadar protein, stabilitas emulsi, kekuatan gel dan nilai pH.

4.3.1 Kadar Air

Kadar air menunjukkan jumlah kandungan air dalam gelatin. Pengujian kadar air perlu dilakukan karena gelatin merupakan senyawa hidrokoloid yang dapat larut dalam air dan dapat menyerap air dalam jumlah yang cukup besar. Nilai rata-rata kadar air disajikan pada Gambar 4.5



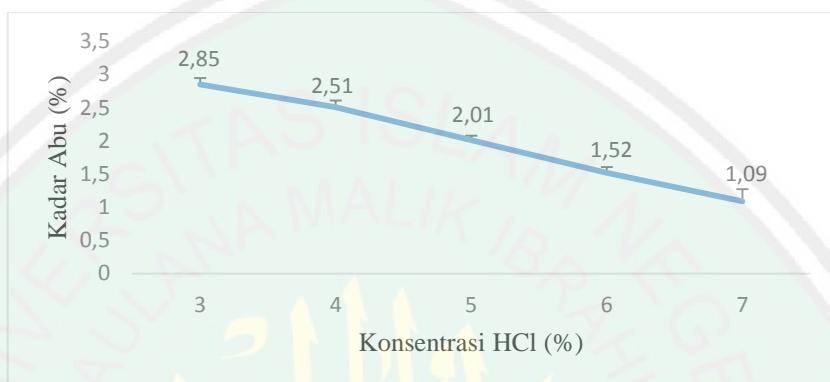
Gambar 4.5 Grafik kurva kadar air gelatin tulang ayam

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin tinggi kadar air yang dihasilkan. Tingginya kadar air pada gelatin dimungkinkan karena banyaknya ikatan hidrogen dari air yang mengikat struktur gelatin, sehingga air akan termobilisasi di dalam struktur gelatin. Hal tersebut menyebabkan daya ikat air pada gelatin sangat kuat. Sehingga dihasilkan kadar air yang tinggi pada gelatin. Juliasti, Legowo dan Pramono (2015) pada penelitiannya mengemukakan pembuatan gelatin tulang kambing dengan pelarut asam klorida 1,5% - 6% dengan kadar air tertinggi yaitu 6% sebesar 14,62%. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata kadar air tertinggi sebesar 12,40% pada

konsentrasi 7% dan terendah 8,42% pada konsentrasi 3%. Nilai tersebut memenuhi SNI No. 06-3735 1995 (1995) yaitu maksimum adalah 16%.

4.3.2 Kadar Abu

Kadar abu menunjukkan jumlah bahan anorganik gelatin seperti Na, S, Cl, K dan P yang tersisa. Nilai rata-rata kadar abu disajikan pada Gambar 4.6

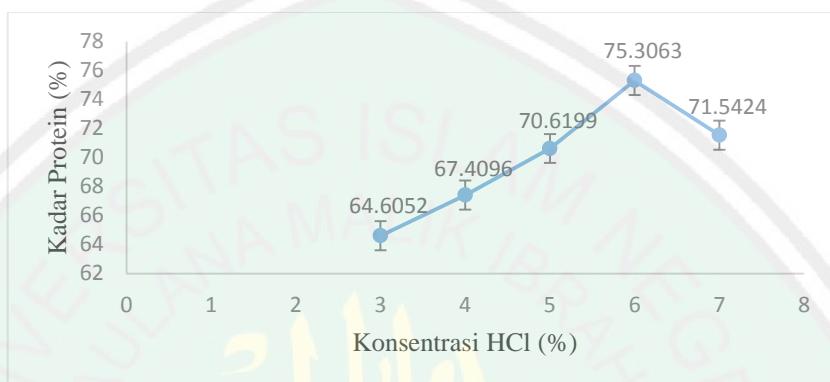


Gambar 4.6 Grafik kurva kadar abu gelatin tulang ayam

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin rendah kadar abu yang dihasilkan. Hal ini dimungkinkan, apabila konsentrasi asam semakin tinggi maka jumlah ion hidrogen $[H^+]$ yang terkandung di dalam larutan juga semakin banyak. Artinya kemampuan untuk melarutkan zat anorganik pada tulang juga semakin tinggi. Sehingga pada konsentrasi yang tinggi akan dihasilkan sisa abu yang terkandung pada gelatin menjadi rendah. Penelitian Sandria, Desmelati dan Sukmiwati (2014) mengemukakan bahwa kadar abu terbaik pada gelatin mata ikan tuna sebesar 5,06%. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata kadar abu gelatin tertinggi sebesar 2,85% pada konsentrasi 3% dan terendah 1,09% pada konsentrasi 7%. Nilai tersebut memenuhi SNI No. 06-3735 1995 (1995) yaitu maksimum adalah 3,25%.

4.3.3 Kadar Protein

Kadar protein menunjukkan banyaknya asam amino dalam gelatin. Asam amino merupakan faktor utama sebagai penyusun gelatin. Tingginya kadar protein menunjukkan bahwa semakin baik mutu gelatin tersebut. Nilai rata-rata kadar protein disajikan pada Gambar 4.7



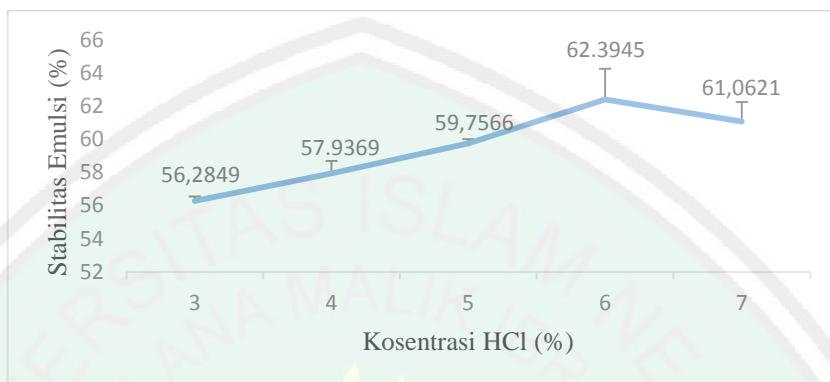
Gambar 4.7 Grafik kurva kadar protein gelatin tulang ayam

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin tinggi kadar protein yang dihasilkan. Kadar protein tinggi menunjukkan banyaknya kandungan asam amino. Apabila semakin tinggi konsentrasi asam juga akan menurunkan kadar protein. Hal ini dimungkinkan karena konsentrasi asam yang tinggi akan menyebabkan asam amino pada kolagen ikut larut pada larutan asam yang tinggi (saat proses perendaman), sehingga mempengaruhi kualitas atau kadar protein pada produk gelatin.

Penelitian Sanaei dkk (2013) mengemukakan bahwa kadar protein pada gelatin tulang ikan sebesar 81,75%. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar protein gelatin tertinggi sebesar 75,3063% pada konsentrasi 6% dan terendah 64,6052% pada konsentrasi 3%.

4.3.4 Stabilitas Emulsi

Stabilitas emulsi menunjukkan kestabilan gelatin dengan membentuk emulsi saat dicampurkan ke dalam senyawa polar dan non polar. Nilai rata-rata nilai stabilitas emulsi disajikan pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Grafik kurva stabilitas emulsi gelatin tulang ayam

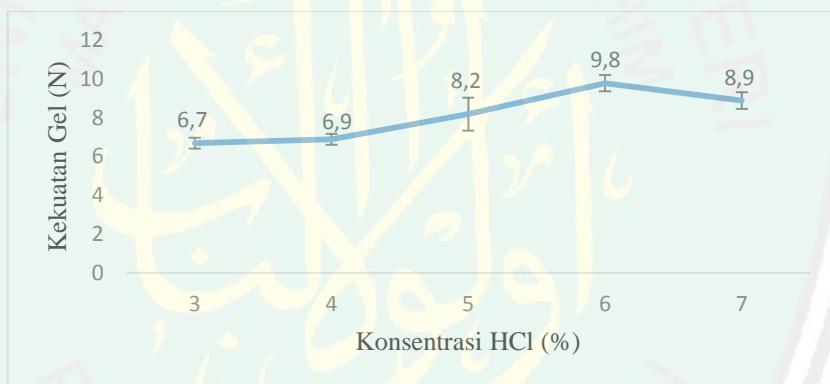
Gambar 4.8 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin tinggi nilai stabilitas emulsi yang dihasilkan. Stabilitas emulsi yang tinggi dihasilkan dari banyaknya kandungan asam amino penyusun gelatin. Stabilitas emulsi berhubungan dengan kemampuan protein dalam membentuk *emulsifier* atau zat pengemulsi. Dimana, protein mempunyai sifat hidrofilik (polar) dan hidrofobik (non polar). Ketika air dan minyak di campur menjadi satu lalu di diamkan maka keduanya akan kembali membentuk air dan minyak. Tetapi, ketika kedua senyawa yang mempunyai sifat yang berbeda tersebut di campur lalu ditambahkan gelatin dan di diamkan maka akan bercampur. Hal ini dikarenakan gugus hidrofilik akan mengikat air, sedangkan minyak akan terikat kuat oleh gugus hidrofobik.

Penelitian Chakka dkk (2016) mengemukakan bahwa stabilitas emulsi pada gelatin tulang kaki ayam sebesar 24.57% menggunakan pelarut asam asetat.

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata stabilitas emulsi gelatin tertinggi sebesar 62,3945% pada konsentrasi 6% dan terendah 56,2849% pada konsentrasi 3%. Nilai stabilitas emulsi pada SNI No. 06-3735 1995 (1995) maupun British Standard: 757 (1975) tidak ditampilkan, sehingga dilakukan perbandingan dengan gelatin komersil yang dijual dipasaran yaitu sebesar 47,3529%.

4.3.5 Kekuatan Gel

Kekuatan gel menunjukkan seberapa besar kemampuan gelatin dapat membentuk gel. Kekuatan gel merupakan sifat fisik gelatin yang utama. Nilai rata-rata nilai kekuatan gel disajikan pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Grafik kurva kekuatan gel gelatin tulang ayam

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin tinggi kekuatan gel yang dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Chakka dkk (2016) bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin besar kekuatan gel. Kekuatan gel berkaitan dengan panjang rantai asam amino dimana rantai asam amino yang panjang akan menghasilkan kekuatan gel yang besar pula. Hidrolisis yang optimal akan menghasilkan rantai asam amino

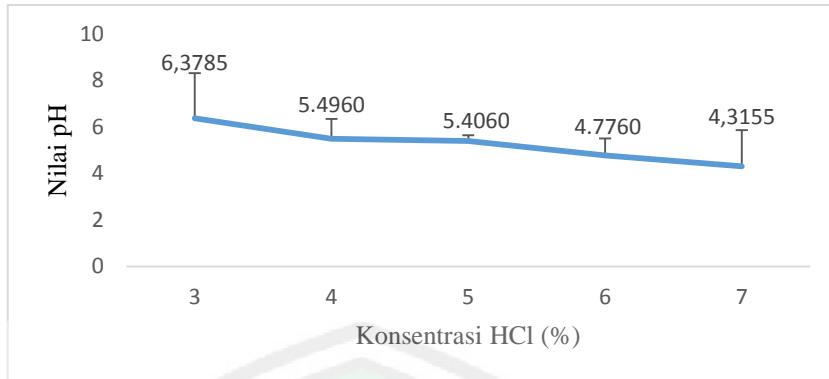
yang panjang pada saat konversi kolagen menjadi gelatin sehingga dihasilkan kekuatan gel yang tinggi (Astawan, Haryadi dan Mulyani, 2002).

Penelitian Han dan Zhao (2016) menyebutkan kekuatan gel pada gelatin sapi (*Bovine gelatin*) sebesar 5,41 N. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata kekuatan gel pada gelatin tertinggi sebesar 9,8 N pada konsentrasi 6% dan terendah 6,7 N pada konsentrasi 3%. Nilai kekuatan gel pada SNI No. 06-3735 1995 (1995) maupun British Standard: 757 (1975) tidak ditampilkan, sehingga dilakukan perbandingan dengan gelatin komersil yang dijual dipasaran yaitu sebesar 8,8 N.

Semakin tinggi konsentrasi asam klorida saat perendaman menyebabkan kekuatan gel, stabilitas emulsi dan kadar protein semakin tinggi atau titik optimumnya pada konsentrasi 6%, sedangkan pada konsentrasi asam klorida 7% menurun. Hal ini dimungkinkan apabila konsentrasi asam terlalu tinggi menyebabkan rantai tropokolagen tidak hanya mengalami terbukanya fibril kolagen tetapi juga rantai tropokolagen telah terurai menjadi gelatin yang ikut larut dalam pelarut asam klorida sehingga menurunkan kualitas dari produk gelatin. Kolagen tersusun dari kurang lebih 20 asam amino, sehingga apabila konsentrasi asam tinggi, maka asam amino penyusun kolagen akan larut dalam asam klorida tersebut, sehingga dihasilkan gelatin dengan kadar yang rendah dan menyebabkan kualitas gelatin pun menjadi menurun.

4.3.6 Nilai pH

Nilai pH menunjukkan suasana keasaman gelatin. Gelatin yang mendekati netral adalah gelatin yang sesuai dengan standard dan tidak berbahaya untuk dikonsumsi. Nilai rata-rata nilai pH disajikan pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Grafik kurva nilai pH gelatin tulang ayam

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam maka semakin rendah nilai pH yang dihasilkan. Hal ini berhubungan dengan semakin banyaknya kadar ion hidrogen $[H^+]$ pada konsentrasi asam yang tinggi sehingga menyebabkan nilai pH menjadi rendah. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata pH gelatin tertinggi sebesar 6,3785 pada konsentrasi 3% dan terendah 4,3155 pada konsentrasi 7%. Nilai pH pada British Standard: 757 (1975) berkisar antara 4,5 – 6,5.

4.4 Kesimpulan Berdasarkan Uji Kualitas

Kesimpulan berdasarkan uji kualitas gelatin yang dihasilkan, disajikan pada Tabel 4.2.

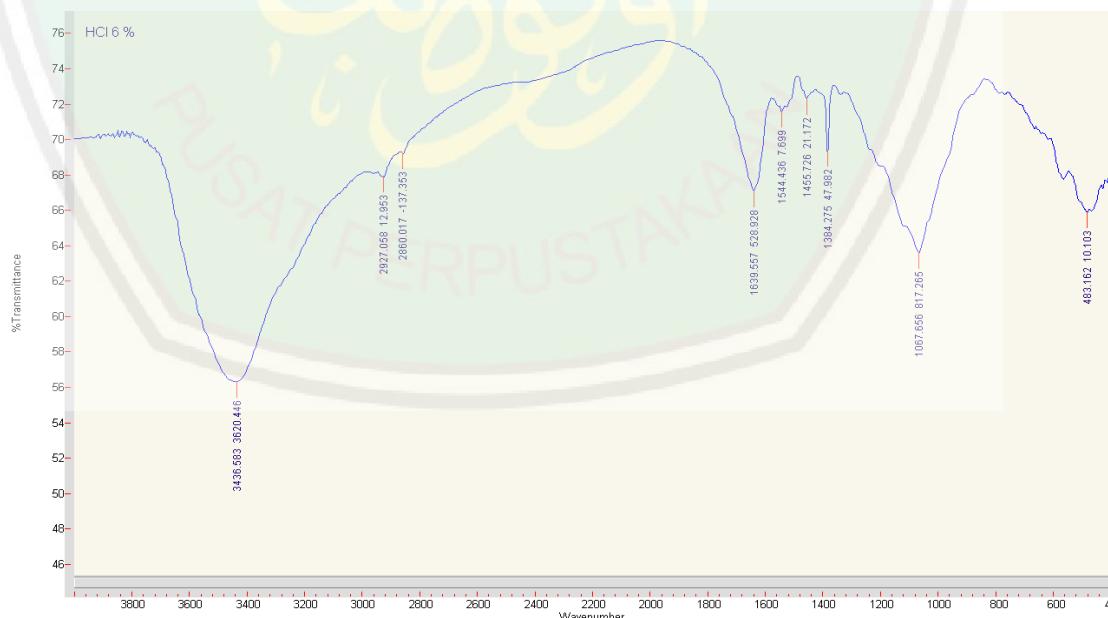
Tabel 4.2 Kesimpulan uji kualitas

	HCl 3%	HCl 4%	HCl 5%	HCl 6%	HCl 7%
Rendemen (%)	1,578	1,958	3,182	3,682	3,342
Kadar air (%)	8,42	10,72	11,12	11,78	12,4
Kadar abu (%)	2,85	2,51	2,01	1,52	1,09
Kadar protein (%)	64,6052	67,4096	70,6199	75,3063	71,5424
Stabilitas emulsi (%)	56,2849	57,9369	57,7566	62,3945	61,0621
Kekuatan gel (N)	6,7	6,9	8,2	9,8	8,9
Nilai pH	6,3785	5,4960	5,406	4,7760	4,3155

Perlakuan optimum pada variasi konsentrasi HCl dalam pembuatan gelatin yaitu konsentrasi 6%, seperti pada Tabel 4.2 yang menunjukkan bahwa konsentrasi HCl 6% mempunyai rendemen, kadar protein, stabilitas emulsi, dan kekuatan gel yang paling tinggi. Parameter tersebut merupakan faktor utama gelatin, sehingga dilakukan identifikasi gugus fungsi gelatin pada konsentrasi HCl 6% untuk memperkuat ada tidaknya gugus khas atau asam-amino yang berupa gugus fungsi amida pada produk gelatin tersebut.

4.5 Identifikasi Gugus Fungsi Gelatin pada Spektrofotometer FTIR

Spektra FTIR pada penelitian ini menunjukkan gugus khas suatu senyawa dalam gelatin tulang ayam. Sampel yang digunakan dalam mengidentifikasi gugus fungsi yaitu gelatin dengan perendaman konsentrasi HCl 6%. Hal ini dilihat dari kekuatan gel, kadar protein maupun stabilitas emulsi yang tinggi. Spektra disajikan pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Spektra FTIR sampel gelatin tulang ayam

Tabel 4.3 Gugus fungsi sampel gelatin tulang ayam pada spektra FTIR

Frekuensi (cm ⁻¹)	Gugus Khas (cm ⁻¹)	Senyawa
3600-3400	3436,583	Vibrasi stretching NH dan OH.
3000-2800	2927,058 dan 2860,017	Vibrasi stretching CH ₂ alifatik.
1700-1600	1639,557	Vibrasi stretching C=O, bending ikatan NH dan stretching CN.
1560-1335	1544,436 1455,726 1384,275	Vibrasi bending NH. Vibrasi bending CH ₂ guntingan (<i>scissoring</i>). Vibrasi bending CH ₂ kibasan (<i>wagging</i>) dari prolin.
1240-670	1067,656	Vibrasi stretching CN dan ikatan NH primer.

Spektra FTIR (Gambar 4.12) sampel gelatin tulang ayam menunjukkan bilangan gelombang 3436,583 cm⁻¹, dimana bilangan gelombang ini menunjukkan bahwa terdapat regangan OH diduga dari gugus OH asam amino hidroksiprolin. Fessenden (1991) mengatakan bahwa pita yang melebar menunjukkan adanya OH yang terikat hidrogen pada fase cair. Regangan NH tidak terlihat jelas karena tertutup oleh gugus OH. Molekul CH₂ asimetris terdapat pada bilangan gelombang 2927,058 cm⁻¹ dan CH₂ simetris pada bilangan gelombang 2860,058 cm⁻¹. Bilangan gelombang 1639,557 cm⁻¹ menyebutkan bahwa amida pada gugus ini terdiri dari empat komponen struktur sekunder protein, yaitu α -helix, β -sheet, *b-turn* dan *random coil* yang saling bertumpang tindih (Muyonga, dkk, 2004). Kong dan Yu (2007) memperjelas bahwa pada rentang frekuensi 1624-1642 cm⁻¹ merupakan β -sheet. Berdasarkan hal tersebut, amida pada spektra ini menunjukkan ikatan NH β -sheet. Bilangan gelombang 1544,436 cm⁻¹ menunjukkan adanya deformasi ikatan NH struktur *triple helix* menjadi *single helix* (Trisunaryanti dkk, 2016). Bilangan gelombang 1067,656 cm⁻¹ menunjukkan frekuensi dari CH₂ glisin dan rantai samping prolin (Trisunaryanti, dkk, 2016).

4.6 Hasil Uji Kualitas Berdasarkan Perspektif Islam

Allah telah memberikan segala sesuatu untuk melengkapi kelangsungan hidup. Kita sebagai makhluk yang telah diberikan akal dan pikiran, maka sebaiknya kita memanfaatkan apa yang telah diberikanNya. Salah satunya memanfaatkan binatang ternak, seperti pada QS. An-Nahl ayat 5 yang berbunyi:

وَالآنِعَمَ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ وَمَنَفِعٌ 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 diatas memberitahukan kepada kita bahwa binatang ternak banyak manfaatnya. Menurut Tafsir Qurthubi (2008) kalimat yang artinya, “*dan berbagai-bagai manfaat*”, yang dimaksud yaitu menungganginya, menjadi pengangkut, dimanfaatkan susu, daging dan lemaknya. Bahan baku pada penelitian ini menggunakan tulang ayam, dimana tulang ayam telah dimanfaatkan dagingnya, sehingga sisa tulang akan terbuang.

Penelitian tentang pembuatan gelatin dari bahan baku limbah tulang ayam didapatkan hasil kadar air, kadar abu, kadar protein, stabilitas emulsi, kekuatan gel dan nilai pH yang tidak melebihi batas standard yang telah ditetapkan oleh SNI No. 06-3735 1995 (1995) maupun British Standard: 757 (1975). Allah telah berfirman pada QS. Al-Furqan ayat 2 yang berbunyi:

وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ بِقَدَرٍ وَنَقِيرًا ﴿٢﴾

Artinya: “Dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya”.

Tafsir Al-Maraghi (1974) menuliskan bahwa menurut hadits lain yang diriwayatkan dari Ibnu Abbas bahwa Rasulullah saw pernah bersabda, "Dan ketahuilah, bahwa sekiranya umat itu sepakat untuk memberi sesuatu manfaat kepadamu yang tidak ditulis oleh Allah untukmu, niscaya mereka takkan dapat membayakan kamu".

Korelasi tafsir tersebut dengan penelitian ini yaitu pembuatan gelatin dihasilkan produk yang sesuai standard atau tidak melebihi standard yang ditetapkan pemerintah. Perlu kita ketahui bahwa standard yang ditetapkan tersebut merupakan batasan bahan tambah pangan yang dapat dikonsumsi dalam tubuh. Pada penelitian ini, dihasilkan kadar protein sebesar 64,6052% - 75,3063%. Kadar protein tersebut termasuk ke dalam kategori protein yang tinggi, kadar protein tinggi pada suatu bahan makanan artinya kualitas makanan tersebut semakin baik. Tetapi, tubuh hanya perlu mengkonsumsi beberapa gram protein esensial (protein yang dibutuhkan oleh tubuh tapi tidak diproduksi oleh tubuh) sebesar 46gr/hari untuk wanita, sedangkan pria sebesar 56gr/hari. Apabila mengkonsumsi protein terlalu berlebih maka efek untuk tubuh yaitu kekurangan kalsium, dehidrasi dan menyebabkan masalah pada ginjal. Sebaliknya, apabila kekurangan protein maka efek untuk tubuh yaitu menyebabkan menurunnya sistem imun dan antibodi sehingga menyebabkan tubuh menjadi lemas (Santesso, N., Akl, E.A., Bianchi, M., dkk, 2012). Al-Quran sendiri telah memerintahkan kita untuk tidak makan dan minum secara berlebihan. Hal ini telah dijelaskan dalam QS. Al-A'raf ayat 31 yang berbunyi:

يَبْنَىٰ مَادَمْ حُذُوا زِينَتُكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكَثُلُوا وَأَشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوْا
 إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ



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

Shihab (1997) menafsirkan bentuk sikap berlebihan, mengkonsumsi suatu zat makanan tertentu dalam jumlah besar melebihi zat-zat lain yang juga diperlukan. Misalnya mengkonsumsi protein dengan kadar yang dibutuhkan tubuh. Mengingat sangat banyak fungsi-fungsi gelatin pada jenis produk olahan yang biasa digunakan, maka kita perlu memperhatikan takarannya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang Pengaruh Variasi Konsentrasi HCl Terhadap Proses Demineralisasi pada Produksi Gelatin dari Tulang Ayam Broiler (*Gallus domesticus*) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh rendemen dari variasi konsentrasi, semakin tinggi konsentrasi. maka semakin besar rendemen. Konsentrasi HCl terbaik pada pembuatan gelatin dari tulang ayam broiler yaitu menggunakan konsentrasi HCl 6% sebesar 3,682%
2. Hasil uji kualitas terbaik yaitu konsentrasi HCl 6% pada masing-masing parameter yaitu kadar air 11,78%, kadar abu 1,52%, kadar protein 75,3063%, stabilitas emulsi 62,3945%, kekuatan gel 9,8 N dan nilai pH 4,7760.
3. Spektra menunjukkan gugus fungsi khas dari struktur sekunder gelatin yaitu - OH, C-O, N-H, C-N, C=O dan NCO pada bilangan gelombang antara lain 3436,583 cm^{-1} , 2927,058 cm^{-1} dan 2860,017 cm^{-1} , 1639,557 cm^{-1} , 1544,436 cm^{-1} dan 1067,656 cm^{-1} .

5.2 Saran

Saran untuk penelitian lebih lanjut yaitu perlu di lakukan:

1. Pemisahan berdasarkan variasi suhu ekstraksi dari larutan gelatin I, II dan III. Sehingga dapat diketahui kualitas dari masing-masing suhu.
2. Analisa lebih lanjut untuk mengetahui asam amino apa saja yang terkandung di dalam gelatin menggunakan instrument HPLC.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, W.H dan Rusmana, W.S.N. 1995. Toleransi Itik Periode Pertumbuhan Terhadap Serat Kasar Ransum. *Jurnal Peternakan dan Lingkungan*.
- Abdullah, M.S.P., Noordin, M.I., Ismail, S.I.M., Nyamathulla, S., Jasamai, M., Wai, L.K., Mustapha, N.M dan Shamsuddin, A.F., 2016. Physicochemical Evaluation and Spectroscopic Characterisation of Gelatine from Shank and Toes of Gallus domesticus. *Sains Malaysiana* 45(3)(2016): 435–449
- Abustam, E. dan Said, M.I. 2004. Produksi Gelatin dari Kulit Kaki Ayam. *Pros. Seminar Nasional Industri Peternakan Modern, Makassar 21–22 Juni 2004.* hlm. 125 – 136.
- Aditama, T. Y dan Soedjana, T.D. 2010. Tanya Jawab Seputar Daging Ayam Sumber Makanan Bergizi. Jakarta: Kementerian Pertanian dan Kesehatan RI.
- Agustin, A.T. 2013. Gelatin Ikan: Sumber, Komposisi Kimia dan Potensi Pemanfaatannya. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan* Vol. 1 No. 2:44-46.
- Aisyah., Nik N.M., Nurul, H., Azhar, M.E dan Fazilah. 2014. Poultry as an Alternative Source of Gelatin. *Health Environ J* 5:37–49.
- AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemist*. Washington: D.C.
- Astawan, M, Haryadi, P dan Mulyani A. 2002. Analisis Sifat Reologi Gelatin dari Kulit Ikan Cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 8 (1): 38-46.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Data Ekspor Impor Gelatin di Indonesia. Jakarta: Badan Pusat Statistik <https://www.bps.go.id/>.
- Badii, F., Howell, N.K. 2006. Fish Gelatin: Structure, Gelling Properties and Interaction with Egg Albumen Proteins. *Food Hydrocoll.* 20, 630–640.
- Baziwane, D and He, Q. 2007. Gelatin: The Paramount Food Additive. *Food Review International*, 19, 423–435.
- Bella, J. 2016. Collagen structure: new tricks from a very old dog. *Biochem. J.* (2016) 473, 1001–1025
- Bennion, M. 1980. *The Science of Food*. New York: John Willey and Sons.
- Boran, G., Mulvaney, S.J and Regenstein, J.M. 2010. Rheological Properties of Gelatin from Silver Carp Skin Compared to Commercially Available Gelatins from Different Sources. *J. Food Sci.* 75:565-571.
- British Standard 757. 1975. *Sampling and Testing of Gelatin*.

- Chakka., Kumar, A., Muhammed, A., Sakhare, P.Z., Bhaskar, N. 2016. Poultry Processing Waste as an Alternative Source for Mammalian Gelatin: Extraction and Characterization of Gelatin from Chicken Feet Using Food Grade Acids. *Department of Meat and Marine Sciences, CSIR-Central Food Technological Research Institute (CSIR-CFTRI), Mysore 570 020, India.*
- Chancharern, P., Laohakunjit, N., Kerdchoechuen, O. and Thumthanaruk, B. 2016. Extraction of Type A and Type B Gelatin from Jellyfish (*Lobonema smithii*) *International Food Research Journal* 23(1): 419-424.
- Cho, S.H., Jahncke, M.L., Chin, K.B., Eun, J.B. 2006. The Effect of Processing Conditions On the Properties of Gelatin from Skate (*Raja kenojei*) Skins. *Food Hydrocoll.* 20, 810–816.
- Direktorat Jenderal Peternakan. 2016. *Produksi Daging Ayam Ras Pedaging Menurut Provinsi*. Data Kementerian Pertanian RI.
- Ellis DI, Harigan GH, Goodrace R. 2006. *Metabolic Fingerprinting with Fourier Transform Infra Red Spectroscopy*. Massachusetts: Kluwer Academic.
- Fadilah, G., Putri, P., Azizah., Nisa'u L.N., Purbayanto., Yassin, O., Saraswati, T.E., 2013. Isolasi Gelatin dari Limbah Ceker Ayam sebagai Alternatif Bahan Pengawet Alami Bahan Makanan. *Seminar Nasional Kimia Terapan Indonesia 2013. Vol 2 Hal-41.*
- Fessenden, R.J dan Fessenden, J.S. 1991. *Kimia Organik Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga
- GMIA. 2012. *Gelatin Book. Gelatin Manufacturers Institutue of America*. Members as of Januari 2012.
- Gomez-Guillen, M.C., Gimenez, B., Lopez-Caballero, M.A., and Montero, M.P. 2011. Functional and Bioactive Properties of Collagen and Gelatin from Alternative Sources: A review. *Food Hydrocolloids* 25(8): 1813-1827.
- Hafidz Ibnu Katsir Ad-dimasyqy, Abi Fada'. *Tafsir Ibnu Katsir Juz II*. 2006. Beirut: Darul Kutub Ilmiyah.
- Hajrawati. 2006. Sifat Fisika dan Kimia Gelatin Tulang Sapi dengan Perendaman Asam Klorida pada Konsentrasi dan Lama Perendaman yang Berbeda. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Hamada, Y., Nagashima, Y., and Shiomi, K. 2001. Identification of Fish Collagen as a New Allergen. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 65, 285–291.
- Han, Yan-Ping dan Zhao, Xin-Huai. 2016. Properties of Bovine Gelatin Cross-linked by a Mixture of Two Oxsidases (Horseradish Peroxidase and Glucose Oxidase) and Glucose. *Journal of Food 2016*
- Hanifah, A. 2010. *Taksonomi Ayam*. Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian UNS.

- Huda, Nurul, W., Atmaka, W.M.P., Nurhartadi E. S.TP., M.P. 2013. Kajian Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Ekstrak Tulang Kaki Ayam (*Gallus gallus bankiva*) dengan Variasi Lama Perendaman dan Konsentrasi Asam. *Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 3 Juli 2013. ISSN: 2302-0733.*
- Imam Jalaluddin Muhammad Al-Mahalli Al-Imam Jalaluddin Abdurrahman As-suyuthi. 2010. *Tafsir Jalalain Penerjemah Junaidi, N, Lc.* Surabaya: Pustaka eLBA
- Imeson, A. 1992. *Thickening and Gelling Agent for Food*. New York: Academic Press.
- Irwandi, J., Faridayanti, S., Mohamed, E.S.M., Hamzah, M.S., Torla, H.H., and Che Man, Y.B. 2009. Extraction and Characterization of Gelatin from Different Marine Fish Species in Malaysia. *Int. Food Res. J.* 16, 381–389.
- Ismeri, R., Swandaru dan Rihi, S. 2009. *Optimalisasi Mutu dan Kualitas Gelatin Ikan dengan menggunakan Enzim Transglutaminase sebagai Pendorong Produksi Gelatin Dalam Negeri*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Jamilah, B., and Harvinder, K.G. 2002. Properties of Gelatins from Skins of Fish-Black Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and Red Tilapia (*Oreochromis nilotica*). *Food Chem.* 77, 81–84.
- Juliasti, R., Legowo A.M., dan Pramono, Y.B. 2015. Pemanfaatan Limbah Tulang Kaki Kambing sebagai Sumber Gelatin dengan Perendaman menggunakan Asam Klorida. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 4 (1) 2015. Indonesian Food Technologists.*
- Karim, A., and Bhat, R. 2008. Jelatin Alternatives for The Food Industry: Recent Developments, Challenges and Prospects. *Trends in Food Science & Technology*, 19, 644–656.
- Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press. Jakarta.
- Kong, J and Yu, S. 2007. Fourier Transform Infrared Spectroscopic Analysis of Protein Secondary Structures. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica* 2007, 39(8): 549–559
- Kowalska, J., Nogal, A.W del., Darzynkiewicz, Z.M., Buck, J., Nicola, C., Kuhn, A.N., Lukaszewicz, M., Zuberek, J., Strenkowska, M., Ziemiak, M., Maciejczyk, M., Bojarska, E., Rhoads, R.E., Darzynkiewicz, E., Sahin, U., and Jemielity, J. 2014. Synthesis, properties, and biological activity of boranophosphate analogs of the mRNA cap: versatile tools for manipulation of therapeutically relevant cap-dependent processes. *Nucleic Acids Research*, 2014, Vol. 42, No. 16 10245–10264
- Kurniadi, H. 2009. Kualitas Gelatin Tipe A dengan Bahan Baku Tulang Paha Ayam Broiler Pada Lama Ekstraksi yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. IPB.

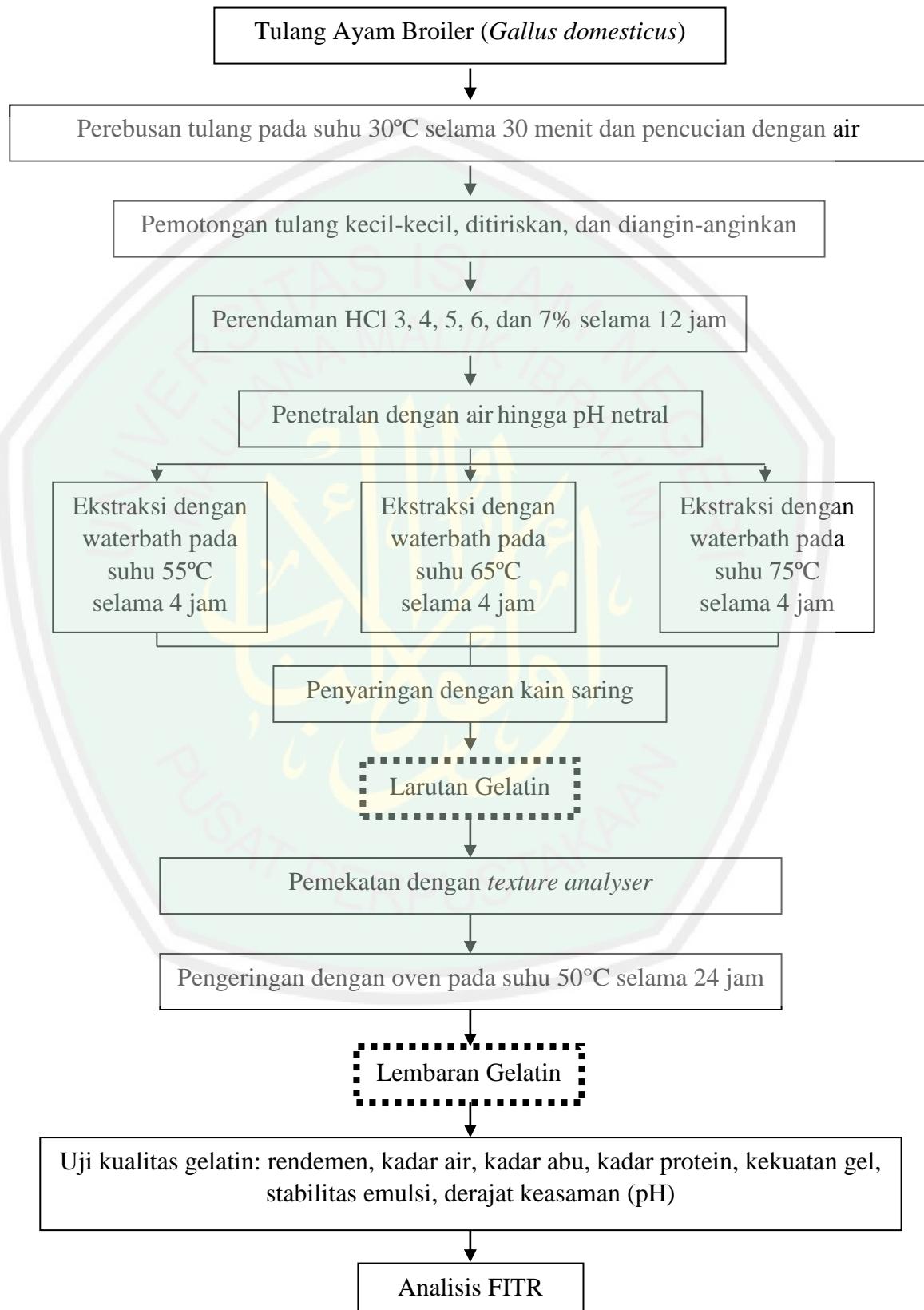
- Kurnianingsih, N. 2004. Kolagen Sang Pengisi Tubuh. *Laporan Utama Cakrawala*. Edisi Kamis, 30 September 2004.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Kusnandar, F., Andarwulan, N., dan Herawati, D. 2001. *Analisa Pangan*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Legowo., Anang, M., Nurwantoro., dan Sutaryo. 2007. *Buku Ajar: Analisis Pangan*. Semarang: UNDIP.
- Mad-Ali, Sulaiman, Benjakul, S., Prodpran, T., and Maqsood, S. 2016. Characteristics and Gel Properties of Gelatin from Goat Skin as Influenced by Alkaline-Pretreatment Conditions. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* Vol. 29, No. 6 : 845-854 June 2016 pISSN 1011-2367 eISSN 1976-5517.
- Maraghi, Syaikh. A.M. 1974. *Tafsir Al-Maraghi Terjemah*. Semarang: PT. Karya Toga Putra
- Marsaid dan Atmaja, L. 2013. Karakterisasi Sifat Kimia, Fisik dan Termal Ekstrak Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp*) pada Variasi Larutan Asam untuk Perendaman. *Jurnal Pangan dan Gizi* Vol. 04 No. 07 Tahun 2013
- Miskah, S., Indri M., Ramadianti., dan Hanif, A.F. 2010. Pengaruh Konsentrasi CH₃COOH & HCl sebagai Pelarut dan Waktu Perendaman pada Pembuatan Gelatin Berbahan Baku Tulang/Kulit Kaki Ayam. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. *Jurnal Teknik Kimia*, No. 1, Vol. 17, Januari 2010.
- Miwanda, S., dan Simpen. 2007. *Optimalisasi Potensi Ceker Ayam (Shank) Hasil Limbah RPA Melalui Metode Ekstraksi Termodifikasi Untuk Menghasilkan Gelatin*. Universitas Udayana, Denpasar.
- Mohtar, N.F., Perera, C., and Quek, S.Y. 2010. Optimisation of Gelatine Extraction from Hoki (*Macruronus novaezelandiae*) Skins and Measurement of Gel Strength and SDS-PAGE. *Food Chem.* 122:307-313.
- Muyonga JH, Cole CGB, Duodu KG. 2014. Characterisation of Acid Soluble Collagen From Skins of Young Adult Nile Perch (*Labeo niloticus*). *Food Chemistry* 85(1)-89.
- Nhari, R., Ismail, A., and Che Man, Y. 2012. Analytical Methods for Gelatin Differentiation from Bovine and Porcine Origins and Food Products. *Journal of Food Science*, 77, 42–46.
- North and Bell. 1990. *Commercial Chicken Production Manual*. New York.
- Norziah, M.H., Al-Hassan, A., Khairulnizam, A.B., Mordi, M.N., and Norita, M. 2009. Characterization of Fish Gelatin from Surimi Processing Wastes: Thermal Analysis and Effect of Transglutaminase on Gel Properties. *Food Hydrocoll.* 23, 1610–1616.

- Ockerman, H.W and Hansen, C.L. 2000. *Animal By Product Processing and Utilization*. USA: CRC Press.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamental of Ecology*. London: W. B. Sounders Company.
- Okanovic, D.J., Ristic, M., Popovic, M., Tasic, T., Ikonic, P and Gubic, J. 2009. Chemical Characteristics of Cattle Slaughtering by-Products for Technical Processing. *Biotechnology in Animal Husbandry* 25 (5-6), p 785-790, 2009.
- Peter, H and Wiebe, V.D.S. 2004. A Retrospective of Poultry Breeding. *World Poultry-Vol 20 No. 10 2004*.
- Poedjiadi, A. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Puspawati, N.M, Simpen, I.N dan Miwada, I.N.S. 2012. Isolasi Gelatin dari Kulit Kaki Ayam Broiler dan Karakterisasi Gugus Fungsinya dengan Spektrofotometri FTIR. ISSN 1907-9850. *Jurnal Kimia* 6 (1), Januari 2012 : 79-87.
- Puspitasari, D. A.P., Bintoro, V.P dan Setiani, B.E. 2013. Sifat- sifat Gel Gelatin Tulang Cakar Ayam. Mahasiswa Magister Ilmu Ternak Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang. *Jurnal Pangan dan Gizi Vol. 04 No. 07 Tahun 2013*.
- Rasyaf, M. 2007. *Panduan Beternak Ayam Pedaging*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Retno, D.T. 2012. Pembuatan Gelatin dari Tulang Ayam Boiler dengan Proses Hidrolisa. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III ISSN: 1979-911X* Yogyakarta.
- Saleh, E. 2004. *Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak*. Program Studi Produksi Ternak Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Sanaei, A.V., Mahmoodani, F., See, S.F., Yusop, S.M dan Babji, A.S. 2013. Optimization of Gelatin Extraction and Physico-Chemical Properties of Catfish (*C. garlepinus*) Bone Gelatin. *International Food Research Journal* 20 (1): 423-430.
- Sandria, N., Desmelati dan Sukmiwati, M.. 2014. Study Ekstraksi Gelatin dari Mata Ikan Tuna. *JOM: OKTOBER 2014*
- Santesso, N., Akl, E.A., Bianchi, M., dkk, 2012. Effects of higher- versus lower-protein diets on health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Clinical Nutrition* (2012) 66, 780–788
- Septriansyah, C. 2000. Kajian Proses Pembuatan Gelatin dari Hasil Ikutan Tulang Ayam dalam Kondisi Asam. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Produksi Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Setiawati I.H. 2009. *Karakteristik Mutu Fisik Kimia Gelatin Kulit Kakap Merah (Lutjanus Sp.)*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Shihab, Q. 1997. *Wawasan al-Qur'an Tafsir Maudhui Atas Pelbagai Persoalan Ummat*. Bandung: Mizan.
- Smith J.B dan Mangkoewidjojo, S. 2000. *Pemeliharaan, Pembibitan, dan Penggunaan Hewan Percobaan di daerah Tropis*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- SNI 06-3735-1995. *Mutu dan Cara Uji Gelatin*. Dewan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Stuart and Barbara. 2004. *Infrared Spectroscopy: Fundamental and Applications*. Amerika: Jhon Wiley.
- Sudarmadji, S., Haryono B., dan Suhardi. 1995. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty Press.
- Trisunaryanti, M, W., Lisna, P.S., Kartini, I., Sutarno., Falah, I.I and Triyono. 2016. Extraction of Gelatin from Bovine Bone and its Use as Template in Synthesis of Mesoporous Silica. *Asian Journal of Chemistry*; Vol. 28, No. 5 (2016), 996-1000.
- Wahyuni, M dan Rosmawaty, P. 2003. *Perbaikan daya saing industri perikanan melalui pemanfaatan limbah non ekonomis ikan menjadi gelatin*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Ward, A.G and Courts, A. 1977. *The Science and Technology of Gelatin*. New York: Academic Press.
- Widyasari, R and Rawdkuen, S. 2014. Extraction and Characterization of Gelatin from Chicken Feet by Acid and Ultrasound Assisted Extraction. *Food Appl. Biosci. J.* 2:83-95.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Yang, H and Wang, Y. 2009. Effects of Concentration on Nanostructural Images and Physical Properties of Gelatin from Channel Catfish Skins. *Food Hydrocoll.* 23, 577–584.
- Yenti, R., Nofiandi, D dan Rosmaini (2015). Pengaruh Beberapa Jenis Larutan Asam Pada Pembuatan Gelatin Dari Kulit Ikan Sepat Rawa (*Trichogaster Trichopterus*) Kering Sebagai Gelatin Alternatif. *Scientia* Vol. 5 NO. 2, Agustus 2015 ISSN : 2087-5045.
- Zhou, P. and Joe, M.R. 2005. Effect of Alkaline and Acid Pretreatments on Alaska Pollock Skin Gelatin Extraction. *J.Food Sci.*, 70: 392-396.

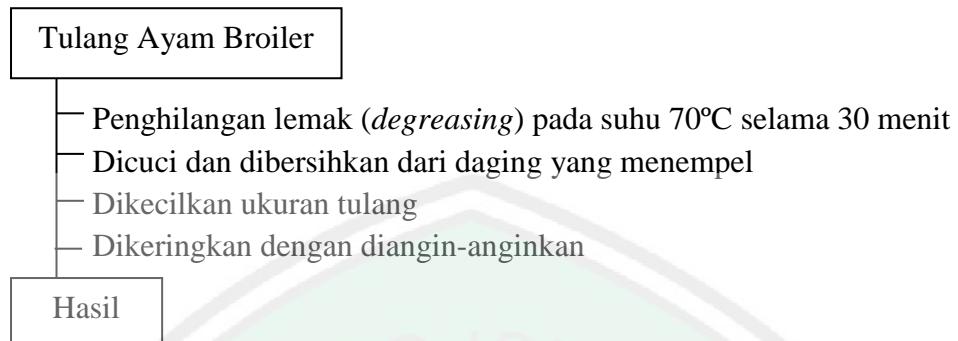
LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Kerangka Penelitian

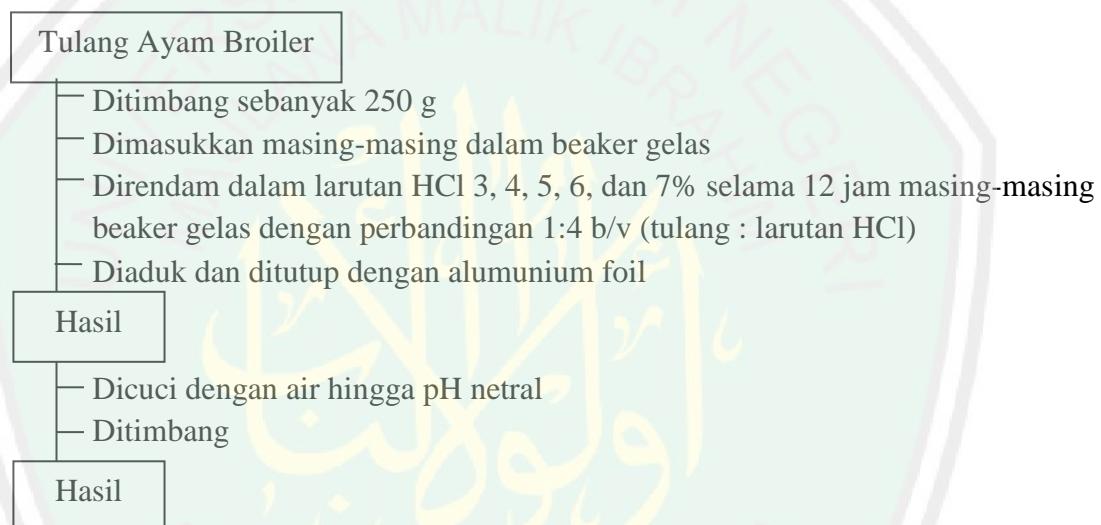


Lampiran 2. Diagram Alir Proses Pembuatan Gelatin

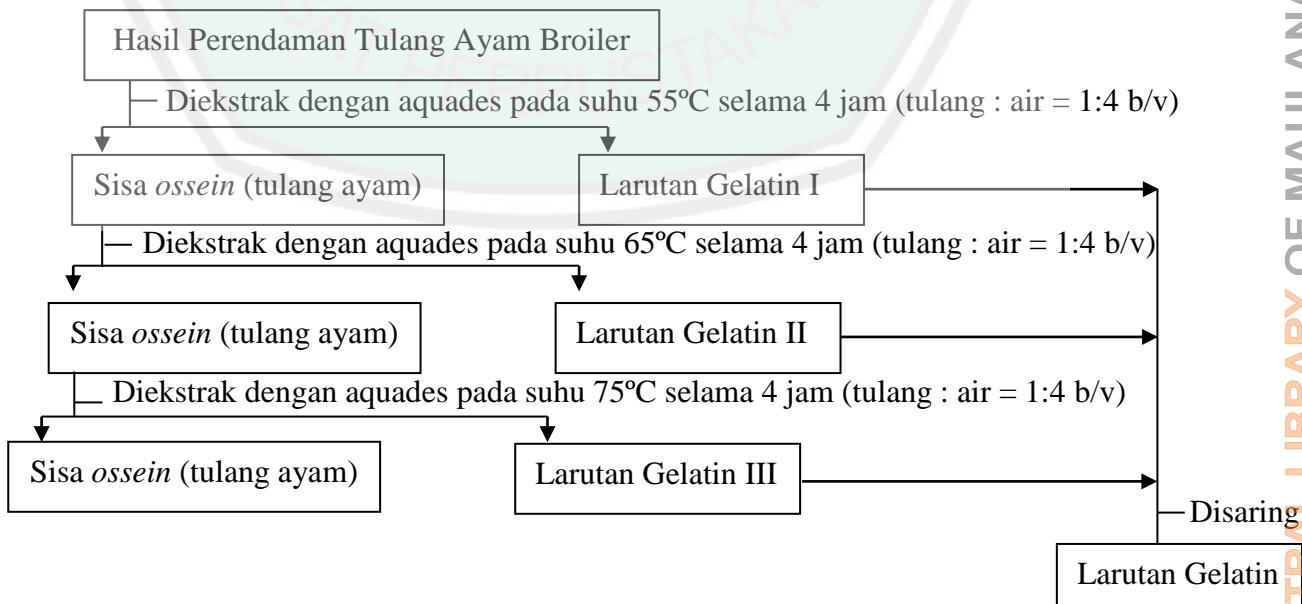
1. Preparasi Tulang Ayam Broiler (Sepriansyah, 2000)



2. Perendaman Tulang Ayam Broiler (Setiawati, 2009)



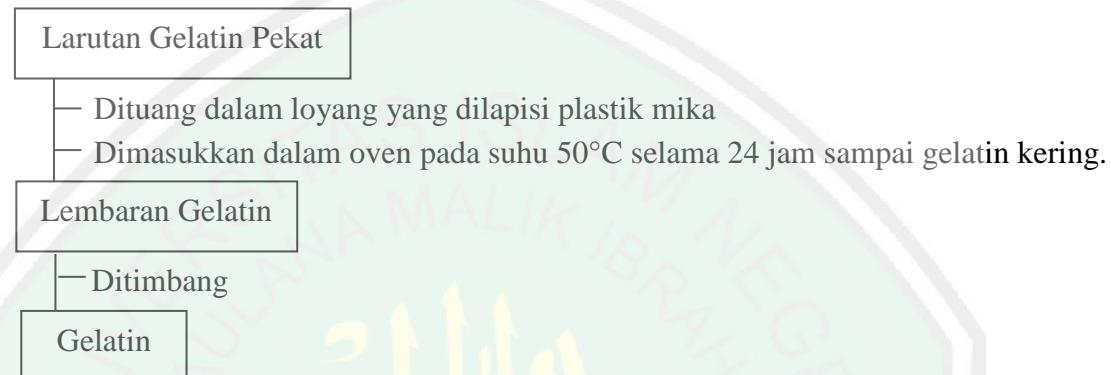
3. Ekstraksi Gelatin Tulang Ayam Broiler (Sepriansyah, 2000)



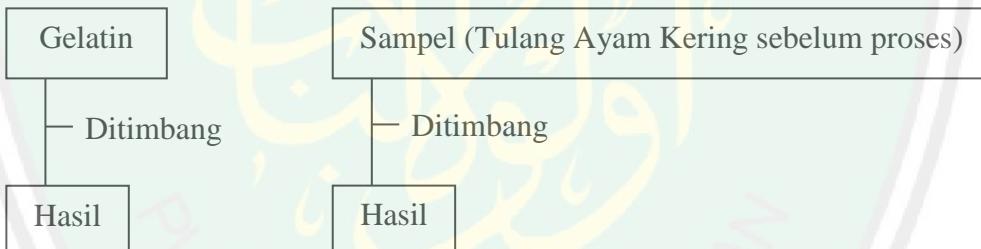
4. Pemekatan Gelatin (Abdullah dkk, 2016)



5. Pengeringan Gelatin (Sepriansyah, 2000)



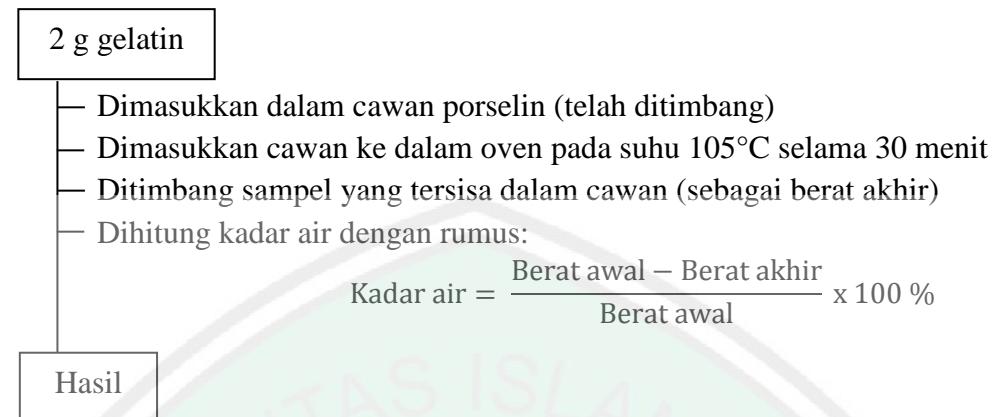
Rendemen (AOAC, 1995)



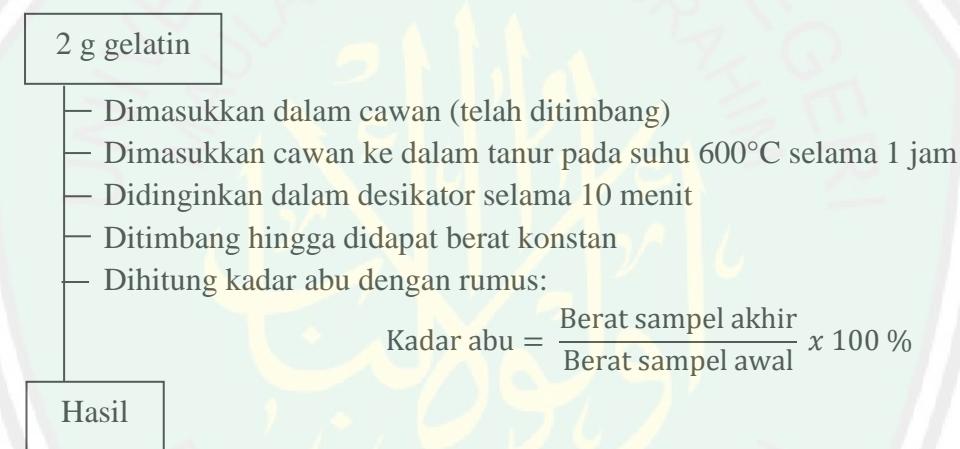
$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat gelatin}}{\text{Berat sampel}} \times 100 \%$$

Lampiran 3. Diagram Alir Uji Kualitas Gelatin

1. Penentuan Kadar Air (AOAC, 1995)

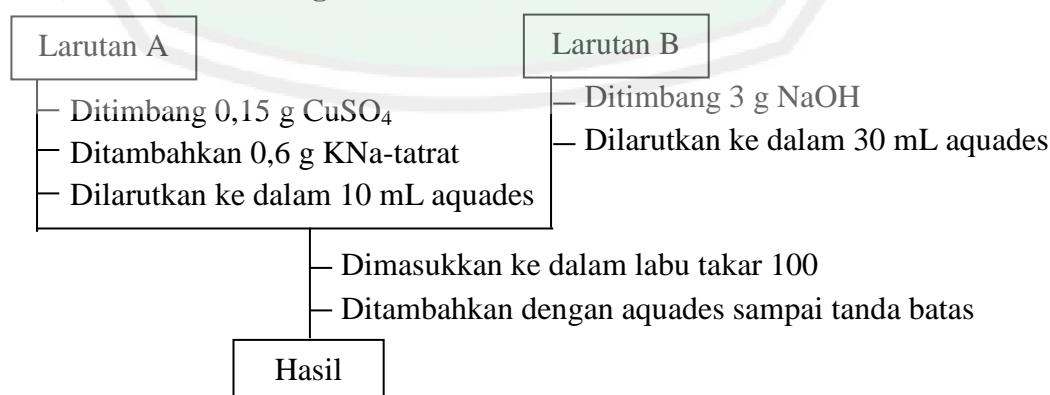


2. Penentuan Kadar Abu (AOAC, 1995)



3. Penentuan Kuantitatif Protein dengan Metode Biuret (Legowo, 2007)

a) Pembuatan Reagen Biuret



b) Pembuatan BSA 5 mg/mL

Serbuk BSA

- Ditimbang 0,1 g
- Dilarutkan dengan aquades
- Dimasukkan ke dalam labu takar 20 mL

Hasil

c) Pembuatan Kurva Standar

BSA 5 mg/mL

- Dimasukkan dalam tabung reaksi yang berbeda dengan volume (blanko; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6 0,8; dan 1) mL
- Ditambahkan aquades pada masing-masing tabung reaksi hingga volume total 4 mL
- Ditambahkan 6 mL reagen biuret
- Dihomogenkan
- Didiamkan selama 30 menit hingga membentuk warna ungu sempurna
- Diukur absorbansi pada panjang gelombang yang telah ditemukan
- Dibuat kurva standar antara konsentrasi protein dan absorbansi

Hasil

d) Penetapan Kadar Protein

Gelatin

- Ditimbang 1 gram
- Diekstrak dengan 20 mL aquades
- Disaring

Filtrat

Residu

- Dimasukkan dalam labu ukur 100 mL
- Ditandabataskan

Ekstrak

- Dipipet 1 mL dalam tabung reaksi
- Ditambahkan aquades 4 mL
- Ditambahkan 6 mL reagen biuret
- Dihomogenkan
- Didiamkan selama 30 menit hingga membentuk warna ungu sempurna
- Diukur absorbansi pada panjang gelombang yang telah ditemukan
- Ditentukan konsentrasi protein dengan menggunakan kurva standar

Hasil

4. Penentuan Stabilitas Emulsi (Harjawati, 2006)

0,5 g gelatin

- Disuspensi dalam 5 mL aquades
- Ditambahkan air sampel 7,5 mL dan minyak jagung sebanyak 7,5 mL
- Diblender selama 2 menit
- Dituang ke dalam beaker gelas
- Dipanaskan pada suhu 80°C selama 30 menit
- Ditimbang air yang tidak membentuk emulsi
- Dihitung stabilitas emulsi dengan rumus:

$$\text{Stabilitas emulsi} = \frac{\text{Berat fase yang tersisa}}{\text{Berat total bahan emulsi}} \times 100\%$$

Hasil

5. Penentuan Kekuatan Gel (Haris, 2008)

0,5 g gelatin

- Ditambahkan 7,5 mL aquades
- Diaduk sampai homogen dengan *magnetic stirrer*
- Dipanaskan sampai suhu 45°C selama 15 menit
- Diinkubasi pada suhu 10°C selama 2 jam
- Diukur gel yang terbentuk menggunakan alat *Texture analyser*

Hasil

6. Uji Kadar Keasaman (pH) (British Standard 757,1975)

0,2 g gelatin

- Dilarutkan ke dalam 20 mL aquades bersuhu 80°C
- Dihomogenkan
- Diukur dengan mencelupkan ujung elektroda pH meter ke dalam larutan gelatin hingga nilai yang terbaca dilayar pH meter stabil.

Hasil

7. Identifikasi gugus fungsi gelatin pada FTIR

0,02 g gelatin

- Ditambahkan 0,01 KBr
- Ditumbuk hingga halus
- Dibuat kepingan tipis (pelet)
- Dikarakterisasi dengan FTIR pada bilangan gelombang 4000 – 500 cm⁻¹

Hasil

Lampiran 4. Tabel Pita Absorpsi Inframerah

Gugus	Senyawa	Frekuensi (cm ⁻¹)	Daerah spektra (cm ⁻¹)	Nama daerah
OH	Alkohol	3580-3650	3333-3704	
	Asam	2500-2700		
NH	Amina primer dan sekunder	-3500		
		3310-3500		
	Amida	3140-3320	2857-3333	Vibrasi ulur hidrogen
CH	Alkuna	3300		
	Alkena	3010-3095		
	Aromatik	-3030		
	Alkana	2853-2962		
	Aldehida	2700-2900	2500-2857	
SH	Sulfur	2500-2700		
C=C	Alkuna	2190-2260		
C=N	Alkilnitril	2240-2260	2222-2250	Ikatan rangkap tiga
	Iosianat	2240-2275		
	Arilnitril	2220-2240		
-N=C=N	Diimida	2130-2155	2000-2222	
-N ₃	Azida	2120-2160		
>CO	Aldehida	1720-1740	(818-2000)	
	Keton	1675-1725		
	Asam Karboksilat	1700-1725		
	Ester	2000-2300		
	Asilhalida	1755-1850	1667-1818	Ikatan rangkap dua
	Amida	1670-1700		
CN	Oksim	1640-1690		
CO	B-diketon	1540-1640		
C=O	Ester	1650		
C=C	Alkena	1620-1680		
N-H _(b)	Amina	1575-1650	1538-1667	
-N=N-	Azo	1575-1630		
-C-NO ₂	Nitro	1550-1570	1538-1667	
-C-NO ₂	Nitro Aromatik	1300-1570		
C-O-C	Eter	1230-1270	1053-1333	
(CH ₂) _n	Senyawa lain	-722	666-900	

Sumber: Khopkar (2013)

Lampiran 5. Perhitungan Pembuatan Larutan**1. Pembuatan Larutan HCl 3%**

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$37\% \times V_1 = 3\% \times 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{3000}{37\%}$$

$$V_1 = 81,081 \text{ mL}$$

2. Pembuatan Larutan HCl 4%

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

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

$$V_1 = \frac{4000}{37\%}$$

$$V_1 = 108,108 \text{ mL}$$

3. Pembuatan Larutan HCl 5%

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$37\% \times V_1 = 5\% \times 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{5000}{37\%}$$

$$V_1 = 135,135 \text{ mL}$$

4. Pembuatan Larutan HCl 6%

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$37\% \times V_1 = 6\% \times 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{6000}{37\%}$$

$$V_1 = 162,162 \text{ mL}$$

5. Pembuatan Larutan HCl 7%

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$37\% \times V_1 = 7\% \times 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{7000}{37\%}$$

$$V_1 = 189,189 \text{ mL}$$

Lampiran 6. Pembuatan Kurva Standart dan Sampel

[BSA]		0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	Blank	Sampel
Larutan		BSA	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	
	Aquades	3,9	3,8	3,6	3,4	3,2	3	4	3
	Biuret	6	6	6	6	6	6	6	6
	Sampel								1

Perhitungan Konsentrasi BSA (*Bovine Serum Albumin*)

BSA 0,1 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$5 \text{ M} \times 0,1 \text{ mL} = M_2 \times 10 \text{ mL}$$

$$M_2 = \frac{0,5}{10}$$

$$M_2 = 0,05 \text{ M}$$

BSA 0,2 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$5 \text{ M} \times 0,2 \text{ mL} = M_2 \times 10 \text{ mL}$$

$$M_2 = \frac{1}{10}$$

$$M_2 = 0,1 \text{ M}$$

BSA 0,4 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$5 \text{ M} \times 0,4 \text{ mL} = M_2 \times 10 \text{ mL}$$

$$M_2 = \frac{2}{10}$$

$$M_2 = 0,2 \text{ M}$$

BSA 0,6 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$5 \text{ M} \times 0,6 \text{ mL} = M_2 \times 10 \text{ mL}$$

$$M_2 = \frac{3}{10}$$

$$M_2 = 0,3 \text{ M}$$

BSA 0,8 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$5 \text{ M} \times 0,8 \text{ mL} = M_2 \times 10 \text{ mL}$$

$$M_2 = \frac{4}{10}$$

$$M_2 = 0,4 \text{ M}$$

BSA 1 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$5 \text{ M} \times 1 \text{ mL} = M_2 \times 10 \text{ mL}$$

$$M_2 = \frac{5}{10}$$

$$M_2 = 0,5 \text{ M}$$

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian Proses Pembuatan Gelatin

		
Preparasi tulang (Pencucian tulang ayam)	Preparasi tulang (<i>Degreasing</i> selama 30 menit pada suhu 70°C)	Preparasi tulang (Pengecilan ukuran)
		
Preparasi tulang (Sebelum pengeringan)	Preparasi tulang (Setelah pengeringan)	Preparasi tulang (Penimbangan 250 g)

Pembuatan larutan HCl	Perendaman tulang	Perendaman tulang
		
Pencucian tulang lunak	Penetralan	Tulang lunak netral
		
Ekstraksi	Penyaringan	Larutan gelatin

		 <p>Larutan gelatin hasil <i>freeze drying</i></p>
<p>Larutan gelatin dari berbagai konsentrasi</p>	<p>Pemekatan larutan gelatin</p>	
 <p>Pengeringan gelatin</p>	 <p>Lembaran gelatin</p>	 <p>Gelatin dengan berbagai konsentrasi</p>

Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian Uji Kualitas

		
Kadar abu (Tanur)	Sebelum di tanur	Sesudah di tanur
		
Kadar air	Kadar protein	pH
		
Stabilitas emulsi	Kekuatan gel (<i>Texture analyzer</i>)	Kekuatan gel



Preparasi uji FTIR
(Gelatin + KBr)



Preparasi uji FTIR
(Pengepresan)



Pelet



Spektrofotometer FTIR

Lampiran 9. Perhitungan Uji Kualitas

Rendemen

Ulangan 1

$$3\% = \frac{2,59 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% = 1,036 \%$$

$$4\% = \frac{3,26 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% = 1,304 \%$$

$$5\% = \frac{5,57 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% = 2,228 \%$$

$$6\% = \frac{7,26 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% = 2,904 \%$$

$$7\% = \frac{6,11 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% = 2,444 \%$$

Ulangan 2

$$3\% = \frac{5,3 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% = 2,120 \%$$

$$4\% = \frac{6,53 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% = 2,612 \%$$

$$5\% = \frac{10,34 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% = 4,136 \%$$

$$6\% = \frac{11,15 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% = 4,460 \%$$

$$7\% = \frac{10,6 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100\% = 4,240 \%$$

Rata-rata

$$3\% = \frac{1,036 \% + 2,120 \%}{2} = 1,578 \%$$

$$4\% = \frac{1,304 \% + 2,612 \%}{2} = 1,958 \%$$

$$5\% = \frac{2,228 \% + 4,136 \%}{2} = 3,182 \%$$

$$6\% = \frac{2,904 \% + 4,460 \%}{2} = 3,682 \%$$

$$7\% = \frac{2,444 \% + 4,240 \%}{2} = 3,342 \%$$

Kadar Air

Ulangan 1

$$3\% = \frac{0,02 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 8 \%$$

$$4\% = \frac{0,0259 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 10,36 \%$$

$$5\% = \frac{0,0265 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 10,6 \%$$

$$6\% = \frac{0,0288 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 11,52 \%$$

$$7\% = \frac{0,0311 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 12,44 \%$$

Ulangan 2

$$3\% = \frac{0,0221 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 8,84 \%$$

$$4\% = \frac{0,0277 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 11,08 \%$$

$$5\% = \frac{0,0291 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 11,64 \%$$

$$6\% = \frac{0,0301 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 12,04 \%$$

$$7\% = \frac{0,0309 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 12,36 \%$$

Rata-rata

$$3\% = \frac{8 \% + 8,84 \%}{2} = 8,42 \%$$

$$4\% = \frac{10,36 \% + 11,08 \%}{2} = 10,72 \%$$

$$5\% = \frac{10,56 \% + 11,64 \%}{2} = 11,12 \%$$

$$6\% = \frac{11,54 \% + 12,04 \%}{2} = 11,78 \%$$

$$7\% = \frac{12,44 \% + 12,36 \%}{2} = 12,4 \%$$

Kadar Abu**Ulangan 1**

$$3\% = \frac{0,0146 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} \times 100\% = 2,92 \%$$

$$4\% = \frac{0,0122 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} \times 100\% = 2,44 \%$$

$$5\% = \frac{0,0098 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} \times 100\% = 1,96 \%$$

$$6\% = \frac{0,0079 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} \times 100\% = 1,58 \%$$

$$7\% = \frac{0,0048 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} \times 100\% = 0,96 \%$$

Ulangan 2

$$3\% = \frac{0,0139 \text{ g}}{0,25 \text{ g}} \times 100\% = 2,85 \%$$

$$4\% = \frac{0,0129 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} \times 100\% = 2,51 \%$$

$$5\% = \frac{0,0103 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} \times 100\% = 2,01 \%$$

$$6\% = \frac{0,0073 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} \times 100\% = 1,46 \%$$

$$7\% = \frac{0,0061 \text{ g}}{0,5 \text{ g}} \times 100\% = 1,22 \%$$

Rata-rata

$$3\% = \frac{2,92 \% + 2,78 \%}{2} = 2,85 \%$$

$$4\% = \frac{2,44 \% + 2,58 \%}{2} = 2,51 \%$$

$$5\% = \frac{1,96 \% + 2,06 \%}{2} = 2,01 \%$$

$$6\% = \frac{1,58 \% + 1,46 \%}{2} = 1,52 \%$$

$$7\% = \frac{0,96 \% + 1,22 \%}{2} = 1,09 \%$$

Stabilitas Emulsi**Ulangan 1**

$$3\% = \frac{3,97 \text{ g}}{7,03 \text{ g}} \times 100\% = 56,4723 \%$$

$$4\% = \frac{3,52 \text{ g}}{6,02 \text{ g}} \times 100\% = 58,4717 \%$$

$$5\% = \frac{3,67 \text{ g}}{6,16 \text{ g}} \times 100\% = 59,5779 \%$$

$$6\% = \frac{4,41 \text{ g}}{7,22 \text{ g}} \times 100\% = 61,0803 \%$$

$$7\% = \frac{4,16 \text{ g}}{6,72 \text{ g}} \times 100\% = 61,9047 \%$$

Ulangan 2

$$3\% = \frac{3,91 \text{ g}}{6,97 \text{ g}} \times 100\% = 56,0975 \%$$

$$4\% = \frac{4,11 \text{ g}}{7,16 \text{ g}} \times 100\% = 57,4022 \%$$

$$5\% = \frac{3,71 \text{ g}}{6,19 \text{ g}} \times 100\% = 59,9353 \%$$

$$6\% = \frac{4,81 \text{ g}}{7,55 \text{ g}} \times 100\% = 63,7086 \%$$

$$7\% = \frac{4,39 \text{ g}}{7,29 \text{ g}} \times 100\% = 60,2195 \%$$

Rata-rata

$$3\% = \frac{56,4723 \% + 56,0975 \%}{2} = 56,2849 \%$$

$$4\% = \frac{58,4717 \% + 57,4022 \%}{2} = 57,9369 \%$$

$$5\% = \frac{59,5779 \% + 59,9353 \%}{2} = 59,7566 \%$$

$$6\% = \frac{61,0803 \% + 63,7086 \%}{2} = 62,3945 \%$$

$$7\% = \frac{61,9047 \% + 60,2195 \%}{2} = 61,0621 \%$$

Kadar Protein

$$Y = 0,27137x - 0,00054$$

Ulangan 1

$$\begin{aligned} 3\% &= 0,0818 = 0,27137x - 0,00054 \\ &\quad 0,08243 = 0,27137x \\ &\quad x = 0,3037 \text{ mg/ml} \\ &= \frac{0,3037 \text{ mg/ml}}{5 \text{ mg/ml}} \times 10 \times 100\% = 60,7675 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4\% &= 0,0851 = 0,27137x - 0,00054 \\ &\quad 0,08564 = 0,27137x \\ &\quad x = 0,3156 \text{ mg/ml} \\ &= \frac{0,3156 \text{ mg/ml}}{5 \text{ mg/ml}} \times 10 \times 100\% = 63,2030 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5\% &= 0,0912 = 0,27137x - 0,00054 \\ &\quad 0,09174 = 0,27137x \\ &\quad x = 0,3381 \text{ mg/ml} \\ &= \frac{0,3381 \text{ mg/ml}}{5 \text{ mg/ml}} \times 10 \times 100\% = 67,7048 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6\% &= 0,1027 = 0,27137x - 0,00054 \\ &\quad 0,10324 = 0,27137x \\ &\quad x = 0,3804 \text{ mg/ml} \\ &= \frac{0,3804 \text{ mg/ml}}{5 \text{ mg/ml}} \times 10 \times 100\% = 76,1919 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 7\% &= 0,1066 = 0,27137x - 0,00054 \\ &\quad 0,10714 = 0,27137x \\ &\quad x = 0,3948 \text{ mg/ml} \\ &= \frac{0,3948 \text{ mg/ml}}{5 \text{ mg/ml}} \times 10 \times 100\% = 79,0701 \% \end{aligned}$$

Ulangan 2

$$3\% = 0,0922 = 0,27137x - 0,00054$$

$$0,09274 = 0,27137x$$

$$x = 0,3417 \text{ mg/ml}$$

$$= \frac{0,3417 \text{ mg/ml}}{5 \text{ mg/ml}} \times 10 \times 100\% = 68,4428 \%$$

$$4\% = 0,0965 = 0,27137x - 0,00054$$

$$0,09704 = 0,27137x$$

$$x = 0,3576 \text{ mg/ml}$$

$$= \frac{0,3576 \text{ mg/ml}}{5 \text{ mg/ml}} \times 10 \times 100\% = 71,6162 \%$$

$$5\% = 0,0991 = 0,27137x - 0,00054$$

$$0,09964 = 0,27137x$$

$$x = 0,3672 \text{ mg/ml}$$

$$= \frac{0,3672 \text{ mg/ml}}{5 \text{ mg/ml}} \times 10 \times 100\% = 73,5351 \%$$

$$6\% = 0,1003 = 0,27137x - 0,00054$$

$$0,10084 = 0,27137x$$

$$x = 0,3716 \text{ mg/ml}$$

$$= \frac{0,3716 \text{ mg/ml}}{5 \text{ mg/ml}} \times 10 \times 100\% = 74,4207 \%$$

$$7\% = 0,0862 = 0,27137x - 0,00054$$

$$0,08694 = 0,27137x$$

$$x = 0,3204 \text{ mg/ml}$$

$$= \frac{0,3204 \text{ mg/ml}}{5 \text{ mg/ml}} \times 10 \times 100\% = 64,0148 \%$$

Rata-rata

$$3\% = \frac{60,7675 \% + 68,4428 \%}{2} = 64,6052 \%$$

$$4\% = \frac{63,2030 \% + 71,6162 \%}{2} = 67,4096 \%$$

$$5\% = \frac{67,7048 \% + 73,5351 \%}{2} = 70,6199 \%$$

$$6\% = \frac{76,1919 \% + 74,4207 \%}{2} = 75,3063 \%$$

$$7\% = \frac{79,0701 \% + 64,0148 \%}{2} = 71,5424 \%$$

Nilai pH

Ulangan 1

3%	= 6,476
4%	= 5,501
5%	= 5,452
6%	= 4,561
7%	= 4,366

Ulangan 2

3%	= 6,281
4%	= 5,496
5%	= 5,36
6%	= 4,991
7%	= 4,265

Rata-rata

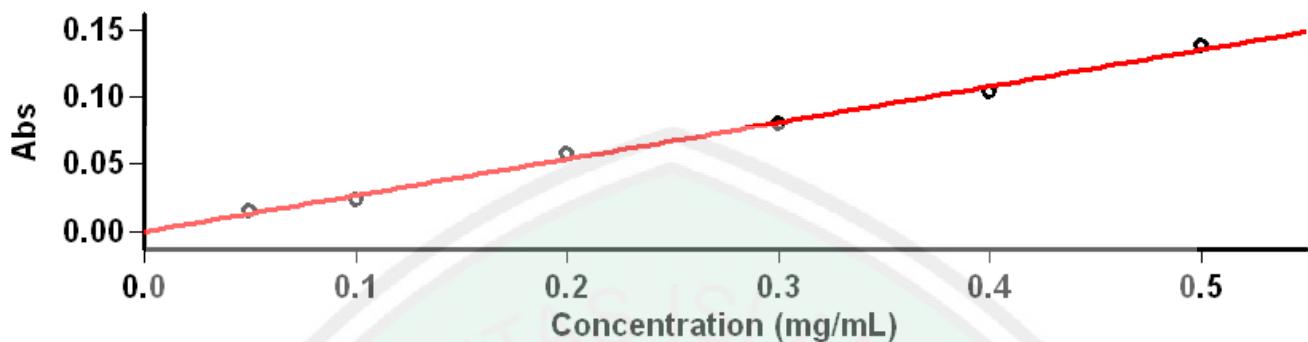
3%	= 6,3785
4%	= 5,5496
5%	= 5,406
6%	= 4,776
7%	= 4,3155

Lampiran 10. Data Berat Tulang

Ulangan	[HCl] (%)	Berat Awal (g)	Ekstrak I (55°C, 4 Jam)			Ekstrak II (65°C, 4 Jam)			Ekstrak III (75°C, 4 Jam)			Total Berat Akhir (g)	Total Larutan Gelatin I, II, III (mL)	Total Setelah Pemekatan (mL)	Berat Kering (g)
			Tulang (g)	Air (mL)	Larutan Gelatin I (mL)	Tulang (g)	Air (mL)	Larutan Gelatin II (mL)	Tulang (g)	Air (mL)	Larutan Gelatin III (mL)				
I	3	250	302	1208	960	245	980	500	162	648	155	120	1615	325	2.59
	4	250	346	1384	1050	250	1000	660	180	720	240	171	1950	390	3.26
	5	250	350	1400	1000	310	1240	850	235	940	345	220	2195	439	5.57
	6	250	367	1068	1130	328	1312	870	270	1080	540	242	2540	508	7.25
	7	250	371	1084	1190	339	1356	885	290	1160	598	250	2673	530	6.11
II	3	250	310	1240	1030	250	1000	510	175	700	165	139	1705	341	5.3
	4	250	331	1324	1090	260	1040	700	190	760	254	185	2044	408	6.53
	5	250	357	1428	1100	325	1300	865	249	996	392	239	2357	471	10.34
	6	250	360	1440	1180	337	1348	875	283	1132	560	255	2615	523	11.15
	7	250	383	1132	1200	340	1360	900	300	1200	610	260	2710	542	10.6

Kurva Standar Protein

Tanggal Analisa : 05 Mei 2017



Concentration Analysis Report

Report time 5/5/2017 2:13:21 PM
Method
Batch name D:\Nazilatun Ni'mah\Kurva Standar Protein
(05-05-2017).BCN
Application Concentration 3.00 (339)
Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
Instrument version no. 3.00
Wavelength (nm) 540.0
Ordinate Mode Abs
Ave Time (sec) 0.1000
Replicates 3
Standard/Sample averaging OFF
Weight and volume corrections OFF
Fit type Linear
Min R² 0.95000
Concentration units mg/mL

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1101)	540.0

Calibration

Collection time 5/5/2017 2:13:47 PM

Standard	Concentration mg/mL	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Std 1						0.0151 0.0149
	0.05	0.0149	0.0001	0.82	0.0149	
Std 2						0.0234 0.0236
	0.10	0.0235	0.0001	0.38	0.0235	
Std 3						0.0570 0.0570
	0.20	0.0570	0.0001	0.16	0.0569	
Std 4						0.0801 0.0801
	0.30	0.0800	0.0001	0.10	0.0800	

11/2/2017

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Absorbansi Sampel Gelatin HCl Ulangan 1

Tanggal Analisa : 08 Mei 2017

Advanced Reads Report

Report time 5/8/2017 3:20:30 PM
Method
Batch name D:\Nazilatun Ni'mah\Absorbansi Sampel Gelatin HCl
Ulangan 1 (08-05-2017).BAB
Application Advanced Reads 3.00 (339)
Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
Instrument version no. 3.00
Wavelength (nm) 540.0
Ordinate Mode Abs
Ave Time (sec) 0.1000
Replicates 3
Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1109)	540.0

Analysis

Collection time 5/8/2017 3:20:30 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
3%					0.0819 0.0817 0.0818
4%		0.0818	0.0002	0.12	0.0851 0.0850 0.0852
5%		0.0851	0.0001	0.06	0.0911 0.0913 0.0912
6%		0.0912	0.0000	0.05	0.1026 0.1028 0.1027
7%		0.1027	0.0001	0.05	0.1065 0.1066 0.1067

Results Flags Legend

R = Repeat reading

11/2/2017

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Absorbansi Sampel Gelatin HCl Ulangan 2

Tanggal Analisa : 13 Juni 2017

Advanced Reads Report

Report time	6/13/2017 2:33:01 PM
Method	
Batch name	D:\Nazilatun Ni'mah\Absorbansi Sampel Gelatin Ulangan 2 Baru (13-06-2017).BAB
Application	Advanced Reads 3.00 (339)
Operator	Rika

Instrument Settings

Instrument	Cary 50
Instrument version no.	3.00
Wavelength (nm)	540.0
Ordinate Mode	Abs
Ave Time (sec)	0.1000
Replicates	3
Sample averaging	OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1485)	560.0

Analysis

Collection time 6/13/2017 2:33:01 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
3%					0.0923 0.0921 0.0922
4%		0.0922	0.0004	0.66	0.0964 0.0965 0.0966
5%		0.0965	0.0001	0.26	
6%		0.0991	0.0001	0.13	0.0991 0.0990 0.0992
7%		0.1003	0.0002	0.25	0.1002 0.1004 0.1003
		0.0862	0.0002	0.31	0.0862 0.0863 0.0861

Results Flags Legend

R = Repeat reading

11/2/2017

Laboratorium Kimia – Fakultas Saintek
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Absorbansi Sampel Gelatin Komersil

Tanggal Analisa : 09 Agustus 2017

Advanced Reads Report

Report time	8/9/2017 10:59:25 AM
Method	
Batch name	D:\Nazilatun Ni'mah\Absorbansi Sampel Komersil (09-08-2017).BAB
Application	Advanced Reads 3.00 (339)
Operator	Susi

Instrument Settings

Instrument	Cary 50
Instrument version no.	3.00
Wavelength (nm)	540.0
Ordinate Mode	Abs
Ave Time (sec)	0.1000
Replicates	3
Sample averaging	OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1417)	540.0

Analysis

Collection time 8/9/2017 10:59:25 AM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Komersil					0.0861 0.0866

0.0863 0.0002 0.25 0.0863

Results Flags Legend

R = Repeat reading



**LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU DAN KEAMANAN PANGAN
(TESTING LABORATORY OF FOOD QUALITY AND FOOD SAFETY)**

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Jl. Veteran, Malang 65145, Telp. (0341) 573358

E-mail : labujipangan_thpub@yahoo.com

KEPADA : Nazilatun Ni'mah

**UIN MALIKI
MALANG**

**LAPORAN HASIL UJI
REPORT OF ANALYSIS**

Nomor / Number : 0361/THP/LAB/2017
Nomor Analisis / Analysis Number : 0361
Tanggal Penerbitan / Date of issue : 02 JUNI 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian
The undersigned ratifies that examination

Dari contoh / of the sample (s) of : **GELATIN**

Untuk analisis / For analysis :
Keterangan contoh / Description of sample :
Diambil dari / Taken from : -
Oleh / By : -
Tanggal penerimaan contoh / Received : 08 Mei 2017
Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 08 Mei 2017

Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :

KODE	GEL STRENGTH (N)
HCI 3% UI 1	6,5
HCI 4% UI 1	7,1
HCI 5% UI 1	8,8
HCI 6% UI 1	10,1
HCI 7% UI 1	8,6
HCI 3% UI 2	6,9
HCI 4% UI 2	6,8
HCI 5% UI 2	7,6
HCI 6% UI 2	9,5
HCI 7% UI 2	9,2

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK
CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL
CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN
TANDING BARANG

Ketua,

Dr. Widya Dwi Rukmi P., STP, MP
NIP. 19700504 199903 2 002