

**PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM PAPAIN PADA PROSES  
PRODUKSI GELATIN DARI TULANG AYAM BROILER**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**ANDRIATUL MASRURO**  
**NIM. 14630074**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2020**

**PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM PAPAIN PADA PROSES  
PRODUKSI GELATIN DARI TULANG AYAM BROILER**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**ANDRIATUL MASRURO**

**NIM. 14630074**

**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  
2020**

**PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM PAPAIN PADA PROSES  
PRODUKSI GELATIN DARI TULANG AYAM BROILER**

**SKRIPSI**

**OLEH:  
ANDRIATUL MASRURO  
NIM. 14630074**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal: 23 April 2020**

**Pembimbing I**



**Anik Maunatin, S.T., M.P  
NIDT. 19760105 20180201 2 248**

**Pembimbing II**



**Rifatul Mahmudah, M.Si  
NIDT. 19830125 20160801 2 068**

**Mengesahkan,  
Ketua Jurusan**




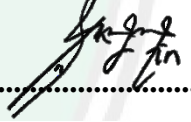

**Elok Kamilah Hayati, M.Si  
NIP. 19790620 200604 2 002**

**PENGARUH PENAMBAHAN ENZIM PAPAIN PADA PROSES  
PRODUKSI GELATIN DARI TULANG AYAM BROILER**

**SKRIPSI**

**OLEH:  
ANDRIATUL MASRURO  
NIM. 14630074**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 23 April 2020**

<b>Penguji Utama</b>	<b>: A. Ghanaim Fasya, M.Si NIP. 19820616 200604 1 002</b>	(.....  )
<b>Ketua Penguji</b>	<b>: Anik Maunatin, S.T., M.P NIDT.19760105 20180201 2 248</b>	(.....  )
<b>Sekretaris Penguji</b>	<b>: Dewi Yuliani, M.Si NIDT. 19880711 20160801 2 067</b>	(.....  )
<b>Anggota Penguji</b>	<b>: Rif'atul Mahmudah, M.Si NIDT. 19830125 20160801 2 068</b>	(.....  )

**Mengesahkan,  
Ketua Jurusan**



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

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andriatul Masruro

NIM : 14630074

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : “Pengaruh Penambahan Enzim Papain Pada Proses  
Produksi Gelatin Dari Tulang Ayam Broiler”

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 23 April 2020  
Yang membuat pernyataan,



Andriatul Masruro  
NIM.14630074



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya. Kupersembahkan dengan segala kerendahan hati

skripsiku ini

Kepada

Ayahku Suhartono, Ibukku Zuhriyah

Kakakku Azlifatul Jannah dan seluruh keluarga besar

Atas segala cinta, usaha, kasih sayang, materi, terutama do'a yang

tercurahkan tiada henti untuk keberhasilan ini

Tak lupa untuk orang-orang tersayang biokimia 2014, kuliner squad

semangat dan dukungan dalam segala kondisi

Teman-teman kimia angkatan 2014 khususnya kelas C...



## KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirobbil ‘Alamin, segala puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Yang Maha Penyayang, dimana dengan limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Pengaruh Penambahan Enzim Papain Pada Proses Produksi Gelatin Dari Tulang Ayam Broiler”**. Selama proses penulisan skripsi penulis mendapat banyak bimbingan, nasihat, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya kepada kami sehingga laporan ini terselesaikan dengan baik.
2. Orang tua tercinta yang telah banyak memberikan perhatian, nasihat, do’a dan dukungan baik moril maupun materil sehingga penulisan proposal penelitian ini dapat terselesaikan.
3. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bapak Dr. Anton Prasetya, M.Si selaku wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
6. Ibu Anik Maunatin, S.T, M.P selaku dosen pembimbing, Bapak Rif’atul Mahmudah, M.Si selaku dosen pembimbing agama, dan Ibu Dewi Yuliani,

M.Si selaku konsultan yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi masukan dalam penulisan skripsi ini.

7. Seluruh dosen dan laboran Jurusan Kimia UIN Malang yang telah memberikan motivasi, pengalaman, pengetahuan dan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh keluarga biokimia citra, puja, mala, dian, intan, vina, nende, irfan, ayuma, iza, nisak, mbak dedew dan mbak rohmah yang telah memberikan semangat pada penelitian selama ini.
9. Kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah ikut memberikan bantuan dan motivasi selama pelaksanaan penelitian sampai dengan laporan 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 memberikan manfaat bagi semua pihak. Amin

Malang, 23 April 2020



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>المخلص.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tulang ayam.....	6
2.2 Struktur Kolagen .....	7
2.3 Struktur Gelatin.....	8
2.4 Enzim Papain .....	10
2.5 Ekstrak Gelatin.....	12
2.6 Karakteristik Gelatin .....	14
2.6.1 Rendemen Gelatin.....	14
2.6.2 Kekuatan Gel .....	14
2.6.3 Kadar Abu dan Kadar Air .....	15
2.6.4 Kadar Protein .....	15
2.6.5 Derajat Keasaman (pH).....	16
2.6.6 Identifikasi Gugus Fungsi Dengan FTIR.....	16
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan .....	19
3.3 Rencana Penelitian .....	20
3.3 Tahapan Penelitian .....	20
3.4 Prosedur Kerja.....	20
3.4.1 Preparasi Sampel.....	20

3.4.2 Isolasi Gelatin Tulang Ayan Boiler.....	21
3.4.2.1 Penambahan Enzim Papain pada tulang ayam boiler dengan variasi enzim 1,5; 2; 2,5; 3; dan 3,5% .....	21
3.4.2.2 Perendaman Tulang Ayam Broiler Dengan Asam sitrat 13% ..	21
3.4.2.3 Ekstraksi Gelatin Tulang Ayam Broile .....	21
3.4.2.4 Pemekatan, Pendinginan, dan Pengeringan Gelatin Tulang Ayam Broiler .....	22
3.5.3 Uji Kualitas Gelatin Tulang Ayam Broiler .....	22
3.5.3.1 Rendemen .....	22
3.5.3.2 Penentuan Kadar Air .....	22
3.5.3.3 Penentuan Kadar Abu.....	23
3.5.3.4 Penentuan Derajat Keasaman (pH).....	23
3.5.3.5 Penentuan Kekuatan Gel Gelatin.....	23
3.5.3.6 Penentuan Kadar Protein .....	24
3.5.3.7 Identifikasi Gugus Fungsi Gelatin menggunakan FTIR.....	25
3.5.3.8 Analisis Data .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Preparasi Sampel.....	26
4.2 Isolasi Gelatin Tulang Ayam .....	27
4.3 Uji Kualitas Gelatin Tulang ayam.....	32
4.3.1 Rendemen .....	32
4.3.2 Kadar Air .....	34
4.3.1 Kadar Abu.....	35
4.3.2 Derajat Keasaman .....	37
4.3.1 Kekuatan Gel .....	38
4.3.2 Kadar Protein .....	39
4.4 Identifikasi Gugus Fungsi Gelatin dengan FTIR .....	41
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur kolagen berbentuk heliks.....	8
Gambar 2.2 Struktur Asam Amino pada Gelatin .....	9
Gambar 2.3 Koversi Kolagen Menjadi Gelatin.....	13
Gambar 2.4 Spektra FTIR dengan asam sitrat 13% .....	17
Gambar 4.1 Tulang Ayam Kering.....	26
Gambar 4.2 Mekanisme Enzimatik Untuk Hidrolisis Ikatan peptida .....	27
Gambar 4.3 Gelatin setelah pengeringan dengan oven.....	30
Gambar 4.4 Spektra FTIR gelatin pada konsentrasi enzim papain 3,5%.....	41



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Tulang Ayam .....	6
Tabel 2.2 Komposisi Asam Amino Pada Gelatin Ayam, Babi, Sapid an Ikan	9
Tabel 2.3 Sifat – Sifat Gelatin GMIA (2012) .....	10
Tabel 2.4 Sifat – Sifat Gelatin SNI No.06-3735-1995.....	10
Tabel 2.5 Hasil Analisis FTIR Pada Tulang Ayam .....	18
Tabel 4.1 Berat tulang ayam sesudah perendaman dengan papain.....	29
Tabel 4.2 Rendemen gelatin hasil ekstraksi dari tulang ayam.....	32
Tabel 4.3 Kadar air gelatin yang diekstraksi dari tulang ayam.....	34
Tabel 4.4 Hasil kadar abu gelatin tulang ayam.....	36
Tabel 4.5 Nilai derajat keasaman (pH) gelatin tulang ayam.....	37
Tabel 4.6 Hasil kekuatan gel gelatin tulang ayam .....	39
Tabel 4.7 Hasil kadar protein gelatin dari tulang ayam .....	40
Tabel 4.8 Hasil serapan identifikasi gelatin tulang ayam dengan enzim papain	42



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur Kerja .....	52
Lampiran 2. Skema Kerja .....	53
Lampiran 3. Perhitungan Larutan .....	57
Lampiran 4. Kadar Ossein.....	58
Lampiran 5. Perhitungan Kualitas Gelatin.....	59
Lampiran 6. Hasil Analisis Kekuatan Gel.....	63
Lampiran 7. Hasil Analisis Kadar Protein .....	64
Lampiran 8. Dokumentasi.....	65
Lampiran 9. Lampiran SPSS.....	67





## ABSTRAK

Masruro, Andriatul. 2020. **Pengaruh penambahan Enzim Papain Pada Proses Produksi Gelatin Dari Tulang Ayam Broiler**. Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Anik Maunatin, S.T., M.P; Pembimbing II: Rif'atul Mahmudah, M.Si; Konsultan : Dewi Yuliani, M.Si.

---

Kata kunci : tulang ayam , gelatin , enzim papain, asam sitrat

Gelatin adalah suatu biopolimer yang dihasilkan dari hidrolisis protein kolagen, Gelatin halal dapat diproduksi dari limbah tulang ayam boiler. Gelatin dapat diekstraksi dengan asam ataupun basa dengan bantuan enzim. Enzim papain berfungsi untuk memecah protein dengan cara menghidrolisis ikatan peptida. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim papain terhadap produksi gelatin.

Metode yang digunakan adalah *experimental laboratory* dengan menggunakan variasi konsentrasi enzim papain (15, 20, 25, 30 dan 35%). Karakteristik yang diuji pada gelatin adalah rendemen, kadar air, kadar abu, pH, kekuatan gel dan kadar protein. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), data yang dianalisis menggunakan *One Way ANOVA*. Gelatin dengan rendemen terbaik akan dianalisis gugus fungsi menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

Hasil gelatin yang terbaik didapatkan pada konsentrasi enzim papain 3,5% yang menghasilkan rendemen 6,21%, kadar air 4,11%, kadar abu 66,27%, kadar keasaman (pH) 4,06, kekuatan gel 118,76% dan kadar protein 43,32%. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa variasi penambahan enzim papain tidak memberikan pengaruh signifikan ( $\text{sig} > 0,05$ ) terhadap gelatin. Hasil analisis FTIR terdapat gelatin yang memberikan informasi tentang beberapa serapan yaitu  $3454,914 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2927,975 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1639,699 \text{ cm}^{-1}$ , dan  $1541,918 \text{ cm}^{-1}$  yang memiliki gugus fungsi antara lain N-H, C-N, C=O dan C-H.

## ABSTRACT

Masruro, Andriatul. 2020. **The Effect of Papain Enzyme Addition Toward Gelatin Production Process From Broiler Chicken Bone** Thesis. Department of Chemistry. Faculty of Science and Technology. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor I: Anik Maunatin, S.T., M.P; Advisor II: Rif'atul Mahmudah, M.Si; Consultant : Dewi Yuliani, M.Si.

---

Keywords: chicken bone, gelatin, papain, citric acid

Gelatin is a biopolymer obtained from collagen protein hydrolysis, Halal gelatin can be produced from waste broiler chicken bones. Gelatin can be extracted with acid or bases with the help of enzyme. The function of papain enzyme is to break down protein by hydrolyzing peptides bond. The aim of the research is to know the effects of papain enzyme concentration toward gelatin production.

The method used was an experimental laboratory using variations in the concentration of the papain enzyme (15, 20, 25, 30 dan 35%). The examined characterizations on gelatin were rendemen, water content, ash content, pH, gel strength, and protein level. This research was used Randomized Block Design (RAK), the data was analyzed using *Way ANOVA*. The functional group of gelatin with the best rendemen was analyzed using *Fourier Transform Infrared* (FTIR) spectrophotometer.

The best gelatin result was obtained in the papain enzyme concentration 3,5% that resulted rendemen 6,21%, water content 4,11%, ash content 66,27%, acidity level (pH) 4,06, gel strength 118,76%; and protein level 43, 32%. The result of statistic test showed that the variation of the addition of papain enzyme did not give significant influence ( $\text{sig} > 0,05$ ) toward gelatin production. The result of FTIR analysis gave information about some absorption there were  $3454,914 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2927,975 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1639,699 \text{ cm}^{-1}$ , and  $1541,918 \text{ cm}^{-1}$  which had functional group of N-H, C-N, C=O and C-H.

## الملخص

مسرورة، أندارية. ٢٠٢٠. ثير اضا فة انزيم بين على عملية إنتاج الجيلاتين من عظم دجاج التسمين. البحث الجامعي. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرفة الأول: أنيك معونة، الماجستير، المشرفة الثانية: رفعة المحمودة الماجستير المستشارة: ديوي يولياني ، الماجستير.

الكلمات المفتاحية: عظم الدجاج، الجيلاتين، انزيم غراء، حامض الستريك.

الجيلاتين هو بوليمر حيوي ينتج من التحلل المائي لبروتينات الكولاجين، يمكن إنتاج الجيلاتين لاجل من فضلات عظم دجاج التسمين. يمكن استخراج الجيلاتين لأحماض أو القواعد بمساعدة الإنزيمات. يعمل انزيم البابين على تكسير البروتينات عن طريق تحلل روابط الببتيد الماء. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد ثير تركيز انزيم بين على الجيلاتين.

كانت الطريقة المستخدمة عبارة عن معمل تجر يبي يستخدم للختلافات في تركيز انزيم البابين (١٥، ٢٠، ٢٥، ٣٠، و ٣٥٪). الخصائص التي تم اختبارها على الجيلاتين هي الحصول ومحتوى الماء ومحتوى الرماد واللس الهيدروجيني وقوة الهلام ومحتوى البروتين. استخدمت التجربة تصميم كتلة عشوائي (RAK) ، تم تحليل البيانات استخدام طريقة واحدة ANOVA. سيتم تحليل الجيلاتين مع أفضل الند الحصول من قبل المجموعات الوظيفية استخدام مقياس الطيف الضوئي ذو تحويل فورية الأشعة تحت الحمراء. (FTIR) تم الحصول على أفضل نتائج للجيلاتين عند تركيز غراء الإنزيم بين ٣٥٪ والذي ينتج العائد على ٢١،٦٪ ، محتوى رطوبة على ١١،٤٪ ، محتوى الرماد على ٢٧،٦٦٪ ، حموضة على ٤،٦ (pH) ، وقوة الهلام على ٧٦،١١٨٪ ومحتوى البروتين على ٤٣ ، ٣٢٪. أظهرت نتائج الاختبار الإحصائي أن تباين إضافة إنزيم بين لم يكن له ثير معنوي ( $\text{sig} > ٠,٥$ ) على بتحويل فورية الأشعة تحت الحمراء FTIR أن هناك الجيلاتين الذي يوفر معلومات عن العديد من الامتصاص ، وهي ثلاثة آلاف وأربعمائة وأربعة وخمسون وتسعمائة وأربعة عشر (٩١٤،٣٤٥٤) سنتيمتر -١ ، ألفان وتسعمائة وعشرون نقطة برأسه تسعمائة وخمسة وسبعون (٩٧٥،٢٩٢٧) سنتيمتر -١ ، ألف وتسعمائة وتسعة وثلاثون نقطة وستمائة وتسعة وتسعون (٦٩٩،١٦٣٩) سنتيمتر -١ ، و ألف خمسمائة وواحد واربعون وتسعمائة وثمانية عشر (٩١٨،١٥٤١) سنتيمتر -١ التي تحتوي على مجموعات وظيفية بما في ذلك  $\text{H-N}$  ،  $\text{N-C}$  ،  $\text{C=O}$  ، و  $\text{H-C}$ .

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gelatin adalah suatu biopolimer yang dihasilkan dari hidrolisis protein kolagen, yaitu salah satu protein yang dihasilkan dari kulit, jaringan otot dan tulang hewan (Suryanti, dkk., 2017). Gelatin banyak dimanfaatkan pada industri seperti makanan, farmasi, fotografi dan industri lainnya (Sasmitaloka, 2017). Menurut Wisdiyarsi (2014), gelatin pada industri makanan dimanfaatkan sebagai pengikat stabilitas dan konsistensi makanan. Selain itu, gelatin juga digunakan pada bidang medis sebagai komponen kapsul lunak dan kasar, pembalut luka serta bantalan absorben.

Indonesia merupakan salah satu negara pengimpor gelatin produksi dari Eropa dan Amerika (Wiyono, 2001). Menurut Badan Pusat Statistik (2017), impor gelatin pada tahun 2012 sampai tahun 2016 mengalami peningkatan sebesar 5.079.201 kg. Gelatin yang digunakan di pasaran menggunakan beberapa bahan baku antara lain 46% kulit babi, 29,4% kulit sapi, 23,1% tulang sapi dan 1,5% sumber lain dan yang beredar di pasaran menggunakan bahan berbau babi (GME, 2008). Hal ini menjadi masalah sebab sebagian besar penduduk Indonesia merupakan pemeluk agama Islam. Menurut ajaran Islam, aspek makanan wajib memiliki unsur halal dan thayyib termasuk gelatin. Oleh karena itu, diperlukan alternatif sumber halal seperti tulang ayam. Berdasarkan firman Allah dalam surat Al- Baqarah ayat 168:



يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ

مُبِينٌ ﴿١٦٨﴾

Artinya:

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

Menurut Tafsir Fathul Qadir حَلَالًا (yang halal) adalah maf ul (objek) atau hal (keterangan kondisi). Yang halal disebut kerana terlepasnya ikatan bahaya darinya. Ath- thayyib adalah yang dinikmati (Asy-Syaukani, dkk., 2008). Menurut Tafsir Al-Quranul Majid An-Nuur makanan halal adalah makanan yang baik (bersih, sehat) dan bukan hak orang lain. Makanan yang haram ada dua macam yaitu 1 haram karena zat (barangnya) misalnya daging babi, bangkai dan darah. 2 haram karena sebab yaitu harta yang diambil dari hak orang lain dengan cara yang tidak dibenarkan oleh agama misalnya mencuri (Ash-Shiddieq, 2000). Berdasarkan tafsir tersebut makanan halal adalah makanan yang bersih dan baik untuk tubuh. Makanan haram adalah makanan yang dapat membahayakan tubuh dan tidak bersih. Seperti pada penelitian ini menggunakan gelatin dari tulang ayam.

Tulang ayam mengandung protein yang tinggi yaitu kolagen (Retno, 2012). Kementerian Pertanian (2012) dari 41,21% protein pada tulang ayam dapat dihasilkan kolagen sebesar 33,3%. Kandungan kolagen yang tinggi membuat tulang ayam memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan baku dalam produksi



gelatin. Menurut Rusdiana, dkk. (2016) kolagen pada tulang mengandung mineral yaitu *hydroxypetaite* ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) dan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

Proses pembuatan gelatin melibatkan beberapa tahapan, yaitu penghilangan lemak, demineralisasi, ekstraksi dan pengeringan hasil akhir (Puspitasari, 2013). Tahap demineralisasi dan ekstraksi pembuatan gelatin dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu, asam, basa dan enzim (Hidayat, 2016). Proses demineralisasi banyak menggunakan asam lemah karena aman untuk dikonsumsi. Menurut Rohmah (2017), proses demineralisasi pada gelatin tulang ayam dengan menggunakan asam sitrat 13% pada lama perendaman 60 jam sehingga menghasilkan rendemen 12,3% dan kadar protein 41,96 %.

Proses demineralisasi juga dapat menggunakan enzimatis misalnya enzim protease. Protease merupakan enzim yang sering digunakan dalam proses produksi gelatin dikarenakan kemampuannya dalam memecah protein menjadi senyawa yang lebih sederhana (Anggraini, dkk., 2015). Keuntungan proses enzimatis diantaranya dapat menghasilkan produk gelatin dengan kadar protein dan kadar air yang lebih baik (Tridhar, 2015). Menurut Khiari (2013), metode enzimatis dapat meningkatkan kadar rendemen dengan cara mempercepat proses hidrolisis protein.

Proses demineralisasi pada penelitian Hidayat dkk., (2016), Proses ekstraksi menggunakan enzim papain menghasilkan produk dengan kekuatan gel 376,21 g bloom dan kadar air sebesar 7,12% sedangkan metode asam fosfat 6% menghasilkan gelatin berkekuatan gel 332,87 g bloom dan kadar air 9,30%, sehingga dapat disimpulkan bahwa enzim dapat meningkatkan kekuatan gel. Penelitian Tridhar dkk., (2015), ekstraksi kolagen yang menjadi bahan dasar dari

limbah tulang dan sisik ikan gurami dilakukan dengan membandingkan metode asam asetat kadar protein 10,27%, air 9,09%, rendemen 4,27% dan pH 6 dan enzim protease menghasilkan kadar protein 12,43%, air 7,14%, rendemen 3,94 dan pH 6,5. Berdasarkan hasil analisis secara keseluruhan metode enzimatik menghasilkan kolagen dengan karakteristik yang lebih baik.

Proses pembuatan gelatin dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan enzim dan asam. Penelitian kombinasi dilakukan dengan membuat gelatin dari ikan lele dumbo menggunakan enzim protease dan asam sitrat dengan variasi pada lama perendaman yang menghasilkan rendemen optimum sebesar 2,908% pada variasi enzim protease 0,084%, asam sitrat 5,875% dan lama perendaman 41,46 jam sehingga didapatkan kadar air 15,2% dengan kadar protein 49,7% dan kekuatan gel optimum sebesar 136,439 g bloom pada konsentrasi enzim protease 0,066%, asam sitrat 4,422% dan lama perendaman 34,0224 dengan kadar air sebesar 13,125 %, dan kadar protein 65,425% (Iqbal, 2015). Hasil analisis tersebut didapatkan kadar air dan kadar abu yang sesuai dengan standart nasional Indonesia (SNI).

Penelitian kali ini bertujuan untuk meningkatkan kuantitas gelatin dengan penambahan enzim papain pada metode ekstraksi asam. Asam sitrat 13% digunakan pada tahap ekstraksi gelatin dari bahan baku tulang ayam. Enzim yang digunakan yaitu enzim papain dengan variasi konsentrasi 15, 20, 25, 30, dan 35%. Metode penambahan enzim papain pada proses pembuatan gelatin diharapkan dapat meningkatkan karakteristik gelatin seperti rendemen, kadar air, kadar protein

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi enzim papain pada proses produksi gelatin dari tulang ayam?
2. Bagaimana hasil karakteristik FTIR dari gelatin tulang ayam terbaik?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi enzim papain pada proses produksi gelatin dari tulang ayam.
2. Mengetahui spektra FTIR dari gelatin tulang ayam terbaik.

## **1.4 Batasan Masalah**

1. Sampel yang digunakan tulang ayam boiler kecuali kaki ayam dan kepala ayam yang berasal dari Pasar Kepanjen Kota Malang.
2. Konsentrasi enzim papain 15, 20, 25, 30, dan 35% dengan menggunakan asam sitrat 13% dan lama perendaman 48 jam.
3. Analisa kualitas gelatin meliputi: kadar air, kadar abu, kadar protein, derajat keasaman, kekuatan gel.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi bahwa pembuatan gelatin dapat dilakukan dengan metode enzim papain.
2. Mendapatkan informasi tentang pembuatan gelatin dari tulang ayam tanpa meragukan kehalalan gelatin yang ada di pasaran.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tulang Ayam

Tulang adalah salah satu jaringan pengikat yang terdiri dari sel, serat dan bahan pengisi (Sara, 2014). Bahan pengisi pada tulang terdiri dari 69% bahan anorganik, 22% bahan organik dan 9% air (Mayasaroh, dkk., 2012). Tulang ayam memiliki komposisi secara kimiawi yaitu kalsium karbonat dan kalsium fosfat, tetapi pada tulang ayam juga memiliki komponen organik pada tulang ayam yaitu kolagen (Winarno, 2002;Darnayanto, 2009). Kolagen yang merupakan protein yang ada pada tulang. Protein yang tinggi didapatkan pada tulang yang masih segar karena bahan baku yang baik untuk membuat gelatin (Wijaya, dkk., 2015). Menurut Retno (2012), tulang ayam berisi senyawa – senyawa kimia seperti pada

#### Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Komposisi Tulang Ayam Boiler

Komposisi	Kandungan (%)
Air	1,8-44,3
Lemak	1,2-26,9
Kolagen	1,5-32,8
Zat Anorganik	28,0-56,0

Tulang ayam memiliki berbagai kandungan yang dapat dimanfaatkan. Allah telah menjelaskan bahwa binatang ternak memiliki banyak manfaat yang dijelaskan dalam al-Quran surat An-Nahl ayat 5.

وَالْأَنْعَامَ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ وَمَنْفَعٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٥﴾

*Artinya:*

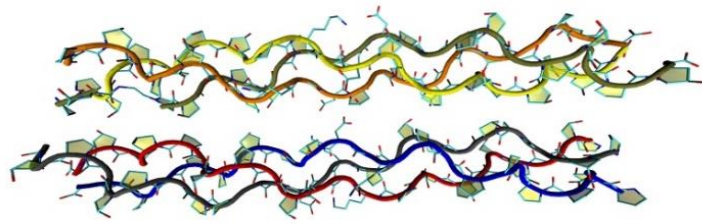
*“Dan Dia telah menciptakan binatang ternak untuk kamu; padanya ada (bulu) yang menghangatkan dan berbagai-bagai manfaat, dan sebahagiannya kamu makan” (Q.s An-Nahl : 5).*

Menurut Tafsir Al- Misbah وَالْأَنْعَامَ خَلَقَهَا لَكُمْ adalah binatang ternak yang di ciptakan untuk kamu. Allah menciptakan binatang ternak untuk dimanfaatkan dan memiliki keistimewaan untuk kamu gunakan (Shihab, 2002). Menurut Tafsir Adhwa’ul Bayan Allah menciptakan binatang ternak untuk manusia agar mereka mengambil manfaat dari binatang ternak itu sebagai anugerah-Nya atas mereka (Asy-Syanqithi, 2007). Menurut Tafsir Ibnu Katsir Allah menciptakan binatang ternak untuk kemaslahatan dan manfaat bagi manusia (Abdullah, 2007). Berdasarkan tafsir tersebut Allah SWT menciptakan segala sesuatu di muka bumi ini dengan tidak sia – sia. Manusia harus dapat mengelola dengan sebaik–baiknya. Salah satunya tulang ayam.

## **2.2 Struktur Kolagen**

Kolagen adalah salah satu jaringan ikat yang berada pada protein hewan yang jumlahnya mencapai 30%. Protein tersebut terdapat pada beberapa komponen yaitu otot, jaringan ikat, gusi dan kulit (Ata, 2016). Kolagen terbentuk dari tropokolagen yang strukturnya batang dengan molekul 300.000 Da. Tropokolagen memiliki 3 rantai polipeptida yang sama panjang sehingga dapat membentuk struktur heliks (Rahmadiani, 2010). Susunan kolagen dapat ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.





**Gambar 2.1** Struktur kolagen yang berbentuk heliks (Hashim, 2015)

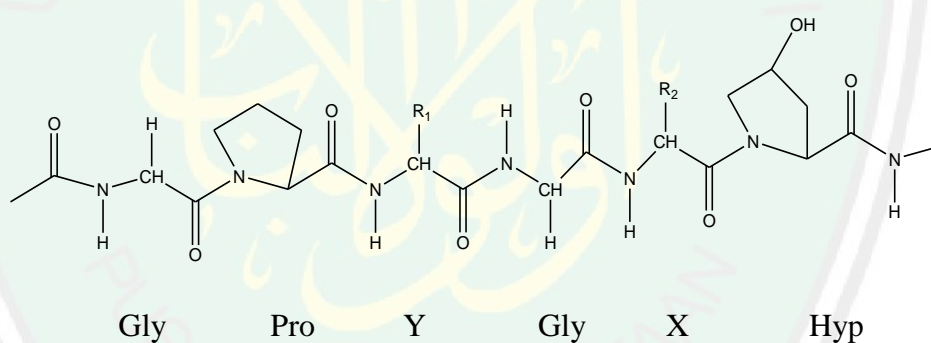
### 2.3 Struktur Gelatin

Gelatin adalah biopolimer yang dibuat dari hidrolisis kolagen (Johnson, 2009). Polipeptida pada gelatin memiliki berat molekul 200.000 Dalton hingga 250.000 Dalton. Gelatin memiliki sifat yang sesuai dengan asam amino penyusunnya (Rahmadani, 2014). Gelatin hanya mengandung 9 asam amino esensial dan tidak memiliki satu asam amino yaitu triptofan (Rahamdanti, dkk., 2010). Menurut Aisyah, dkk. (2014), gelatin terdiri dari 18 asam amino yang dapat membentuk rantai polimer yang ditunjukkan pada **Tabel 2.2** dan struktur gelatin yang terdiri dari asam amino. Asam amino berurutan Gly – X – Y, X dan Y pada struktur tersebut sering ditemukan sebagai prolin dan hidroksiprolin yang telah ditunjukkan pada **Gambar 2.2**.

**Tabel 2.2** Komposisi Asam Amino Pada Gelatin Ayam, Babi, Sapi dan Ikan

Asam amino	Ayam	Babi	Sapi	Ikan
Alanin	101	112	113	123
Argenin	56	49	47	47
Asam aspartat	21	46	46	48
Sistein	2	-	-	-
Glisin	337	330	342	347
Asam glutamat	58	72	74	69
Hidroksiprolin	121	91	83	79
Isoleusin	12	10	11	8
Leusin	26	24	24	23
Lisin	47	27	25	25
Metionin	7	4	4	9
Fenilalanin	18	14	12	13
Prolin	134	132	127	119
Serin	22	35	39	35
Treonin	10	18	33	24
Tirosin	12	3	4	2
Valin	19	26	19	15

Sumber: Aisyah, dkk. (2014)

**Gambar 2.2** Struktur asam amino pada gelatin (Hashim, 2015)

Gelatin memiliki asam amino yang banyak yaitu glisin, prolin dan 4-hidroksiprolin. Pada asam amino hidroksiprolin dapat mempengaruhi kekuatan gel, sehingga apabila hidroksiprolin semakin banyak maka kekuatan gel akan semakin baik (Jaswir, 2007; Sara, 2014). Gelatin memerlukan standart mutu untuk digunakan sebagai industri pangan dapat dilihat dari sifat fisika dan kimia.

Menurut GMIA (2012), Gelatin dapat diukur dengan beberapa parameter yaitu kekuatan gel, pH, titik isoelektrik, viskositas dan kadar abu (Sara, 2014). Sifat-sifat gelatin dapat ditunjukkan **Tabel 2.3** dan **Tabel 2.4**.

**Tabel 2.3** Sifat – Sifat Berdasarkan Gelatin GMIA (2012)

<b>Karakteristik</b>	<b>Tipe A</b>	<b>Tipe B</b>
Kekuatan gel	50–300	50–300
pH	3,8–5,5	4,7–5,4
Titik isoelektrik	7,0–8,0	4,7–5,4
Viskositas	15–75	20–75
Kadar abu	0,3–2	0,5–2

**Tabel 2.4** Sifat – Sifat Gelatin Berdasarkan SNI No.06-3735-1995

<b>Karakteristik</b>	<b>Syarat</b>
Warna	Tidak berwarna
Bau dan rasa	Normal
Kadar air	Maksimal 16%
Kadar abu	Maksimal 3,25%
Logam berat	Maksimal 50 mg/kg
Arsen	Maksimal 2 mg/kg
Tembaga	Maksimal 30 mg/kg
Seng	Maksimal 100 mg/kg
Sulfit	Maksimal 1000 mg/kg

## 2.4 Enzim Papain

Enzim papain adalah salah satu enzim proteolitik yang dapat digunakan untuk mengekstrak kolagen. Buah dan daun pepaya sering digunakan sebagai bahan pada pembuatan enzim papain yang berlabel halal (Astiana, 2016; Zusfahair, 2014). Pengambilan kolagen dapat dilakukan dengan enzim papain yang berbahan baku tulang ayam. Proses tersebut enzim berfungsi sebagai katalis untuk memecah ikatan peptida, polipeptida dan protein dengan cara menghidrolisis menjadi molekul–molekul yang lebih sederhana seperti asam

amino dan peptida yang lebih pendek. Menurut Budiawan (2016), papain merupakan enzim proteolitik yang tahan terhadap suhu, kisaran pH yang luas dan lebih murni dibanding bromelin dan ficin. Optimum pH enzim papain adalah 5–7 dan suhu optimum 40–60°C. Keaktifan enzim papain dapat menurun sebanyak 20% apabila suhu 70°C selama 3 menit dengan pH 7 (Anggraini, dkk., 2015).

Enzim dapat membantu mengambil kolagen pada tulang. Kolagen yang didapatkan dapat mempengaruhi jumlah dari gelatin. Pembuatan kolagen kaki ayam dapat dilakukan dengan menggunakan variasi jenis enzim yaitu pada pepsin dan enzim papain. Hasil rendemen pada variasi enzim didapatkan enzim pepsin lebih tinggi yaitu 22,94% dan pada papain menghasilkan 18,16%. Dari hasil rendemen tersebut papain dan pepsin tidak jauh berbeda sehingga papain juga dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mengisolasi gelatin (Hashim, 2014). Semakin tinggi kadar pH pada enzim dapat menyebabkan kolagen yang dihasilkan semakin sedikit. Kolagen akan meningkat apabila semakin bertambahnya konsentrasi enzim sampai pada tingkat maksimum.

Enzim memiliki sisi aktif yang hanya berikatan dengan substrat yang khas. Enzim papain hanya dapat berikatan dengan protein yang berada pada tulang. Allah menciptakan segala sesuatu secara berpasang-pasangan seperti yang dijelaskan pada Al-Quran surat Yasin ayat 36.

سُبْحَانَ الَّذِي خَلَقَ الْأَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُثْبِتُ الْأَرْضُ وَمِنْ أَنْفُسِهِمْ وَمِمَّا لَا يَعْلَمُونَ ﴿٣٦﴾

*Artinya:*

*“Maha Suci Tuhan yang telah menciptakan pasangan-pasangan semuanya, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka maupun dari apa yang tidak mereka ketahui” (QS. Yasin :36).*

menurut Tafsir Al-Mishbah أزواج memiliki arti kata pasangan. Dalam tafsir tersebut berpasangan bukan hanya manusia tetapi juga makhluk hidup lain (Shihab, 2002). Menurut Tafsir Al-Quranul Majid An-Nuur Allah menciptakan segala sesuatu secara berpasang-pasangan. Agar mereka mengetahui kebesaran Allah dan kekuasaan-Nya (Ash-Shiddieqy, 2000). Berdasarkan tafsir tersebut Allah menciptakan segala sesuatu secara berpasang – pasangan. Seperti yang diterangkan pada tafsir tersebut bahwasanya enzim papain memiliki sisi aktif yang hanya dapat berikatan dengan protein.

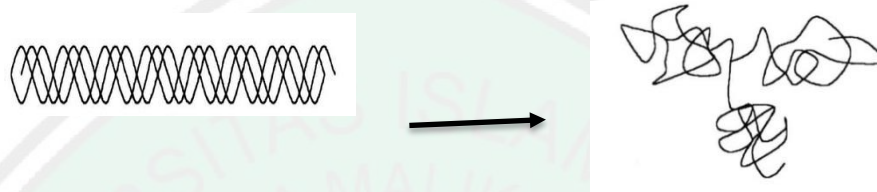
## 2.5 Ekstraksi Gelatin

Tahap-tahap pembuatan gelatin dari tulang ayam dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain *degreasing*, demineralisasi, ekstraksi dan pengeringan (Ridhay, dkk., 2016). Tahap *degreasing* dapat dilakukan dengan cara membersihkan tulang dari kotoran, sisa daging, dan lemak. Tulang dipanaskan selama 30 menit yang berfungsi untuk mempermudah menghilangkan kotoran yang masih menempel pada tulang. Tulang yang sudah dibersihkan diperkecil ukurannya yang berfungsi untuk memperluas permukaan pada tulang (Huda, dkk., 2013). Menurut Ridhay, dkk. (2016), proses *degreasing* dapat dilakukan dengan cara dipanaskan air pada suhu 90 – 100°C.

Tahap demineralisasi adalah tahap yang berfungsi untuk menghilangkan kalsium dan garam-garam mineral lainnya (Huda, dkk., 2013). Demineralisasi dapat dilakukan dengan cara merendam tulang dengan larutan asam dan enzimatis. Enzim dalam proses demineralisasi berfungsi untuk menghidrolisis kolagen menjadi gelatin dari kulit atau tulang. Beberapa enzim yang dapat



menghidrolisis antara lain alkalase, pepsin, tripsin dan papain (Atma, 2016; Ridhy, dkk., 2016). Menurut Syahraeni, dkk. (2017), konsentrasi asam dan lama waktu demineralisasi yang terlalu lama dapat mengakibatkan menurunnya hasil dari gelatin. menurut Ridhay, dkk. (2016) konversi kolagen menjadi gelatin ditunjukkan ada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3** konversi kolagen menjadi gelatin (Ridhay, dkk., 2016)

Ekstraksi gelatin dilakukan untuk mendenaturasi, peningkatan hidrolisis dan kelarutan gelatin. Suhu yang dapat digunakan untuk mengekstraksi gelatin 50-100°C (Huda, dkk., 2013). Menurut Arima, dkk. (2015), ekstraksi dilakukan setelah direndam pada asam dan ekstraksi ini dilakukan dengan menggunakan akuades. Ekstraksi berfungsi untuk mengkonversikan kolagen menjadi gelatin. Hasil dari ekstraksi tersebut masih tercampur dengan senyawa lain sehingga dilakukan pemekatan.

Pengeringan dapat dilakukan pada larutan yang sudah pekat. Pengeringan dilakukan dengan oven sampai suhu 55°C selama 2 hari (Suptijah, dkk., 2013). Hasil tersebut dihancurkan menjadi serbuk yang berfungsi untuk memperluas permukaan sehingga hasil dapat diproses dengan cepat dan maksimal. Hasil gelatin yang seperti serbuk bersifat reaktif dan lebih mudah digunakan (Rahayu, dkk., 2015).

## **2.6 Karakteristik Gelatin**

### **2.6.1 Rendemen Gelatin**

Rendemen adalah perbandingan dari jumlah gelatin kering dengan berat total tulang yang digunakan (Sanaei, dkk., 2013). Tinggi rendahnya rendemen dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu proses perendaman, konsentrasi dan jenis pelarut yang sesuai dengan demineralisasi (Saleh, dkk., 2002). Proses isolasi enzim pada pembuatan gelatin memiliki kadar rendemen yang lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan pelarut kimia. Enzim hanya dapat menghidrolisis sedikit kolagen sehingga hasil rendemen gelatin sedikit (Hidayat, dkk., 2016). Menurut Astiana (2016), kolagen pada proses menggunakan enzim papain dapat meningkatkan hasil rendemen dibandingkan dengan menggunakan asam.

### **2.6.2 Kekuatan Gel**

Kekuatan gel adalah parameter yang digunakan untuk menentukan kelayakan pada suatu produk gelatin (Puspawati, dkk., 2016). Manfaat kekuatan gel pada proses pembuatan gelatin yaitu mengubah larutan cair menjadi padat. Hasil kekuatan gel yang sesuai dengan Standart Nasional Indonesia (SNI) dapat digunakan untuk produksi gelatin. Faktor yang mempengaruhi kekuatan gel antara lain konsentrasi protein, nilai pH dan konsentrasi ion (Kusnandar, 2010). Banyaknya rendemen tidak dapat mempengaruhi dari kekuatan gel karena kekuatan gel dipengaruhi oleh banyaknya hidrolisis kolagen menjadi gelatin akibat pengaruh dari proses demineralisasi pada pelarut asam (Hidayat, dkk.,

2016). Proses enzimatis dapat menghasilkan kekuatan gel yang lebih tinggi karena enzim dapat menghidrolisis lebih selektif (Hidayat, dkk., 2016).

### **2.6.3 Kadar Abu dan Kadar Air**

Kadar abu merupakan campuran dari anorganik atau mineral yang berada pada bahan pangan (Tridhar, 2016). Nilai kadar abu gelatin dapat dipengaruhi oleh proses pencucian maupun demineralisasi. Apabila pada proses demineralisasi mineral – mineral yang ada didalamnya keluar semakin banyak maka kadar abu yang dihasilkan akan semakin kecil (Suptijah, dkk., 2013).

Kadar air adalah salah satu yang sangat penting pada makanan karena dapat mempengaruhi tekstur, penampakan dan cita rasa. Aktivitas metabolisme dapat dipengaruhi oleh kadar air seperti mikroba, enzim dan kimia (Tridhar, dkk., 2016). Pengeringan gelatin dapat dilakukan dengan *freeze dryer* tetapi jumlah air yang dapat menguap lebih sedikit dibandingkan dengan menggunakan oven (Suptijah, dkk., 2013).

### **2.6.4 Kadar Protein**

Kadar protein merupakan kadar yang dapat menunjukkan tingkat kemurnian pada gelatin (Iqbal, dkk., 2015). Nilai kadar protein dipengaruhi oleh lama perendaman dan konsentrasi asam. Enzim protease bekerja untuk menghidrolisis protein pada pembuatan gelatin (Poedjiadi, 2005; Azara, 2017). Konsentrasi enzim juga dapat mempengaruhi hasil dari kadar abu. Enzim dapat secara selektif menghidrolisis kolagen. Hidrolisis tersebut dapat meningkatkan

kadar protein apabila jumlah struktur ikatan asam amino dan tingginya jumlah protein yang dapat dihidrolisis oleh enzim. (Hidayat, dkk., 2016).

### **2.6.5 Derajat Keasaman (pH)**

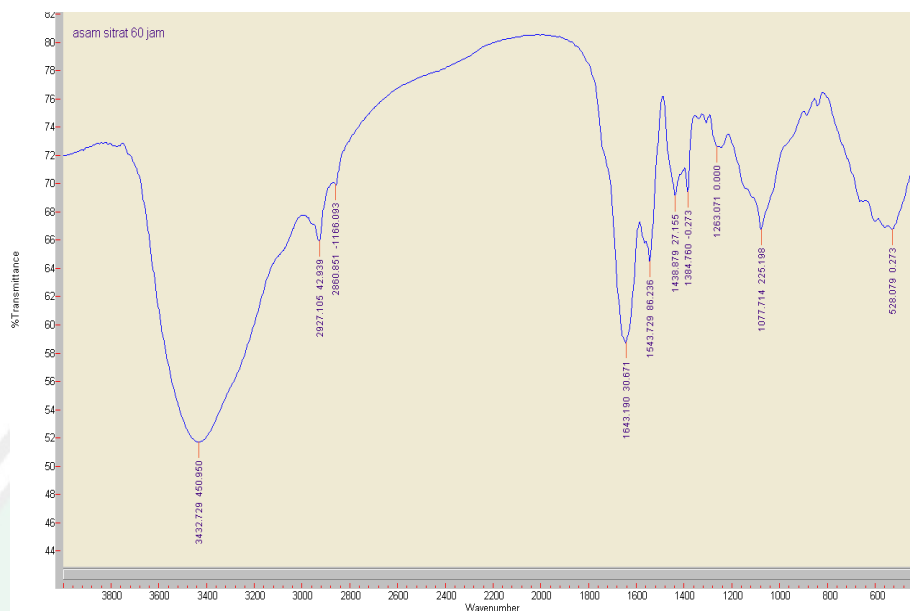
Derajat keasaman adalah parameter yang digunakan untuk menentukan Standart mutu gelatin karena pH pada gelatin akan mempengaruhi pada viskositas dan kekuatan gel. Proses perendaman dengan asam maka pH gelatin akan didapatkan pada pH yang rendah. Konsentrasi pada enzim dapat mempengaruhi hasil dari pH gelatin dan dipengaruhi oleh perendaman (Suptijah, dkk., 2013; Hidayat, dkk., 2016).

### **2.6.6 Identifikasi Gugus Fungsi dengan FTIR**

FTIR (*fourier transform infrared*) adalah salah satu instrumen yang banyak digunakan untuk memprediksi struktur kimia (Huda, dkk., 2017). Metode spektrofotometer inframerah bekerja dengan cara melewatkan sinar radiasi inframerah yang mengenai sampel sehingga molekul mengalami eksitasi dan sinar yang melewati sampel ditransmisikan (Illing, dkk., 2017). Gugus fungsi pada FTIR pada penelitian gelatin memiliki beberapa serapan antara lain daerah serapan amida A pada  $\nu$  (3.600-2.300)  $\text{cm}^{-1}$ , amida I pada  $\nu$  (1.636-1.661)  $\text{cm}^{-1}$ , amida II pada  $\nu$  (1.560-1.335)  $\text{cm}^{-1}$ , dan amida III pada  $\nu$  (1.300-1.200)  $\text{cm}^{-1}$ . Gelatin memiliki struktur seperti protein antara lain karbon, hidrogen, hidroksil (OH), karbonil (C=O) dan amina (NH) (Suptijah, dkk., 2013).

Penelitian pembuatan gelatin dengan menggunakan asam sitrat bahan baku tulang ayam. Proses dilakukan dengan konsentrasi asam sitrat 13% dengan lama

perendaman 60 jam. Hasil dari isolasi gelatin tersebut didapatkan gugus fungsi seperti pada **Tabel 2.5**.



**Gambar 2.4** FTIR gelatin dari tulang ayam pada lama perendaman 60 jam.

Hasil spektra FTIR gelatin dari tulang ayam dengan lama perendaman 60 jam ditunjukkan pada **Gambar 2.4**. Bilangan gelombang pada penelitian tersebut yaitu Amida A sebesar  $3432,729\text{ cm}^{-1}$  sehingga menghasilkan vibrasi *stretching* NH dari gugus amida yang dekat ikatan hidrogen dan gugus OH. Amida B menghasilkan  $2927,105\text{ cm}^{-1}$  yang artinya  $\text{CH}_2$  *stretching* yang berdekatan dengan NH. Amida 1 menghasilkan  $1643,190\text{ cm}^{-1}$  bilangan gelombang  $1543,729\text{ cm}^{-1}$  menghasilkan CN *stretching* dan NH bending. amida III pada bilangan gelombang  $1263,071\text{ cm}^{-1}$  yang menghasilkan NH bending, C=O *stretching* dan  $\text{CH}_2$  (Rohmah, 2017).

**Tabel 2.5** Hasil Analisis FTIR Pada Tulang Ayam (Rohmah, 2017)



Amida	Wilayah serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )	Puncak serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )	Keterangan
Amida A	3500-2300	3432,729	vibrasi <i>stretching</i> NH NH yang dekat dengan OH hidroksiprolin
Amida B	2935-2915	2927,105	CH <sub>2</sub> yang berdekatan dengan ikatan peptide
Amida I	1636-1661	1643,190	Vibrasi <i>stretching</i> C=O dengan kontribusi dari NH <i>bending</i> , dan CN <i>stretching</i>
Amida II	1480-1575	1543,729	CN <i>stretching</i> , NH <i>bending</i> dari <i>backbone</i> glisin dan hidroksiprolin
Amida III	1300-1200	1263,071	NH <i>bending</i> , C=O <i>stretching</i> dan CH <sub>2</sub>

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian.**

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari – Juli 2019. Penelitian gelatin dapat dilakukan pada Laboratorium Biokimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

#### **3.2 Bahan dan Alat**

##### **3.2.1 Alat**

Proses pembuatan gelatin menggunakan alat yaitu gelas kimia, gelas arloji, labu takar, pipet ukur, pengaduk, gelas ukur, thermometer, spatula, saringan. Analisis fisikokimia pada pengukuran standart gelatin maka perlu adanya beberapa alat yaitu oven, hotplate, pH meter, neraca analitik, tanur, lemari pendingin, labu kjeldahl, desikator, statif, *freeze dryer*, dan *Texture Analyser*. Instrumentasi yang digunakan adalah spektrofotometer FTIR.

##### **3.2.2 Bahan**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tulang ayam broiler dari Pasar Kepanjen kota malang. Proses demineralisasi dapat dilakukan menggunakan asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ) dan enzim papain komersial 15, 20, 25, 30 dan 35%. dengan pelarut akuades. Bahan-bahan untuk analisis fisikokimia adalah  $K_2SO_4$ , HgO,  $H_2SO_4$ ,  $H_3BO_3$ , metil merah 0,2%, metilen blue 0,2%, NaOH, HCl, serbuk KBr, dan buffer sitrat pH 4.

### 3.3 Rencana Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktor tunggal. Faktor proses gelatin adalah konsentrasi enzim dengan variasi 15, 20, 25, 30 dan 35%. Proses penelitian dilakukan yaitu dengan tulang ayam yang telah preparasi dengan menghilangkan kotoran yang berada pada tulang ayam. Selanjutnya, dilakukan dengan menggunakan penambahan enzim pada variasi 15, 20, 25, 30 dan 35%.. Jumlah total perlakuan sebanyak 15 perlakuan dengan masing – masing percobaan dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil dari variasi enzim akan dilakukan uji kualitas gelatin tulang ayam.

### 3.4 Tahap penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Preparasi sampel
2. Penambahan enzim papain pada tulang ayam
3. Perendaman tulang ayam dengan asam sitrat
4. Ekstraksi gelatin tulang ayam boiler
5. Pemekatan, pendinginan dan pengeringan
6. Uji kualitas gelatin tulang ayam

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Preparasi Sampel (Rachmania, dkk., 2013)

Tulang ayam boiler dihilangkan dari lemak ataupun pengotor lainnya (*degreasing*) dengan cara merebus tulang pada suhu 70°C selama 30 menit.

Kemudian, didapatkan tulang hasil *degreasing* tersebut dilakukan pencucian dan pemotongan sebesar 2–3 cm.

### **3.5.2 Isolasi Gelatin Tulang Ayam Broiler**

#### **3.5.2.1 Penambahan Enzim Papain Pada Tulang Ayam Broiler dengan Variasi Enzim 15, 20, 25, 30, dan 35% (Iqbal, 2015 dan khiari, 2013)**

Sebanyak 250 gram tulang kering dimasukkan ke dalam gelas kimia ditambahkan buffer sitrat pH 4 rasio 1 : 4 (b/v) sebanyak 1000 ml buffer. kemudian, campuran dipanaskan dengan suhu 65°C selama 5 menit. Setelah itu, ditambahkan enzim papain 100 ml dengan variasi konsentrasi (15, 20, 25, 30, dan 35%). Kemudian, diinkubasi pada suhu 40°C selama 4 jam dan dipanaskan kembali pada suhu 80°C selama 3 menit. Campuran tersebut dibiarkan dingin dan disaring.

#### **3.5.2.2 Perendaman Tulang Ayam Broiler Dengan Asam Sitrat 13% (Wijaya, 2015)**

Tulang yang sudah ditambah dengan enzim, kemudian direndam dengan larutan asam sitrat 13% dengan menggunakan perbandingan antara berat sampel:volume pelarut 1 : 4 (b/v) selama 48 jam. Setelah itu, tulang disaring menggunakan kain saring sebanyak 2-3 kali dan dicuci dengan air sampai netral. Kemudian, *ossein* yang sudah netral ditiriskan.

#### **3.5.2.3 Ekstraksi Gelatin Tulang Ayam Broiler (Fatimah & Jannah, 2008)**

Ekstraksi gelatin dapat dilakukan dengan cara memanaskan *ossein* pada air dengan suhu 55-75°C. Kemudian, ekstraksi dilakukan secara bertingkat dengan perbandingan *ossein* dan akuades 1 : 4 (b/v). Pada tahap pertama *ossein* dipanaskan di dalam air pada suhu 55°C selama 4 jam. Kemudian, dari hasil

tersebut didapatkan gelatin I dengan *ossein*. Setelah itu, larutan gelatin dan *ossein* dipisahkan dengan cara disaring. Setelah itu, sisa *ossein* tersebut dipanaskan dalam air dengan suhu 65°C selama 4 jam. Terbentuk kembali gelatin II dengan *ossein*, keduanya kemudian dipisahkan dengan penyaringan. Larutan pada gelatin I dan gelatin II dicampur, selanjutnya sisa *ossein* tersebut dipanaskan kembali dengan suhu 75°C selama 4 jam dan pada proses tersebut terbentuk gelatin III. Semua larutan gelatin yang dihasilkan dikumpulkan dan dilakukan penyaringan.

#### **3.5.2.4 Pengeringan Gelatin Tulang Ayam Broiler (Fatimah & Jannah, 2008)**

Larutan gelatin hasil ekstraksi kemudian dilakukan pemekatan dengan *freeze dryer* selama 24 jam (Effendi, dkk., 2017). Gelatin akan berbentuk larutan tersebut dikeringkan pada suhu 55°C selama 24 jam di dalam oven. Setelah, gelatin kering diserbukkan dan dianalisis.

### **3.5.3 Uji Kualitas Gelatin Tulang Ayam Broiler**

#### **3.5.3.1 Rendemen (AOAC, 1995)**

Rendemen didapatkan dari hasil perbandingan antara berat gelatin kering dengan tulang kering. Rendemen dihitung menggunakan Persamaan 3.1.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat Gelatin}}{\text{Berat Tulang Segar}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

#### **3.5.3.2 Penentuan Kadar Air secara Thermogravimetri (AOAC, 1995,)**

Gelatin ditimbang sebanyak 2 gram, kemudian gelatin dimasukkan ke dalam cawan penguap. Setelah itu, cawan penguap dengan gelatin dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam. Setelah dioven,



didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang hingga beratnya konstan. Kadar air dihitung menggunakan Persamaan 3.2.

$$\text{Kadar air} = \frac{b - c}{b - a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana a adalah bobot cawan kosong, b adalah bobot sampel dan cawan sebelum dikeringkan, sedangkan c adalah bobot cawan+sampel setelah dikeringkan.

### **3.5.3.3 Penentuan Kadar Abu (AOAC, 1995 )**

Gelatin ditimbang sebanyak  $\pm 2$  gram dan dimasukkan ke dalam cawan. Setelah itu, dimasukkan cawan yang berisi gelatin kedalam tanur selama 3,5 jam pada suhu  $600^{\circ}\text{C}$ . Kemudian, cawan yang berisi gelatin didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang hingga berat konstan. Kadar abu dihitung menggunakan Persamaan 3.3.

$$\text{Kadar abu} = \frac{b - c}{b - a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana a adalah bobot cawan kosong, b adalah bobot sampel dan cawan sebelum dikeringkan, sedangkan c adalah bobot cawan+sampel setelah dikeringkan.

### **3.5.3.4 Penentuan Derajat Keasaman (pH) (British Standard 757.1975)**

Alat pH meter dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan buffer pH 7 dan pH 4. Gelatin ditimbang 0,2 gram, kemudian dilarutkan dengan 20 mL akuades pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$  sampai homogen. Hasil yang sudah homogen kemudian dicelupkan pada pH meter dan pH gelatin dapat diketahui.

### **3.5.3.5 Penentuan Kekuatan Gel Gelatin (Sompie, dkk., 2015;Ananda, 2018)**

Gelatin dilarutkan hingga memiliki konsentrasi 6,67% (b/v). Kemudian, larutan tersebut dipanaskan pada suhu  $45^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit agar larutan

homogen. Setelah itu, larutan dimasukkan dalam inkubator selama 2 jam pada suhu 10°C. Gel yang terbentuk kemudian diukur dengan *texture analyser* dengan diameter probe 1,3 dan dengan kecepatan 2 mm/detik pada jarak penetrasi ke permukaan sebesar 4 mm. Tinggi kurva diukur dan kekuatan gel dihitung menggunakan Persamaan 3.5 dan 3.6.

$$D \text{ (dyne/cm}^2\text{)} = F/A \times 980 \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\text{Kekuatan gel (bloom)} = 20 + (2,98 \times 10^{-3}) \times D \dots \dots \dots (3.6)$$

Dimana F adalah tinggi kurva, A adalah konstanta (0,07) dan D adalah kekuatan gel (*dyne/cm*<sup>2</sup>).

### 3.5.3.6 Penentuan Kadar Protein Total dengan Metode Kjeldhal (AOAC, 1995)

Gelatin 1 gram dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 mL. Setelah itu, katalis ditambahkan (2 mg K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan 40 mg HgO) dan 15 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat (95-97%). Larutan tersebut didestruksi sampai larutan menjadi jernih. Setelah itu, didinginkan pada suhu kamar dan didestilasi dengan ditambahkan 10 mL NaOH 50% dan 50 mL akuades. Kemudian, hasil destilasi dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang sudah berisi 2 tetes indikator (metil merah 0,2% dan metil biru 0,2%) dan 5 mL larutan H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4% sebagai penampung destilat. Setelah itu, dititrasi dengan HCl 0,02 N sampai terjadi perubahan dari biru menjadi pink muda yang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.7 dan 3.8.

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{(\text{ml HCl} - \text{ml blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times 100\%}{\text{mg sampel}} \dots \dots \dots (3.7)$$

Kadar Protein (%) = % N x faktor konversi.....(3.8)

### **3.5.3.7 Identifikasi Gugus Fungsi Gelatin menggunakan FTIR (Puspawati, dkk., 2012)**

Gelatin ditimbang sebanyak 1 mg dan dicampur dengan 100 mg bubuk KBr. Setelah itu, serbuk tersebut dihaluskan dan dimasukkan ke dalam cetakan. Untuk membentuk kepingan tipis, cetakan tersebut ditekan dengan pompa hidrolis. Hasil dari campuran tersebut berbentuk kepingan kemudian kepingan tersebut dikarakterisasi dengan spektrofotometer FTIR pada panjang gelombang 4000 – 500  $\text{cm}^{-1}$

### **3.4.4 Analisis Data**

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah karakteristik gelatin dari tulang ayam. Data dianalisis dengan banyak variasi (ANOVA) pada SPSS 16. Apabila terdapat pengaruh maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan signifikansi 5%. Hasil analisa data tersebut dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang kualitas dari gelatin. Analisis FTIR sesuai dengan gugus fungsi yang berada pada bilangan gelombang 4000-5000  $\text{cm}^{-1}$

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Preparasi Sampel

Bahan baku berupa tulang ayam broiler berasal dari pasar Kepanjen kota Malang. Tahapan penelitian terdiri atas pencucian, *degreasing*, pengeringan dan pengecilan ukuran. Pencucian berfungsi untuk menghilangkan tulang rawan dan sisa-sisa daging. Proses *degreasing* merupakan penghilangan lemak dari tulang. Tulang dicuci hingga bersih dan dikeringkan selama 4-5 hari untuk menghindari tumbuhnya mikroba dan mempermudah proses ekstraksi gelatin. Ukuran tulang diperkecil hingga 2-3 cm, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.

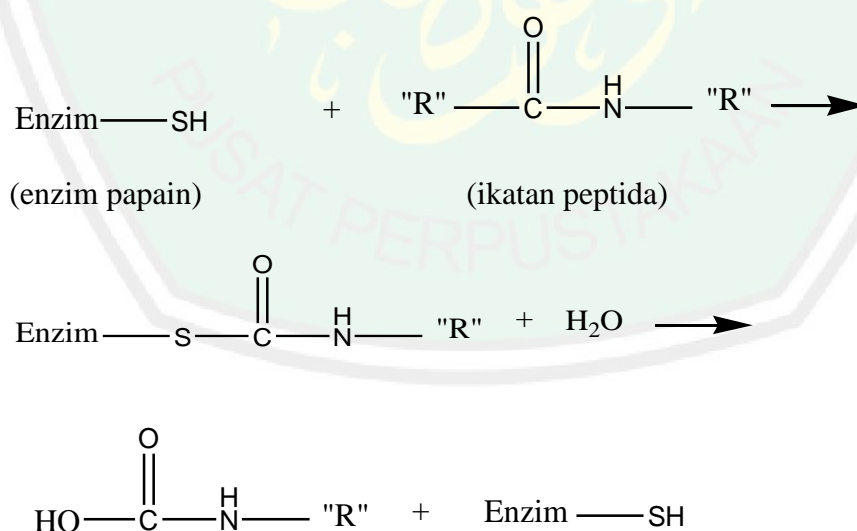


Gambar 4.1 Tulang ayam kering

Menurut Syarifah (2018), pengecilan ukuran tulang bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan, sehingga pada saat tulang berinteraksi dengan pelarut proses ekstraksi dapat berlangsung dengan cepat dan maksimal. Selain itu, hal ini akan memudahkan proses demineralisasi tulang oleh pelarut.

## 4.2 Isolasi Gelatin Tulang Ayam

Tulang ayam yang sudah kering direndam dalam larutan buffer sitrat pH 4, kemudian dipanaskan pada suhu 65°C yang berfungsi untuk mempercepat reaksi. Penggunaan buffer membantu mempertahankan pH sistem saat penambahan enzim. Pada penelitian ini, proses ekstraksi dilakukan dengan penambahan enzim papain berbagai (variasi) konsentrasi. Menurut Hartatik (2010), penambahan enzim papain dapat memecah protein melalui hidrolisis ikatan peptida yang menghubungkan asam amino menjadi bentuk polipeptida. Tulang yang direndam dengan enzim dimasukkan ke dalam inkubator selama 4 jam untuk memaksimalkan kerja enzim dalam memecah protein. Penonaktifan enzim dilakukan pada suhu 80°C untuk menghentikan kerja enzim papain pada tulang. Menurut Zufahair, dkk., (2014), suhu optimum enzim papain berkisar antara 50-65°C. Mekanisme umum hidrolisis enzimatis substrat peptida ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Mekanisme enzimatis untuk hidrolisis ikatan peptida (Sumarlin, dkk., 2011).



Enzim protease memecah ikatan polipeptida menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana melalui reaksi hidrolisis (Gambar 4.2). Menurut Effendi, dkk., (2012) hidrolisis enzim protease di dalam protein dilakukan dengan cara mengkatalisis yang dilakukan oleh gugus sulfhidril (-SH), sulfhidril merupakan sisi aktif dari enzim papain yang dibentuk oleh residu asam amino sistein dibantu oleh asam amino histidina dan glutamin (Sumarlin, dkk., 2011). Sisi aktif enzim menyerang gugus C=O dari protein sehingga enzim berikatan dengan salah satu gugus karbon, kemudian dibantu dengan H<sub>2</sub>O yang dapat menghasilkan produk baru dan enzim papain.

Tulang hasil reaksi enzimatik melewati perlakuan perendaman di dalam asam sitrat selama 48 jam. Asam sitrat merupakan asam lemah yang mampu terdisosiasi sebagian menghasilkan proton yang dapat berinteraksi dengan gugus karbonil pada kolagen. Hal ini mampu merusak ikatan intra maupun antar molekul dari tropokolagen sehingga dapat diubah menjadi gelatin (Hardikawati, dkk., 2016). Pada penelitian ini digunakan lama kontak 48 jam untuk mempersingkat waktu dan menghindari gelatin agar tidak ikut terlarut.

Penggunaan enzim papain dimungkinkan dapat mempercepat perubahan kolagen menjadi gelatin. Perendaman yang terlalu lama dapat mengakibatkan kolagen yang telah terurai menjadi gelatin akan ikut terlarut ke dalam larutan selama proses hidrolisis. Proses perendaman mengakibatkan berat tulang menjadi meningkat dua kali lipat dari sebelumnya, yaitu 250 gram. Peningkatan berat tulang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Berat tulang ayam sesudah perendaman dengan papain

Konsentrasi enzim papain (%)	Berat sesudah perendaman (gr)
15	440,52±14,79
20	447,16±23,96
25	428,85±11,68
30	449,08±36,86
35	390,31±41,05

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan massa tulang hingga lebih dari dua kali lipat pada proses demineralisasi menggunakan asam sitrat. Tulang yang memiliki kandungan *ossein* paling tinggi yaitu pada variasi konsentrasi enzim 30% sebesar 449,08±36,86 gram dan kadar *ossein* terendah pada penambahan konsentrasi enzim 35% sebesar 390,31±41,05 gram. Pada penelitian sebelumnya, proses ekstraksi gelatin dari tulang ayam dengan lama perendaman 48 jam menghasilkan *ossein* sebesar 460,50 gram (Rohmah, 2017). Kadar *ossein* yang dihasilkan pada penelitian ini lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

Proses perendaman menghasilkan endapan putih kalsium yang menyusun tulang ayam, terlarut ke dalam asam sitrat. Tulang dinetralkan hingga pH 7 agar asam sitrat yang kemungkinan masih tersisa tidak bereaksi kembali dengan tulang. Ekstraksi gelatin tulang ayam dilakukan setelah pH tulang netral dan dilakukan secara bertahap pada suhu 55, 65 serta 70°C. Pemanasan bertujuan untuk memutuskan ikatan hidrogen pada *triple helix* kolagen yang masih belum terurai pada proses perendaman serta pemutusan ikatan-ikatan lainnya (Fitria, 2017), sehingga dihasilkan gelatin pada tahap akhir proses ekstraksi.

Larutan gelatin melewati proses pemekatan melalui *freeze drying* yang berfungsi untuk menghilangkan kadar air dengan cara pembekuan. Tahap pengeringan dilakukan pada suhu 55°C dan tidak melebihi suhu denaturasi protein

gelatin yang berkisar antara 80-120,44°C (Abidin, 2016). Gambar 4.1 merupakan hasil gelatin setelah dilakukan pengeringan.



Gambar 4.3 Gelatin setelah pengeringan dengan oven (55°C)

Bahan baku gelatin yang terbuat dari tulang ayam merupakan bahan makanan yang bersifat halal dan baik (*thayyiban*), sehingga sehat untuk dikonsumsi. Makanan yang halal adalah makanan yang disyariatkan agama Islam dan telah tercantum dalam ayat-ayat Al-Quran. Seperti yang terdapat pada surat Al – Maidah ayat 88 berikut.

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِء مُؤْمِنُونَ ﴿٨٨﴾

Artinya:

“Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezezikikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya” (Q.s Al-Maidah : 88).

Menurut Tafsir Al-Quranul Majid An-Nuur makanlah makanan yang halal dan tidak membawa dosa. Makanan halal adalah makanan yang tidak menjijikkan dan cara memperolehnya dengan baik (Ash-Shiddieqy, 2000). Menurut Tafsir Al-Mishbah ayat tersebut memerintahkan untuk makan makanan yang halal lagi baik. (Shihab, 2008). Menurut Tafsir Ath-Thabari makanlah makanan yang halal menurut Allah Abu ja'far berkata: Allah melarang orang-orang mukmin untuk mengharamkan makanan yang baik, yang telah Allah halalkan kepada mereka. “makanlah kalian wahai orang-orang mukmin, dari rezeki Allah yang memberikan kalian rezeki dan menghalalkan kepada kalian makanan yang batil.” (Ath-Thabari, 2008). Berdasarkan tafsir tersebut Allah SWT memerintahkan untuk memakan makanan yang halal. Makanan yang halal merupakan makanan yang baik dikonsumsi untuk tubuh dan makanan yang didapatkan sesuai dengan syariat Islam.

Makanan thayyib adalah makanan yang dapat memberikan manfaat untuk tubuh (Hamidah, 2015). Makanan halal adalah makanan yang sesuai petunjuk Allah dalam Al-Quran (Yonggo, 2013). Halal-thayyyib memberikan beberapa acuan yaitu 1. kebersihan dan kesucian, 2. Sumber, 3. Tidak merusak fisik dan mental, 4. Tidak mengandung syubhat (Tabrani, 2013). Berikut merupakan makanan yang thayyib tetapi tidak halal yaitu memakan ayam merupakan makanan yang thayyib tetapi jika ayam tersebut disembelih tidak dengan asma Allah maka makanan tersebut halal untuk dimakan, beras merupakan makanan yang thayyib tetapi jika diperoleh dengan cara mencuri makan beras tersebut bersifat haram. Berikut merupakan makanan yang halal tetapi tidak thayyib yaitu

makan nasi tetapi nasi tersebut sudah basi maka makan tersebut bukanlah makanan yang thayyib.

### 4.3 Uji Kualitas Gelatin Tulang Ayam

Uji kualitas gelatin hasil ekstraksi dari tulang ayam dilakukan untuk komparasi ekstrak gelatin dengan gelatin komersial yang ada di pasaran. Parameter uji kualitas gelatin diantaranya rendemen (%), kadar air, pH, kadar abu, kekuatan gel dan kadar protein. Hasilnya dibandingkan dengan standar SNI produk gelatin. Berdasarkan hasil uji kualitas, gelatin yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki rendemen, kadar air, kadar protein, kekuatan gel, dan pH yang sesuai dengan SNI, tetapi pada parameter kadar abu yang dihasilkan tidak sesuai.

#### 4.3.1 Rendemen

Rendemen merupakan salah satu parameter terpenting pada pembuatan gelatin. Besar rendemen yang didapatkan dipengaruhi oleh banyaknya kolagen yang berhasil diubah menjadi gelatin. Pada penelitian ini, rendemen gelatin yang berhasil diekstrak dari tulang ayam berkisar antara  $6,04 \pm 1,79$  -  $7,69 \pm 2,43\%$  (Tabel 4.2)

Tabel 4.2 Rendemen gelatin hasil ekstraksi dari tulang ayam

Konsentrasi Enzim Papain(%)	Rendemen (%)
15	$6,06 \pm 1,43$
20	$6,90 \pm 2,93$
25	$7,69 \pm 2,43$
30	$6,04 \pm 1,79$
35	$6,21 \pm 0,34$



Tabel 4.2 menunjukkan bahwa penambahan enzim konsentrasi 25% menghasilkan rendemen paling tinggi, yaitu mencapai  $7,69 \pm 2,43\%$ . Rendemen terkecil dihasilkan pada penambahan enzim konsentrasi 30% sebesar  $6,04 \pm 1,79\%$ . Pembuatan gelatin dari tulang ikan lele dumbo dengan penambahan enzim protease konsentrasi 0,084%, asam sitrat 5,875% menghasilkan rendemen sebesar 2,9080% (Iqbal, dkk., 2015). Menurut Rohmah, (2017), pembuatan gelatin dari tulang ayam dengan perendaman asam sitrat tanpa menggunakan enzim menghasilkan rendemen sebesar 8,90%. Dari data dengan enzim dan tanpa enzim dapat disimpulkan bahwa enzim papain tidak mempengaruhi banyaknya rendemen yang dihasilkan pada pembuatan gelatin.

Penelitian ini menghasilkan rendemen pada konsentrasi enzim papain sebesar 15-25% mengalami kenaikan rendemen, sedangkan pada 30-35% mengalami penurunan. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim papain yang ditambahkan, semakin tinggi pula gelatin yang dihasilkan. Setelah titik optimum tercapai, penambahan enzim melebihi konsentrasi tersebut menyebabkan penurunan hasil rendemen. Menurut Astiana, dkk., (2019), ekstraksi kolagen dari kulit ikan ekor kuning dengan penambahan enzim papain konsentrasi 1-25 U/mg/g kulit. Rendemen tertinggi didapatkan pada variasi konsentrasi 5 U/mg/ g kulit, besar rendemen mencapai 10%.

Tabel 4.2 menunjukkan rendemen gelatin tulang ayam diperoleh dari perbedaan konsentrasi enzim papain dengan dilakukan ulangan 3 kali. Hasil rendemen tersebut mengalami kenaikan dan penurunan. Berdasarkan hasil uji statistik One way ANOVA menunjukkan bahwa konsentrasi enzim tidak

memberikan pengaruh signifikan ( $\text{sig} > 0,05$ ) terhadap rendemen gelatin dari tulang ayam.

#### 4.3.2 Kadar Air

Kadar air yang terlalu tinggi pada makanan akan memengaruhi tekstur, cita rasa dan kandungan mikroba yang ada di dalamnya. Penentuan kadar air perlu dilakukan sebab berpengaruh langsung terhadap kualitas dan ketahanan produk gelatin yang dihasilkan. Kadar air produk gelatin yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara  $3,42 \pm 0,80$  -  $6,81 \pm 0,53\%$ .

Tabel 4.3 Kadar air gelatin yang diekstraksi dari tulang ayam

Konsentrasi Enzim Papain (%)	Kadar Air (%)
15	$6,81 \pm 0,53$
20	$5,57 \pm 1,91$
25	$3,85 \pm 1,21$
30	$3,42 \pm 0,80$
35	$5,91 \pm 2,68$

Penambahan 15% enzim papain menghasilkan gelatin dengan kadar air tertinggi yaitu sebesar  $6,81 \pm 0,53\%$ . Kadar air terendah sebesar  $3,42 \pm 0,80\%$  didapati pada gelatin dengan penambahan 30% enzim papain. Semakin kecil kadar air gelatin yang dihasilkan maka akan semakin baik gelatin yang diperoleh. Kadar air produk gelatin dari seluruh variasi sesuai standar SNI yang memiliki ambang batas sebesar 16%.

Pembuatan gelatin dari tulang ayam dengan menggunakan enzim papain konsentrasi 15, 20, 25, 30 dan 35% menghasilkan kadar air 6,81-3,42%. Pembuatan gelatin dari tulang ayam dengan asam sitrat tanpa enzim selama 48

jam yang menghasilkan 5,11% (Rohmah, 2017). Perbandingan antara penambahan enzim dengan tanpa menggunakan enzim, kadar air yang dihasilkan pada penambahan enzim memiliki kadar air yang lebih kecil dibanding dengan tanpa menggunakan enzim.

Kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini pada konsentrasi enzim papain 15-30% mengalami penurunan dan pada 35% mengalami kenaikan dikarenakan kurangnya pengeringan. Menurut Budiman (2016), proses hidrolisis enzim protease membutuhkan air, apabila daya proteolitik semakin aktif maka semakin banyak kadar air yang dibutuhkan sehingga dapat menurunkan kadar air pada bahan. Haryati, dkk., (2019), melaporkan bahwa gelatin yang diekstrak dari kulit ikan baronang dengan penambahan 2% enzim bromelin memiliki kadar air sebesar 0,17% dan kadar air terendah sebesar 3,56% didapatkan pada gelatin pada konsentrasi enzim 1.

Tabel 4.3 menunjukkan kadar air gelatin tulang ayam diperoleh dari perbedaan konsentrasi enzim papain dengan dilakukan ulangan 3 kali. Hasil kadar air tersebut mengalami kenaikan dan penurunan. Uji statistik menggunakan One Way ANOVA pada Lampiran 10 menunjukkan bahwa konsentrasi enzim tidak memberi pengaruh yang signifikan ( $\text{sig} > 0,05$ ) terhadap kadar air gelatin tulang ayam broiler.

#### **4.3.3 Kadar Abu**

Kadar abu merupakan parameter yang menunjukkan total mineral dalam suatu bahan pangan. Semakin tinggi kadar abu suatu bahan pangan, semakin rendah kualitas bahan pangan tersebut. Hasil penelitian gelatin hasil ekstraksi dari

tulang ayam menunjukkan kisaran kadar abu sebesar  $66,27 \pm 1,76$  -  $68,59 \pm 3,52\%$  (Tabel 4.4).

Tabel 4.4 Hasil kadar abu gelatin tulang ayam

Konsentrasi Enzim Papain (%)	Kadar Abu (%)
15	$68,48 \pm 4,85$
20	$66,77 \pm 3,93$
25	$67,88 \pm 2,17$
30	$68,59 \pm 3,52$
35	$66,27 \pm 1,76$

Data pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa kadar abu tertinggi mencapai  $68,59 \pm 3,52\%$ , sedangkan kadar abu terendah sebesar  $66,27 \pm 1,76\%$ . Secara keseluruhan, kadar abu yang terdapat pada gelatin hasil ekstraksi jauh melebihi standar SNI yang memiliki ambang batas sebesar 3,25%. Menurut Rohmah (2017), ekstraksi gelatin dengan tulang ayam menggunakan asam sitrat tanpa enzim selama 48 jam tanpa menggunakan enzim papain menghasilkan kadar abu sebesar 23,6%. Hasil penelitian dengan adanya enzim atau tanpa menggunakan enzim tidak mempengaruhi tinggi rendahnya kadar abu.

Kadar abu yang dihasilkan pada penelitian gelatin dari tulang ayam dengan enzim papain dan asam sitrat 13% menghasilkan kadar abu 66,27-68,59%. Menurut Iqbal, dkk., (2015), gelatin diekstrak dari tulang ikan lele dumbo disertai optimasi rendemen. Proses optimasi rendemen menghasilkan gelatin dengan kadar abu 17,15% melalui penambahan konsentrasi enzim protease 0,084% dan asam sitrat 5,875. Hasil dari perbandingan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa tinggi rendahnya kadar abu dipengaruhi oleh kadar mineral yang ada pada bahan baku.

Kadar abu yang dihasilkan pada Tabel 4.4 diperoleh dari hasil ulangan 3 kali pada perbedaan konsentrasi enzim papain. Hasil kadar abu tersebut mengalami kenaikan dan penurunan. Hasil uji statistik menggunakan One Way ANOVA pada Lampiran 11 menunjukkan bahwa konsentrasi enzim tidak memberi pengaruh yang signifikan ( $\text{sig} > 0,05$ ) terhadap kadar abu gelatin tulang ayam broiler.

#### 4.3.4 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas gelatin sebab hal ini akan memengaruhi viskositas, kekuatan gel dan aplikasi produk gelatin (Cahyono, dkk., 2018). Gelatin hasil ekstraksi pada penelitian ini memiliki rentang pH  $3,96 \pm 0,19$  -  $4,19 \pm 0,13$  (Tabel 4.5).

Tabel 4.5 Nilai derajat keasaman (pH) gelatin tulang ayam

Konsentrasi Enzim Papain (%)	Derajat Keasaman (pH)
15	$4,09 \pm 0,22$
20	$3,96 \pm 0,19$
25	$4,19 \pm 0,13$
30	$4,15 \pm 0,05$
35	$4,06 \pm 0,05$

Tabel 4.5 menunjukkan pH gelatin terendah sebesar  $3,96 \pm 0,19$  didapatkan dari variasi konsentrasi enzim 20% dan nilai pH tertinggi sebesar  $4,19 \pm 0,13$  dari variasi konsentrasi enzim 25%. Data pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa pH gelatin hasil ekstraksi memenuhi standar yang ditentukan oleh GMIA (2012), untuk gelatin tipe A yaitu berkisar antara 3,8-5,5. Keseragaman nilai pH yang didapatkan kemungkinan disebabkan karena penggunaan asam sitrat sehingga pH produk berada pada rentang pH asam sitrat. Rohmah (2017), menyatakan bahwa



gelatin tulang ayam hasil ekstraksi dengan perlakuan asam sitrat dan lama perendaman 48 jam memiliki pH 3,5.

Penelitian ini membuat gelatin dari tulang ayam dengan konsentrasi 20% menghasilkan pH sebesar  $3,96 \pm 0,19$  dan  $4,09 \pm 0,22$  pada konsentrasi enzim 15%. Menurut Thidar, dkk., (2015), ekstraksi gelatin dari tulang dan sisik ikan gurame dengan penambahan 2% enzim protease menghasilkan produk dengan nilai pH 6,5. Menurut Hidayat, dkk., (2016), pembuatan gelatin dari tulang ikan nila menggunakan enzim papain 1,5% menghasilkan gelatin dengan nilai pH sebesar 5,11. Hasil pengecekan pH gelatin pada penelitian ini mengindikasikan bahwa konsentrasi enzim yang ditambahkan tidak berpengaruh terhadap tinggi-rendahnya pH akhir gelatin. Faktor yang mempengaruhi tingkat keasaman gelatin adalah perlakuan asam (Cahyono, dkk., 2018).

Tabel 4.5 menunjukkan kadar air gelatin tulang ayam diperoleh dari perbedaan konsentrasi enzim papain dengan dilakukan ulangan 3 kali. Hasil uji statistik menggunakan One Way ANOVA. Hasil uji statistik pada Lampiran 12 menunjukkan bahwa konsentrasi enzim tidak memberi pengaruh yang signifikan ( $\text{sig} > 0,05$ ) terhadap pH gelatin tulang ayam broiler.

#### **4.3.5 Kekuatan gel**

Kekuatan gel memengaruhi kemampuan gelatin dalam pembentukan sol menjadi gel yang sifatnya reversibel. Kekuatan gel digunakan untuk menentukan perlakuan yang terbaik pada ekstraksi gelatin (Hardikawati, dkk., 2016). Penelitian ini menghasilkan gelatin dengan rentang kekuatan gel  $46,69 \pm 35,88$  -  $201,51 \pm 63,60$  g Bloom, seperti yang tertera pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil kekuatan gel gelatin tulang ayam

Konsentrasi Enzim Papain (%)	Kekuatan Gel (g Bloom)
15	80,06±50,17
20	46,69±35,88
25	144,12±21,19
30	201,51±63,60
35	118,76±92,21

Kekuatan gel yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki kekuatan gel yang sesuai standar GMIA kecuali pada konsentrasi enzim papain 20% sebesar 46,69±35,88. GMIA (2012), menyatakan standar kekuatan gel gelatin komersial berkisar antara 50-300 g Bloom. Hasil gelatin dari tulang ayam dengan asam sitrat selama 48 jam tanpa enzim menghasilkan kekuatan gel sebesar 338 g Bloom (Rohmah, 2017). Menurut Hidayat, dkk., (2016), pembuatan gelatin tulang ikan nila dengan penambahan enzim papain 1,5% menghasilkan kekuatan gel sebesar 376,21 g Bloom. Nilai g Bloom yang melebihi standar SNI akan menghasilkan gelatin yang keras ketika dalam bentuk gel. Menurut Yenti, dkk., (2015) kekuatan gel yang rendah dimungkinkan karena proses perubahan kolagen menjadi gelatin belum berlangsung dengan baik.

Kekuatan gel gelatin yang ditunjukkan pada Tabel 4.6 diperoleh dari perbedaan konsentrasi enzim papain dengan dilakukan ulangan 3 kali. Analisis uji statistik menggunakan One Way ANOVA. Hasil statistik pada Lampiran 13 menunjukkan bahwa konsentrasi enzim tidak memberi pengaruh yang signifikan ( $\text{sig} > 0,05$ ) terhadap kekuatan gel gelatin tulang ayam broiler.

#### 4.3.6 Kadar Protein

Pengukuran kadar protein pada gelatin sangat menentukan kualitas produk karena gelatin termasuk molekul protein. Analisis kadar protein yang tinggi

diharapkan dapat menambah gizi pada produk yang dihasilkan (Sasmitoaloka, dkk., 2017). Kadar protein tidak memiliki standar SNI tetapi menyesuaikan kadar yang terkandung pada bahan yang digunakan (Iqbal, dkk., 2015). Kadar protein pada produk gelatin memiliki rentang 26,74 - 43,32% (Tabel 4.7).

Tabel 4.7 Hasil kadar protein gelatin dari tulang ayam

Konsentrasi Enzim Papain (%)	Kadar Protein (%)
15	28,23
20	26,74
25	34,22
30	35,96
35	43,32

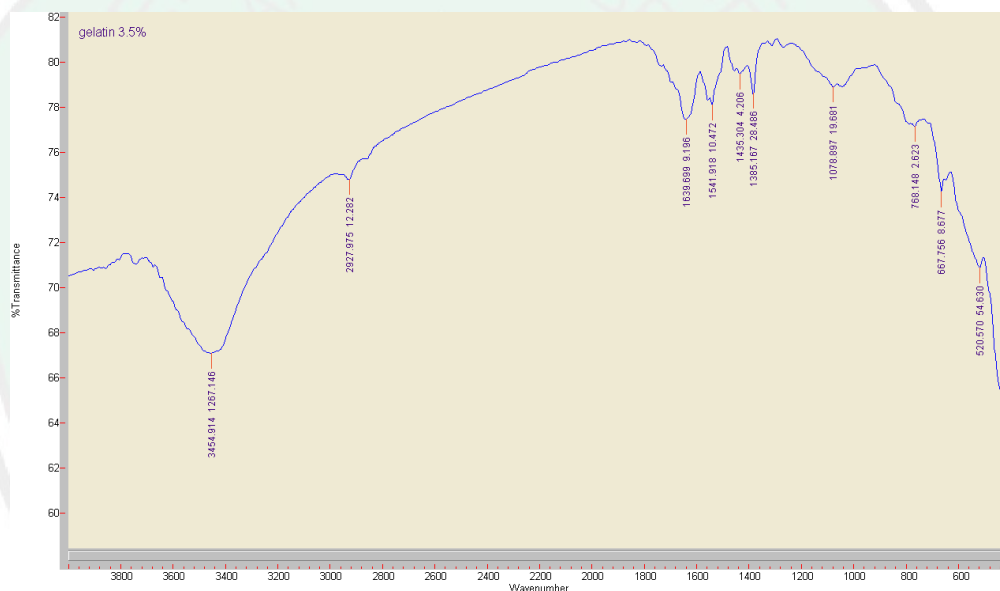
Tabel 4.7 menunjukkan kadar protein gelatin yang tertinggi didapatkan pada variasi konsentrasi enzim 35% yaitu sebesar 43,32%, sedangkan kadar protein terkecil didapati pada penambahan enzim konsentrasi 20% yaitu sebesar 26,74%. Menurut Rohmah (2017), ekstraksi gelatin tulang ayam dengan perlakuan asam sitrat selama 48 jam tanpa enzim papain menghasilkan gelatin dengan kadar protein 42,38%. Penelitian ini menghasilkan kadar protein yang tidak begitu signifikan dengan adanya enzim pada proses demineralisasi.

Penelitian kali ini menghasilkan kadar protein terendah pada konsentrasi enzim papain 15% yaitu 28,23% dan konsentrasi tertinggi 35% menghasilkan 43,32%. Hasil penelitian pembuatan gelatin dengan konsentrasi enzim 15, 20, 25, 30 dan 35% bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim, semakin tinggi pula kadar protein dari gelatin yang dihasilkan. Menurut Cahyono, dkk., (2018), pembuatan gelatin dari tulang tuna dengan menggunakan variasi konsentrasi enzim papain 18% menghasilkan gelatin dengan kadar protein 19,29% dan kadar protein

tertinggi dihasilkan pada penambahan enzim konsentrasi 22%, yakni sebesar 32,37%.

#### 4.4 Identifikasi Gugus Fungsi Gelatin dengan FTIR

Analisis gelatin dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi gugus fungsi dengan menggunakan FTIR. Hasil penelitian ini didapatkan hasil yang terbaik pada konsentrasi enzim 35%. Bilangan gelombang yang dihasilkan dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Spektra FTIR gelatin pada konsentrasi enzim papain 35%.

Tabel 4.8 Hasil serapan identifikasi gelatin tulang ayam dengan enzim papain.

Gugus fungsi	Wilayah serapan (cm <sup>-1</sup> )	Puncak serapan (cm <sup>-1</sup> )	Keterangan
N-H	3500-2300	3454,914	Vibrasi <i>stretching</i> NH. NH yang dekat dengan OH hidrosoprolin (Maryam, dkk., 2019)
-C-H	2935-2915	2927,975	CH <sub>2</sub> yang berdekatan dengan ikatan peptida (Rohmah, 2017)
C=O	1636-1661	1639,699	Vibrasi <i>stretching</i> C=O dengan NH bending dan CN <i>stretching</i> (Maryam, dkk., 2019)
	1480-1575	1541,918	Deformasi ikatan N-H (Maryam, dkk., 2019)

Menurut puspawati, dkk., (2012), gelatin muncul serapan IR khas pada bilangan gelombang 3600-2300 cm<sup>-1</sup> yang merupakan amida A, 1636-1661 cm<sup>-1</sup> merupakan amida I, 1560-1335 cm<sup>-1</sup> yaitu amida II, dan 1300-1200 cm<sup>-1</sup> yaitu amida III. Bilangan gelombang pada Tabel 4.4 didapatkan gugus fungsi N-H dengan bilangan gelombang sebesar 3454,914 cm<sup>-1</sup>. Menurut Rohmah (2017), puncak serapan 3432,729 cm<sup>-1</sup> tersebut disebabkan karena adanya ikatan regangan N-H yang bergabung dengan gugus OH. Serapan bilangan gelombang pada gugus fungsi -C-H yaitu 2927,975 cm<sup>-1</sup>. Bilangan gelombang yang dihasilkan pada penelitian ini sama dengan penelitian Suryati, dkk., (2015), serapan 2931,9 cm<sup>-1</sup> yaitu gugus NH dalam amida akan cenderung berikatan dengan regangan CH<sub>2</sub> apabila gugus karboksilat dalam keadaan stabil.

Serapan pada bilangan gelombang dengan gugus fungsi C=O adalah 1639,699 cm<sup>-1</sup> yang merupakan vibrasi *stretching* C=O *bending* NH dan regangan CN. Menurut Puspawati, dkk., (2012), munculnya serapan pada bilangan gelombang 1635 cm<sup>-1</sup> merupakan bilangan gelombang yang disebabkan oleh



regangan gugus karbonil C=O, *bending* NH dan regangan CN. Bilangan gelombang pada penelitian ini menghasilkan 1541,918  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan deformasi gugus N-H. Hasil serapan penelitian ini hampir sama dengan penelitian Rohmah, (2017), serapan terjadi pada bilangan gelombang 1543,729  $\text{cm}^{-1}$  yang terjadi gugus CN *stretching*, NH *bending* dari *backbone* glisin dan hidroksiprolina.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian gelatin tulang ayam dengan enzim papain didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Pengaruh variasi konsentrasi enzim papain terhadap gelatin tulang ayam menunjukkan hasil terbaik pada konsentrasi enzim papain 35% dengan rendemen sebesar 6,21%, kadar air 4,11%, kadar abu 66,27%, pH 4,06, kekuatan gel 118,76 g Bloom dan kadar protein 43,32%.
2. Identifikasi senyawa dengan menggunakan FTIR menghasilkan beberapa bilangan gelombang yaitu  $3454,914\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus fungsi N-H,  $2927,975\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus fungsi C-H,  $1639,699\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus fungsi C=O dan  $1541,918\text{ cm}^{-1}$  untuk deformasi ikatan N-H.

#### **5.2 Saran**

1. Hal yang perlu dilakukan pada penelitian selanjutnya yaitu menambahkan parameter stabilitas emulsi dan Viskositas.
2. Analisis lebih lanjut tentang asam amino apa saja yang terdapat pada gelatin tulang ayam dengan menggunakan HPLC.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. (2007). *Tafsir Ibnu Kasir jilid 5*. Bogor: Pustaka Imam Asy-syafi'i.
- Abidin, A. (2016). Analisis sifat fitokimia gelatin dari kulit kuda (*Equus caballus*). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Aisyah, Nik, N. M., Nurul H., Azhar M. E., & Fazilah. (2014). Poultry as an alternative source of gelatin. *Health Enviroment*, 8(5):37-49.
- Ananda, A. R, Juni, T., & Sapto, A. (2018). Isolasi dan karakteristik gelatin dari tripang dengan ekstraksi berbeda. *Jurnal of Marine and Coastal Science*, 17(10): 1-11.
- Anggraini, A., & Yunianti. (2015). Pengaruh suhu dan lama hidrolisis enzim papain terhadap sifat kimia, fisika dan organoleptik sari Edamame. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3):1015-1025.
- Anida. (2016). Pengaruh variasi konsentrasi dan lama perendaman asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH) terhadap produksi gelatin dari limbah kulit kuda (*Equus caballus*). *Skripsi*. Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemist, Inc.* Washington., DC: Association of Official analytical Chemist.
- AOAC. (1999). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist, Inc.* Washington., DC: Association of Official analytical Chemist.
- Arima, I. N., & Fithriyah, N. H. (2015). Pengaruh waktu perendaman dalam asam terhadap rendemen gelatin dari tulang ikan nila. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1–6.
- Astiana, I. (2016). Efektivitas asam dan enzim papain dalam menghasilkan kolagen dari kulit ikan ekor kuning (*Caesio cuning*). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Ash-Shiddieqy, T. M. (2000). *Tafsir Al-Quranul Majid An-Nuur, Jilid 1*. Semarang: Pustaka Riski Putra.
- Ash-Shiddieqy, T. M. (2000). *Tafsir Al-Quranul Majid An-Nuur, Jilid 2*. Semarang: Pustaka Riski Putra.

- Ash-Shiddieqy, T.M. (2000). Tafsir Al-Quranul Majid An-Nuur 4. Semarang. Pustaka Riski Putra.
- Asy-syaukani & Al Imam M. (2008). Tafsir fathul qadir Jilid 1. Jakarta. Pustaka azam.
- Asy-syanqithi, Syaikh. (2007). Tafsir Adhwa'ul bayan jilid 3. Jakarta. Pusat Azzam.
- Ata, S.TW., Risfah, Y., Fitriyati, J.S & Nimah, R. (2016). Isolasi kolagen dari kulit dan tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 27 – 30.
- Ath-Thabari, Abu, J.M. (2008). Tafsir ath-Thabiri jilid 5. Jakarta. Pustaka Azzam.
- Atma, Y.(2016). Pemanfaatan limbah ikan sebagai sumber alternatif produksi gelatin dan peptida bioaktif: Review. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Jakarta: 8-9 November.
- Azara, R. (2017). Pembuatan Dan Analisis Sifat Fitokimia Gelatin Dari Limbah kulit Kerapu (*Ephinephelus sp.*). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Badan Pusat Statistik. Tabel Impor Menurut Komoditi Tahun (2017). [http://www.bps.go.id/all\\_newtemplate.php](http://www.bps.go.id/all_newtemplate.php). 03 Desember 2015.
- Budiman, F. (2016). Pengaruh konsentrasi enzim papain (Carica papaya) dan suhu fermentasi terhadap karakteristik crackers. Mahasiswa Teknologi Pangan Universitas Pasundan.
- British Standard 757. (1975). *Thickening and gelling agents for food*. New York: Academic Press.
- Cahyono, E., Rostianti, R., Samloik, N., & Asriaty, M. (2018). Ekstraksi dan Karakterisasi gelatin tulang tuna pada berbagai konsentrasi enzim papain. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7(2): 148-153, November 2018.
- Darmayanto,( 2009). Penggunaan serbuk tulang ayam sebagai penurun intensitas warna air gambut. *Tesis Program Magister*. Program Studi Ilmu Kimia pada Sekolah Pascasarjana. Universitas Sumatera Utara.
- Effendi, M. D., Gustiono, D., Lukman, Ayu D., & Kurniawati (2017). Comparasion On Mechanical Propertis Of Single Layered and Bilayered Chitosan-Gelatin Coated Porous Hydroxxypatit Scaffold Prepared Through Freeze Drying Method. *Material Science and Engineering*,172(45):112-120.

- Faizah, M. (2017). Pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim protease (*Bacillus subtilis*) dari daun kenikir (*Cosmos sulphureus*) yang ditumbukkan dalam media campuran limbah cair tahu dan dedak. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Fitria, D. L. (2017). Pengaruh lama perendaman dalam NaOH terdapat produksi gelatin tulang ayam broiler (*Gallus domestica*). *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Fatimah, D., & Jannah, A. (2008). Efektivitas penggunaan asam sitrat dalam pembuatan gelatin tulang ikan bandeng (*Chanos-chanos forskal*). *Jurnal ALCHEMY*, 1(1):7-15.
- GMIA. (2007). Raw Materials and Production, Gelatin Manufactures Institute of America, Retrieved from [http://gelatingmia.com/images/GMIA\\_Gelatin\\_Manual\\_2007.pdf](http://gelatingmia.com/images/GMIA_Gelatin_Manual_2007.pdf).
- GMIA. (2012). Gelatin handbook. Gelatin Manufacturers Institute of America, 25. Retrieved from [http://gelatingmia.com/images/GMIA\\_Gelatin\\_Manual\\_2012.pdf](http://gelatingmia.com/images/GMIA_Gelatin_Manual_2012.pdf).
- GME Market Data. 2008. Official Website of GME Gelatin Manufactures of Europe. Brussels, Belgium : GME Market Data. <http://www.Gelatine.org>. Available form (Diakses 18 september 2008).
- Hamidah, S. (2015). Menu yang halal dan thayyib. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hardikawati, T., Ni Made, P., & Ketut, R. (2016). Kajian pengaruh variasi konsentrasi asam sitrat terhadap kekuatan gel produk gelatin kulit ayam broiler dikaitkan dengan pola proteinnya. *Jurnal Kimia*, 10(1) :115-124.
- Hartatik, I. 2010. Kajian produksi kolagen dari limbah sisik ikan secara enzimatis. *Jurnal Momentum*, 6(1):33-35,
- Haryati, D., Lulu, N., Humairah, & Nurlaila, A. (2019). Ekstraksi dan karakterisasi gelatin kulit ikan baronang (*Siganus canaliculatus*) dengan metode enzimatis menggunakan enzim bromelin. *Canrea Jurnal*, 2(1):2621-9468.
- Hasbi Al-Shiddieqy. (1995). *Tafsir Al- Quran majid An-nuur, Jilid 1*. Semarang: Pustaka Rizqi Putra.



- Hashim, P., Mohd Ridzwan, M. S., Bakar, J., & Mat Hashim, D. (2015). Collagen in food and beverage industries. *International Food Research Journal*, 22(1): 1 – 8.
- Huda, N., & Martin, S. (2017). Optimasi pengukuran spektrum vibrasi sampel protein menggunakan FTIR. *Jurnal of Chemical Science*, 6(2):2252-6951.
- Hidayat, G., Eko, N. D., & Laras, R. (2016). Karakteristik gelatin tulang ikan nila dengan hidrolisis menggunakan asam fosfat dan enzim papain. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(1):69-78.
- Illing, I., & Satriawan, MB. (2017). Uji FTIR bioplastik dari limbah ampas sagu dengan penambahan variasi konsentrasi gelatin. *Jurnal Dinamika*, 2087-7889.
- Iqbal, M., Choirul, A., & Ahmad, R. A. (2015). Optimasi rendemen dan kekuatan gel gelatin ekstrak tulang ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus sp*). *Jurnal Teknosains Pangan*, 2302-0733.
- Jaswir I. (2007). Memahami gelatin. <http://www.BeritaIptek.com>, (Diakses 16 Februari 2013).
- Johnson, & Elaine, B. (2009). *Contextual teaching learning (CTL)*. Bandung: Kaifa.
- Kasmir S., Male, Nuryanti, S., & Rahmawati, S. (2014). Ekstrak enzim protease dari daun palado (*Agave angustifolia*) dan pemanfaatannya dalam proses pembuatan virgin coconut oil. *Jurnal Akademika Kimia*, 3(3): 336-345.
- Kementrian Pertanian. (2012). *Laporan tahunan balai pengujian mutu produk tanaman*. Bekasi: Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Khiari, Z. (2013). Comparison between gelatines extracted from mackerel and blue whiting bones after different pre-treatments. *Jurnal School of Food Science and Environmental Health* 139: 1-32.
- Kurniawan, Susi, L., & Siti, H. R. J. (2012). Hidrolisis protein tinta cumi-cumi (*Loligo sp*) dengan enzim papain. *Jurnal Fishtech*, 1(1):41-54.
- Kusnandar, F. (2010). *Kimia pangan komponen makro*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Maryam, Nurmaya, E., & Kasmah. (2019). Produksi dan karakterisasi gelatin dari limbah tulang ayam dengan menggunakan spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). *Majalah Farmaseutik*, 15 (2):96-104.
- Mayasaroh, I., Rusmana, D., & Wiradimadja, R. (2012). Dekolagenasi kandungan kalsium dan fosfor limbah tulang ayam oleh larutan KOH. *Jurusan Peternakan*, 1(1):1-5.

- Poedjiadi, A. (2007). *Dasar-dasar biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Puspawati, N. M., & Simpen, I. N. S. M. N. (2012). Isolasi gelatin dari kulit kaki ayam broiler dan karakterisasi gugus fungsinya dengan spektrofotometri FTIR. *Jurnal Kimia*, 6(1) : 79–87.
- Puspawati, N. M, Simpen, I. N., & Rahma, P. (2016). Karakteristik mutu gelatin dari kulit ayam broiler melalui proses perendaman kombinasi asam-basa. *Jurnal Kimia*, ISSN:2599-2740.
- Puspitasari, D. A. P., Biantoro V. P., & Bhakto E. S. (2013). Kualitas warna, tingkat kejernihan dan ketebalan film gelatin tulang cakar ayam sebagai alternative bahan dasar *edible film*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(3):144-147.
- Rachmania, R. A., Fatimah, N., & Elok, M. (2013). Ekstraksi gelatin dari tulang ikan tenggiri melalui proses hidrolisis menggunakan larutan basa. *Jurnal Farmasi*, 10(2):18-28.
- Rahayu. F., & Nurul H. F., (2015). Pengaruh waktu ekstraksi terhadap rendemen gelatin dari tulang ikan nila merah. *Jurnal Seminar Nasional sains dan Teknologi*, ISSN:2407-1846.
- Rahmadani, D. (2014). Pengaruh perbedaan jenis asam dan waktu *demineralisasi* pada nilai rendemen dan sifat fisika kimia gelatin tulang sapi bali. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Rahmadiani, I. M., Siti, M., & Acti, F. H. (2010). Pengaruh konsentrasi  $\text{CH}_3\text{COOH}$  &  $\text{HCl}$  sebagai pelarut dan waktu perendaman pada pembuatan gelatin tulang/ kulit kaki ayam. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1):1-6.
- Retno, D. T. (2012). Pembuatan gelatin dari tulang ayam broiler dengan proses hidrolisa. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*, ISSN:1979-911x.
- Rohmah, F. (2017). Pengaruh lama perendaman dengan asam sitrat terhadap produksi gelatin halal dari tulang ayam broiler (*Gallus domestica*). *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Ridhay. A, Musafir, Nurhaeni, Nurakhirawati, & Nurul B. K. (2016). Pengaruh variasi jenis asam terhadap rendemen gelatin dari yield from cakalang fish bone (*katsuwonus pelamis*). *Jurnal Riset Kimia*, 2(2):44-53.
- Rusdianan, D. Racmat, W. Fitri A. N. Intan M., & Wiwin W. (2016). *Special bone meal* produk hidrolisis alkali pada tulang ayam. *Jurnal Zaraq'ah*, 41(3) :355-360.

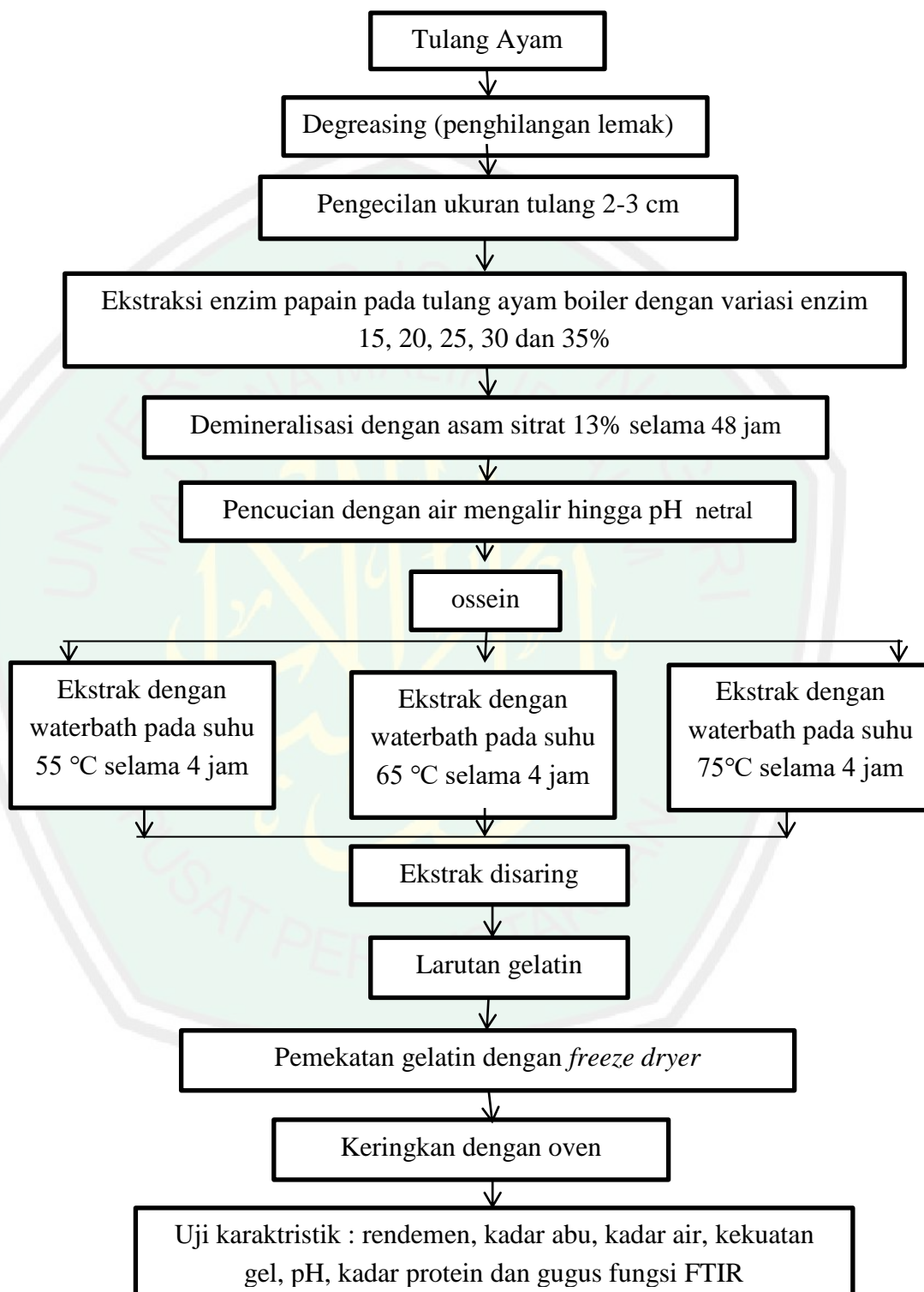
- Saleh, A. R., D. Setiawan, E. Rosihin, R. Wahyudin, S. Rahayu, & Abidin. (2002). Gelatin. *Tekno Pangan dan Agroindustri*, 1(9):133-135.
- Sanaei, A.V. Mahmoodani, F. See, S. F. Yusop, S. M., & Babji, A. S. (2013). Optimization of gelatin extraction and physico-chemical properties of catfish (*Clarias gariepinus*) bone gelatin. *International Food Research Journal*, 20(1): 423.
- Sara, Nafwilda. (2014). Pengaruh jenis bahan dan waktu degreasing terhadap kualitas dan kuantitas gelatin tulang ayam. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Sasmitaloka, K. S., Miskiyah, & Juniawati. (2017). Kajian potensi kulit sapi kering sebagai bahan dasar produksi gelatin halal. *Buletin Perternakan*, 41(3): 328-337.
- Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir al-misbah; pesan, kesan dan keserasian al-quran vol.7*. Jakarta: Lentera Hati
- Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir al-misbah; pesan, kesan dan keserasian al-quran vol.11*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, M. Q. (2008). *Tafsir al-misbah; pesan, kesan dan keserasian al-quran vol.3*. Jakarta: Lentera Hati.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 06=3735. (1995). *Mutu dan cara uji gelatin*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sompie, M. Agustin, & Agnes. (2015). Kajian gelatin kulit ikan tuna yang diproses menggunakan asam asetat. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(5):1186-1189.
- Suptijah, P., Sugeng, H. S., & Colil, A. (2013). Analisis kekuatan gel permen jelly dari gelatin kulit ikan cucut dengan penambahan kerugian dan rumput laut. *Jurnal Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 16(2):183-191.
- Sumarlin, L. O, Siti, N., & Syifa, F. (2011). Penghambatan enzim pemecah protein (papain) oleh ekstrak rokok, minuman beralkohol dan kopi secara in vitro. *Jurnal Valensi*, 2(3): 449-458.
- Suryati, Nasrul. ZA., Meriatna, & Suryani. (2015). Pembuatan dan karakterisasi gelatin dari ceker ayam dengan proses hidrolisis. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2):66-79.

- Suryanti, S, Djagal, W. M., Retno, I., & Heri, E. I. (2017). Pengaruh jenis asam dalam isolasi gelatin dari kulit ikan nila terhadap karakteristik emulsi. *Jurnal Agritech*, 37(4):410-419.
- Syarifah, & Aldila R. (2018). Perbandingan metode ekstraksi microwave oven dan oven terhadap karakteristik gelatin babi, sapi dan bebek. *Skripsi*. Jurusan Farmasi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Tridhar, N. A. (2016). Perbandingan produksi kolagen dari sisi dan tulang ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) secara kimia dan enzimatis. *Skripsi*. Fakultas Teknik, Universitas Pasundan.
- Tabrani, A. M. (2003). Esensi *ta'abbud* dalam konsumsi makanan. *Jurnal Al-Ihkam*, 8 (1):56-68.
- Ulfah, M. (2011). Pengaruh konsentrasi larutan asam asetat dan lama perendaman terhadap sifat-sifat gelatin ceker ayam. *Jurnal Aritech*, 31(3):1-4.
- Utama, H. 1997. Gelatin bikin heboh. *Jurnal Halal LPPOM-MUI* No. 18: 10–12.
- Wijaya, O. A., & Surti, T. (2015). Pengaruh lama perendaman NaOH pada proses penghilangan lemak terhadap kualitas gelatin tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 4(19): 25–32.
- Winarno, F. G. (2002). *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Widyasari, R., & Saroat, R. (2014). Extraction and characterization of gelatin from chicken feet by acid and ultrasound assisted extraction. *Jurnal Food and Applied Bioscience*, 2(1): 83-95.
- Wiyono. 2001. Gelatin halal gelatin haram. *Jurnal Halal LPPOM-MUI* No. 36:26-27.
- Yanggo, H. T. (2013). Makan dan minuman dalam perespektif hukum islam. *Jurnal Tahkim*, 9(2):1-21.
- Yenti, Revi, Noviandi, Dedi, & Rosmaini. (2015). Pengaruh beberapa jenis larutan asam pada pembuatan gelatin dari ikan sepat rawa (*Trichogaster Trichopturus*) kering sebagai gelatin alternatif. *Jurnal Scientia*, 5(2):114-121.
- Zusfahair, Dian, N. R., & Febrina, N. H. (2014). Karakteristik papain dari daun pepaya (*Carica Papaya L.*). *Jurnal Molekul*, 9(1): 44-55.



## LAMPIRAN-LAMPIRAN

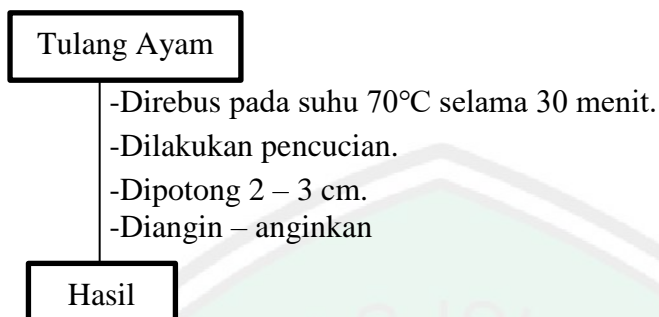
## Lampiran 1. Alur Kerja



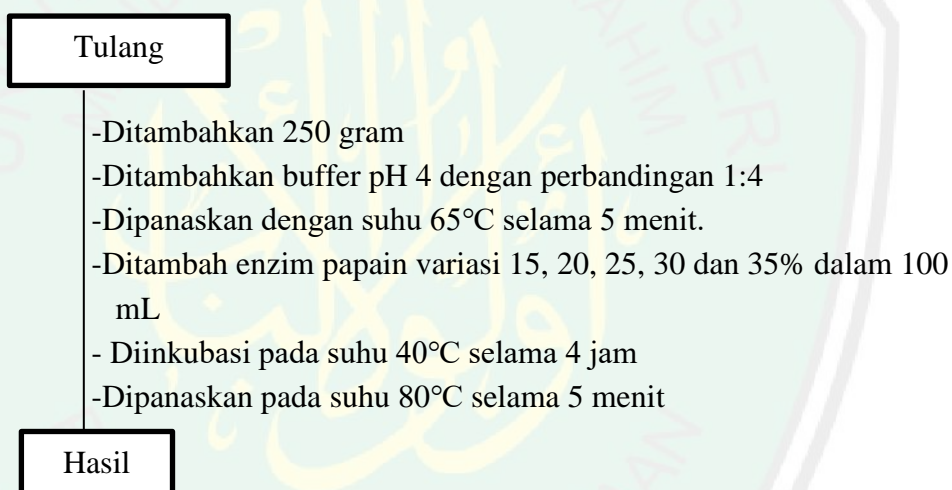


## Lampiran 2. Skema Kerja

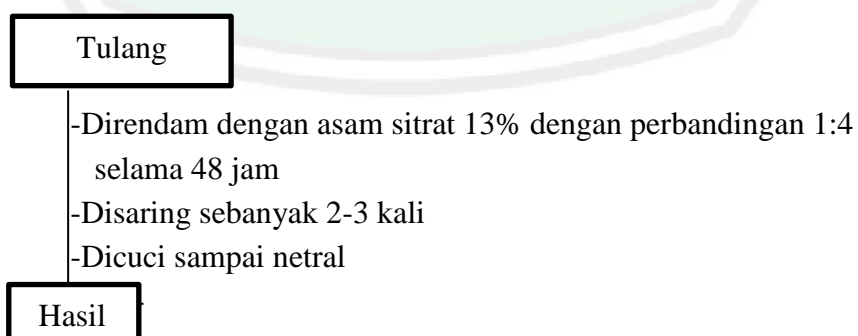
### 1. Preparasi Sampel (Degreasing)



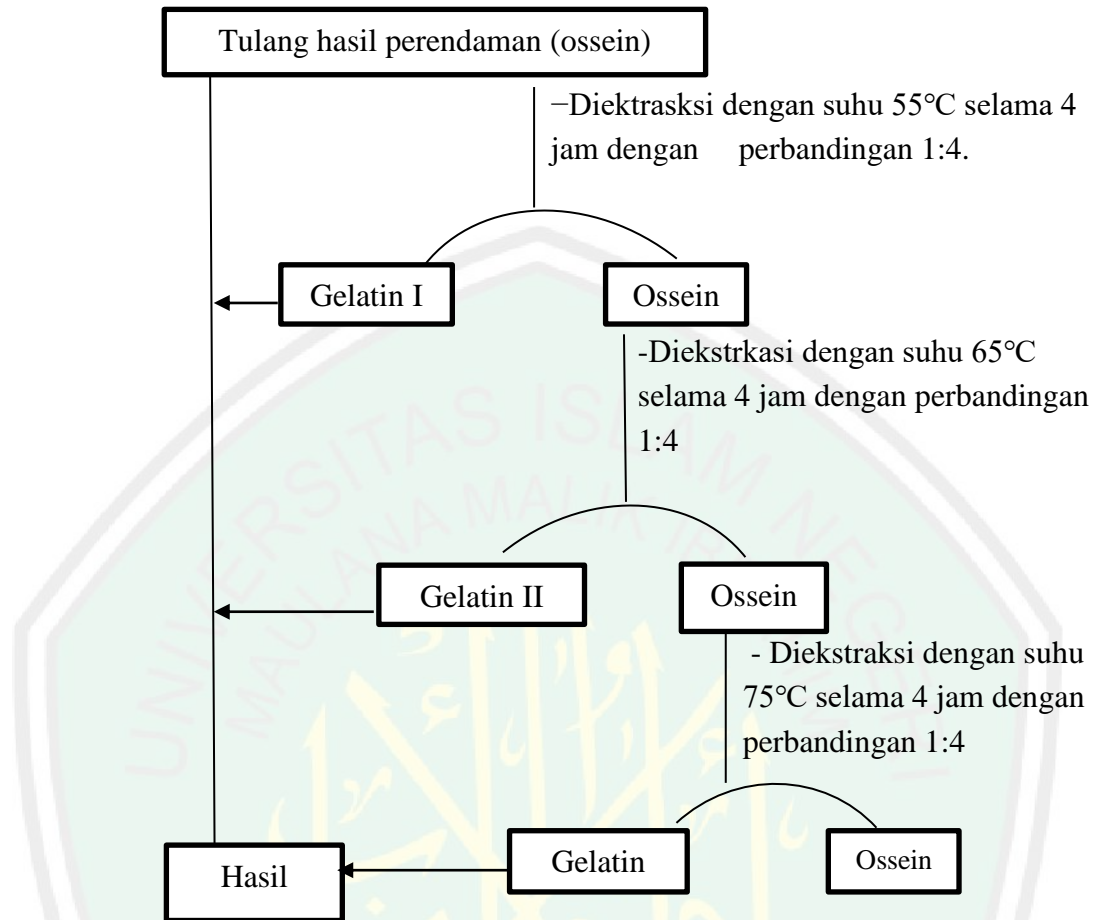
### 2. Penambahan Enzim Papain dengan Variasi 15, 20, 25, 30 dan 35 % pada Tulang Ayam Broiler.



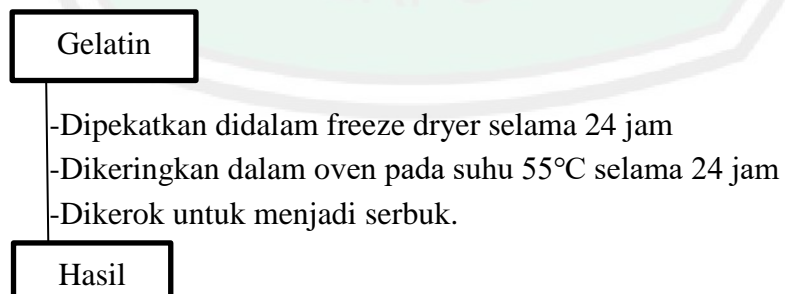
### 3. Perendaman Tulang Ayam dengan Asam Sitrat 13%



#### 4. Ekstraksi Tulang Ayam dengan Asam Sitrat 13%



#### 5. Pemekatan dan Pengering



- **Uji Kualitas Gelatin Tulang Ayam**

## 6. Kadar Air

Gelatin

- Diambil sebanyak 2 gram
- Dimasukkan kedalam cawan penguap
- Dimasukkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam
- Didinginkan dalam desikator selama 15 menit
- Ditimbang hingga konstan
- Dihitung dengan persamaan 3.2

Hasil

## 7. Kadar Abu

Gelatin

- Diambil sebanyak 2 gram
- Dimasukkan ke dalam cawan
- Dimasukkan tanur selama 3.5 jam pada suhu 600°C
- Didinginkan dalam desikator selama 15 menit
- Ditimbang sampai konstan
- Dihitung dengan persamaan 3.3

Hasil

## 8. Derajat Keasaman (pH)

Gelatin

- Ditimbang sebanyak 0,2 gram
- Dilarutkan dalam akuades sebanyak 20 mL pada suhu 80°C
- Dihomogenkan dicelupkan pada pH meter.

Hasil

#### 4. Kekuatan Gel

##### Gelatin

- Dilartukan hingga konsentrasi 6,67%
- Dipanaskan pada suhu 45°C selama 15 menit
- Dihomogenkan
- Dimasukkan desikator selama 2 jam pada suhu 10°C
- Diukur *texture analyser* dengan diameter probe 1,3 dengan kecepatan 2mm/detik dengan jarak 4 mm
- Dihitung dengan persamaan 3.5 dan 3.6

##### Hasil

#### 5. Kadar Protein

##### Gelatin

- Diambil sebanyak 1 gram
- Dimasukkan labu Kjeldahl sebanyak 100 ml
- Ditambahkan (2 mg  $K_2SO_4$  dan 40 mg  $HgO$ ) dan 15 mL  $H_2SO_4$  pekat (95-97%)
- Didestruksi sampai jernih
- Didinginkan pada suhu kamar
- Didestilasi dengan 10 mL  $NaOH$  50% dan 50 mL akuades
- Dimasukkan ke dalam erlemeyer yang berisi 2 tetes indikator dan  $H_3BO_3$  4% sebanyak 5 mL
- Dititrasi dengan  $HCl$  0,02 N

##### Hasil

#### 6. Identifikasi Gugus Fungsi dengan FTIR

##### Gelatin

- Diambil gelatin sebanyak 1 mg
- Dicampur dengan bubuk  $KBr$  sebanyak 100 mg
- Dihaluskan
- Dimasukkan dalam cetakan
- Ditimpa dengan pompa hidrolis
- Dimasukkan dalam FTIR dengan panjang gelombang 4000 – 500  $cm^{-1}$

##### Hasil

### Lampiran 3. Perhitungan Larutan

#### 1. Larutan HCl 0,02 N

Pembuatan larutan HCl 0,02 N yang digunakan pada analisis kadar protein

Konsentrasi HCl	= 37%
Berat jenis HCl pekat	= 1,19 g/ml = 1190 g/L
Berat Molekul	= 36,5 g/mol
	= 1 (jumlah mol ion H <sup>+</sup> )

$$n = \frac{1,19 \text{ gram}}{1 \text{ mL}} = \frac{100 \text{ gram}}{V \text{ mL}}$$

$$V = \frac{100 \text{ gram} \times 1 \text{ mL}}{1,19 \text{ gram}}$$

$$= 84,0336 \text{ mL}$$

$$= 0,0840336 \text{ L}$$

$$\text{mol} = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}}$$

$$= \frac{37 \text{ gram}}{36,42 \text{ g/mol}}$$

$$= 1,0159 \text{ mol}$$

$$M = \frac{\text{mol}}{V}$$

$$= \frac{1,0159 \text{ mol}}{0,0840336 \text{ L}}$$

$$= 12,09 \text{ M}$$

$$N = M \times \text{valensi}$$

$$= 12,09 \text{ M} \times 1$$

$$= 12,09 \text{ N}$$

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$12,09 \text{ N} \times V_1 = 0,02 \text{ N} \times 10 \text{ mL}$$

$$12,09 V_1 = 0,2 \text{ mL}$$

$$V_1 = 0,0165 \text{ mL}$$

$$= 16,5 \mu\text{L}$$

Keterangan: pembuatan HCl 0,02 M dengan mengencerkan HCl pekat dengan 16,5 mL.



## 2. Pembuatan larutan asam sitrat 13% (b/v)

Pembuatan larutan asam sitrat 13 % yang digunakan sebagai pelarut pada proses demineralisasi

$$\%b/v = \frac{\text{berat zat terlarut}}{\text{Volume larutan}} \times 100\%$$

$$13\% = \frac{\text{berat zat terlarut}}{100 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$\frac{13}{100} \text{ g/mL} = \frac{\text{berat zat terlarut}}{100 \text{ ml}}$$

$$13 \text{ gram} \times 100 = 100 \times \text{berat zat terlarut}$$

$$1300 \text{ gram} = 100 \times \text{berat zat terlarut}$$

$$13 \text{ gram} = \text{berat zat terlarut}$$

$$13\% \approx 13 \text{ gram dalam } 100 \text{ mL larutan}$$

$$130 \text{ gram dalam } 1000 \text{ mL larutan}$$

Keterangan: pembuatan larutan asam sitrat dengan melarutkan asam sitrat dalam 100 ml akuades

## 3. Perhitungan enzim papain komersial

a. Enzim 15%

Enzim = 15 gram

Larutan = 100 ml

$$\text{konsentrasi} = \frac{15}{100} \times 100\text{ml}$$

$$= 15$$

Enzim Paipain (%)	Konsentrasi (Gram)
15	15
20	20
25	25
30	30
35	35

## Lampiran 4. Kadar Ossein

Ossein= Berat Osein- Berat awal =

#Ulangan 1.

$$1,5\%:443,55 - 250 = 193,55$$

Berat awal (Gram)	Berat Osein (Gram) U1	Selisi Berat ossein (Gram)	Berat awal (Gram)	Berat Osein (Gram) U2	Selisi Berat ossein (Gram)	Berat awal (Gram)	Berat Osein (Gram) U3	Selisi Berat ossein (Gram)
250	443,55	193,55	250	424,45	174,45	250	453,56	203,56
250	457,87	207,87	250	463,90	213,9	250	419,71	167,71
250	442,20	192,2	250	423,89	173,89	250	420,47	170,47
250	485,91	235,91	250	449,15	199,15	250	412,19	162,19
250	420,72	170,72	250	343,62	93,62	250	406,59	156,59

## Lampiran 5. Perhitungan Kualitas Gelatin

### 5.1 Rendemen

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

#### #ualangan 1

$$1,5\% = \frac{17,0173}{250} \times 100\% = 6,80692\%$$

Tulang	Papain	Ulangan 1 (U1)	Ulangan 2 (U2)	Ulangan 3 (U3)
250	1,5% (A)	17,0173	11,0207	17,4129
250	2,0% (B)	25,602	11,8154	14,3558
250	2,5% (C)	16,648	20,1769	14,8787
250	3,0% (D)	26,1918	11,6615	13,4243
250	3,5% (E)	16,4633	14,7669	15,3819

### 5.2. kadar air

$$\% \text{ kadar air} = \frac{(B) - (C)}{(B) - (A)} \times 100\%$$

Keterangan : A = bobot cawan kosong

B = bobot cawan + sampel yang belum dikeringkan

C = berat cawan + sampel yang sudah dikeringkan

**Ulanagan 1**

$$Au1 = \frac{56,2640 - 56,1282}{56,2640 - 54,2638} \times 100\% = 6,78932\%$$

Papain	Cawan	Cawan + sampel	Cawan + sampel kering
1,5%	54,2638	56,2640	56,1282
2,0%	44,0925	46,0988	46,0278
2,5%	42,6458	44,6620	44,5585
3,0%	42,6373	44,6307	44,5665
3,5%	54,2616	56,2986	56,1231

**#Ulangan 2**

Papain	Cawan	Cawan + sampel	Cawan + sampel kering
1,5%	42,6421	44,2705	44,1509
2,0%	44,0910	46,0961	45,9492
2,5%	44,0874	46,0878	46,0143
3,0%	42,6367	44,6636	44,5765
3,5%	44,0908	46,1036	45,9853

**#Ulanagan 3**

Papain	Cawan	Cawan + sampel	Cawan + sampel kering
1,5%	42,6409	44,6208	44,4964
2,0%	44,0903	46,1526	46,0319
2,5%	54,2638	56,2212	56,1634
3,0%	44,0824	46,1679	46,1109
3,5%	42,6419	44,7318	44,6640

**#Persentase kadar air**

Papain	U1%	U2	U3
1,5%	6,78932%	7,3446%	6,2831%
2,0%	3,53885%	7,3263%	5,8527%
2,5%	5,13342%	3,6743%	2,9529%
3,0%	3,2206%	4,297%	2,7331%
3,5%	8,6156%	5,8774%	3,2442%

### 3.pH gelatin

Papain	U1	U2	U3
1,5%	4,33	4,05	3,89
2,0%	4,05	4,09	3,74
2,5%	4,34	4,10	4,15
3,0%	4,19	4,16	4,10
3,5%	4,07	4,00	4,11

pH asam sitrat = 3,65

### 4. kadar abu

$$\text{Kadar Abu} = \frac{(C)-(A)}{(B)-(A)} \times 100\%$$

Keterangan: A = (bobot krusibel kosong)

B = (bobot cawan+sampel sebelum dikeringkan)

C = (bobot cawan+sampel setelah dikeringkan)

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{17,2524 \text{ gram} - 16,8427 \text{ gram}}{18,4983 \text{ gram} - 16,8427 \text{ gram}} \times 100\% = 73,9143 \%$$

Papain	U1	U2	U3
1,5%	73,9143%	66,9757%	64,5649%
2,0%	71,17004%	65,5937%	63,5658%
2,5%	69,9609%	68,07885%	65,6208%
3,0%	70,4274%	70,8194%	64,52871%
3,5%	65,0366%	65,4997%	68,2827%

### 5. kadar protein

#### Ulangan 3

Papain	U3
1,5%	28,23±0,22
2,0%	26,74±0,04
2,5%	34,22±0,22
3,0%	35,96±0,38
3,5%	43,32±0,10

## 6. Kekuatan gel

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

$$\text{Kekuatan gel (g bloom)} = 20 + (2,86 \times 10^{-3}) \times D$$


$$D = \frac{2,7 \text{ N}}{0,07} \times 980 = 37800 \text{ N}$$

$$\text{Kekuatan gel} = 20 + (2,86 \times 10^{-3}) \times 37800 \text{ N} = 128,108 \text{ g bloom}$$

Papain	U1(g.bloom)	U2( g.bloom)	U3 (g.bloom)
1,5%	128,11	28,008	84,0640
2,0%	24,004	28,008	88,0680
2,5%	120,10	160,14	152,132
3,0%	236,22	240,22	128,108
3,5%	24,004	124,10	208,188



## Lampiran 6. Hasil Analisis Kekuatan Gel



**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 : Andriatul Masruro  
UNISMA  
MALANG


**LAPORAN HASIL UJI**  
*REPORT OF ANALYSIS*

Nomor / Number : 0611/THP/LAB/2019  
 Nomor Analisis / Analysis Number : 0611  
 Tanggal penerbitan / Date of issue : 22 Agustus 2019  
 Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian  
*The undersigned ratifies that examination*  
 Dari contoh / of the sample (s) : GELATIN

Untuk analisis / For analysis :  
 Keterangan contoh / Description of sample :  
 Diambil dari / Taken from :  
 Oleh / By :  
 Tanggal penerimaan contoh / Received : 07 Agustus 2019  
 Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 07 Agustus 2019  
 Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :


KODE	GEL STRENGTH (N)
A U1	2,7
B U1	0,1
C U1	2,5
D U1	5,4
E U1	0,1
A U2	0,2
B U2	0,2
C U2	3,5
D U2	5,5
E U2	2,6
A U3	1,6
B U3	1,7
C U3	3,3
D U3	2,7
E U3	4,7

NABIL 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 198903 2 002

## Lampiran 7. Hasil Analisis Kadar Protein



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA  
JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia Telp : +62-341-575838, fax : +62-341-554403  
<http://kimia.uh.ac.id> email : [kimia@ub.ac.id](mailto:kimia@ub.ac.id)

---

### LAPORAN HASIL ANALISIS

NO : I.P.08 / RT.5 / T.1 / R.0 / TT. 150803 / 2019

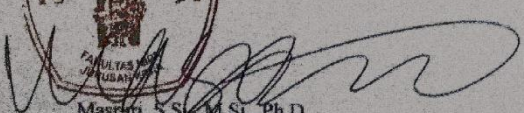
1. Data Konsumen

Nama : Andriatul Masruro  
Instansi : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang  
Alamat : Jl. Gajayana No. 50 Malang  
Telepon : 085735614377  
Status : Mahasiswa S-1  
Keperluan Analisis : Uji Kualitas  
2. Sampling Dilakukan Oleh : Konsumen  
3. Identifikasi Sampel : *Gelatin*  
Nama Sampel : Padat  
Wujud : Cokelat Muda  
Warna : Ada Bau  
4. Prosedur Analisis : Dilakukan oleh Unit Analisis dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang  
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Diambil Langsung  
6. Tanggal Terima Sampel : 24 Juli 2019  
7. Data Hasil Analisis :

No	Kode	Parameter	Hasil Analisis		Metode Analisis	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1	AU3	Protein	28,23 ± 0,22	%	Khjeldal Nessler	Titration Asam Basa
2	BU3	Protein	26,74 ± 0,04	%	Khjeldal Nessler	Titration Asam Basa
3	CU3	Protein	34,22 ± 0,22	%	Khjeldal Nessler	Titration Asam Basa
4	DU3	Protein	35,96 ± 0,38	%	Khjeldal Nessler	Titration Asam Basa
5	EU3	Protein	43,32 ± 0,10	%	Khjeldal Nessler	Titration Asam Basa

Catatan:

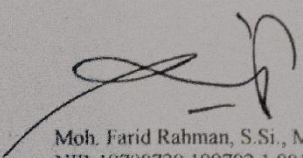
- Hasil analisis ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo,
- Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Mastuti, S.Sc., M.Si., Ph.D  
NIP. 197310202002121001

Malang, 31 Juli 2019

Ketua Unit Analisis dan Pengukuran,



Moh. Farid Rahman, S.Si., M.Si.  
NIP. 197007201997021001



**Lampiran 8. Dokumentasi**

Perendaman dengan enzim papain



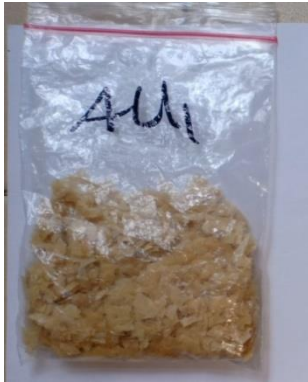
Perendaman dengan asam sitrat



Pengeringan dengan Oven



Larutan gelatin setelah di freeze dry



Gelatin kering



Gelatin setelah dioven



Analisis Kadar air



Analisis pH



Gelatin setelah ekstraksi



Analisis Kadar abu

### Lampiran 9. SPSS (Rendemen)

#### Oneway Notes

#### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
					Au	3
Bu	3	17,257733	7,3371314	4,2360948	-,968712	35,484178
Cu	3	17,234533	2,6973592	1,5573211	10,533922	23,935145
Du	3	17,092533	7,9293352	4,5780038	-2,605027	36,790094
Eu	3	15,537367	,8588193	,4958396	13,403941	17,670792
Total	15	16,454493	4,5332846	1,1704890	13,944044	18,964943

#### Descriptives

##### Gelatin

	Minimum	Maximum
Au	11,0207	17,4129
bu	11,8154	25,6020
Cu	14,8787	20,1769
du	11,6615	26,1918
Eu	14,7669	16,4633
Total	11,0207	26,1918

#### ANOVA

##### Gelatin

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12,608	4	3,152	,115	,974
Within Groups	275,101	10	27,510		
Total	287,709	14			



**Post Hoc Tests**

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: gelatin

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval
						Lower Bound
Tukey HSD	au	Bu	-2,1074333	4,2825303	,986	-16,201592
		Cu	-2,0842333	4,2825303	,987	-16,178392
		Du	-1,9422333	4,2825303	,990	-16,036392
		Eu	-,3870667	4,2825303	1,000	-14,481226
		Au	2,1074333	4,2825303	,986	-11,986726
	bu	Cu	,0232000	4,2825303	1,000	-14,070959
		Du	,1652000	4,2825303	1,000	-13,928959
		Eu	1,7203667	4,2825303	,994	-12,373792
		Au	2,0842333	4,2825303	,987	-12,009926
	cu	Bu	-,0232000	4,2825303	1,000	-14,117359
		Du	,1420000	4,2825303	1,000	-13,952159
		eu	1,6971667	4,2825303	,994	-12,396992
	du	au	1,9422333	4,2825303	,990	-12,151926
		bu	-,1652000	4,2825303	1,000	-14,259359
		cu	-,1420000	4,2825303	1,000	-14,236159
eu	eu	1,5551667	4,2825303	,996	-12,538992	
	au	,3870667	4,2825303	1,000	-13,707092	
	bu	-1,7203667	4,2825303	,994	-15,814526	
	cu	-1,6971667	4,2825303	,994	-15,791326	
	du	-1,5551667	4,2825303	,996	-15,649326	
	bu	-2,1074333	4,2825303	,633	-11,649505	
au	cu	-2,0842333	4,2825303	,637	-11,626305	
	du	-1,9422333	4,2825303	,660	-11,484305	
	eu	-,3870667	4,2825303	,930	-9,929139	
	au	2,1074333	4,2825303	,633	-7,434639	
bu	cu	,0232000	4,2825303	,996	-9,518872	
	du	,1652000	4,2825303	,970	-9,376872	
	eu	1,7203667	4,2825303	,696	-7,821705	
cu	Au	2,0842333	4,2825303	,637	-7,457839	
	Bu	-,0232000	4,2825303	,996	-9,565272	
	Du	,1420000	4,2825303	,974	-9,400072	
	Eu	1,6971667	4,2825303	,700	-7,844905	
	Au	1,9422333	4,2825303	,660	-7,599839	

**Multiple Comparisons**  
Dependent Variable: gelatin

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	95% Confidence Interval
			Upper Bound
Tukey HSD	Au	bu	11,986726
		cu	12,009926
		du	12,151926
		eu	13,707092
		au	16,201592
	Bu	cu	14,117359
		du	14,259359
		eu	15,814526
	Cu	au	16,178392
		bu	14,070959
		du	14,236159
	Du	eu	15,791326
		au	16,036392
		bu	13,928959
	Eu	cu	13,952159
eu		15,649326	
au		14,481226	
LSD	Au	bu	12,373792
		cu	12,396992
		du	12,538992
	Bu	bu	7,434639
		Cu	7,457839
		Du	7,599839
		Eu	9,155005
		Au	11,649505
	Cu	Cu	9,565272
		Du	9,707272
		Eu	11,262439
	Du	Au	11,626305
Bu		9,518872	
Du		9,684072	
Eu	Eu	11,239239	
	Au	11,484305	

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

(I)perlakuan	(J)perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	
LSD	du	bu	-,1652000	4,2825303	,970	-9,707272
		cu	-,1420000	4,2825303	,974	-9,684072
		eu	1,5551667	4,2825303	,724	-7,986905
		au	,3870667	4,2825303	,930	-9,155005
	eu	bu	-1,7203667	4,2825303	,696	-11,262439
		cu	-1,6971667	4,2825303	,700	-11,239239
		du	-1,5551667	4,2825303	,724	-11,097239

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

(I) perlakuan	(J) perlakuan	95% Confidence Interval	
		Upper Bound	
LSD	Du	Bu	9,376872
		Cu	9,400072
		Eu	11,097239
		Au	9,929139
	Eu	Bu	7,821705
		Cu	7,844905
		Du	7,986905

### Homogeneous Subsets

Gelatin			
perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Tukey HSD <sup>a</sup>	Au	3	15,150300
	Eu	3	15,537367
	Du	3	17,092533
	Cu	3	17,234533
	Bu	3	17,257733
	Sig.		

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

### Lampiran 10 SPSS (Kadar Air)

#### Oneway

#### Descriptives

##### Gelatin

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
Au	3	6,805673	,5309389	,3065377	5,486748	8,124599
Bu	3	5,572617	1,9091960	1,1022748	,829911	10,315322
Cu	3	3,920207	1,1108643	,6413578	1,160667	6,679747
Du	3	5,191147	3,0065505	1,7358327	-2,277539	12,659832
Eu	3	4,114067	1,5271371	,8816930	,320448	7,907685
Total	15	5,120742	1,8817420	,4858637	4,078668	6,162816

#### Descriptives

##### Gelatin

	Minimum	Maximum
au	6,2831	7,3446
bu	3,5389	7,3263
cu	2,9529	5,1334
du	2,7331	8,5433
eu	3,2206	5,8774
Total	2,7331	8,5433

**ANOVA**  
gelatin

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16,508	4	4,127	1,248	,352
Within Groups	33,065	10	3,306		
Total	49,573	14			



## Post Hoc Tests

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

(I) perlakuan (J) perlakuan		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	
Tukey HSD	Au	bu	1,2330567	1,4846970	,915	-3,653203
		cu	2,8854667	1,4846970	,356	-2,000793
		Du	1,6145267	1,4846970	,809	-3,271733
		Eu	2,6916067	1,4846970	,417	-2,194653
	Bu	au	-1,2330567	1,4846970	,915	-6,119316
		cu	1,6524100	1,4846970	,797	-3,233850
		du	,3814700	1,4846970	,999	-4,504790
		eu	1,4585500	1,4846970	,857	-3,427710
	cu	au	-2,8854667	1,4846970	,356	-7,771726
		bu	-1,6524100	1,4846970	,797	-6,538670
		du	-1,2709400	1,4846970	,906	-6,157200
		eu	-,1938600	1,4846970	1,000	-5,080120
du	au	-1,6145267	1,4846970	,809	-6,500786	
	bu	-,3814700	1,4846970	,999	-5,267730	
	cu	1,2709400	1,4846970	,906	-3,615320	
	eu	1,0770800	1,4846970	,946	-3,809180	
eu	au	-2,6916067	1,4846970	,417	-7,577866	
	bu	-1,4585500	1,4846970	,857	-6,344810	
	cu	,1938600	1,4846970	1,000	-4,692400	
	du	-1,0770800	1,4846970	,946	-5,963340	
LSD	au	bu	1,2330567	1,4846970	,426	-2,075054
		cu	2,8854667	1,4846970	,081	-,422644
		du	1,6145267	1,4846970	,302	-1,693584
		eu	2,6916067	1,4846970	,100	-,616504
	bu	au	-1,2330567	1,4846970	,426	-4,541168
		cu	1,6524100	1,4846970	,292	-1,655701
		du	,3814700	1,4846970	,802	-2,926641
		eu	1,4585500	1,4846970	,349	-1,849561
	cu	au	-2,8854667	1,4846970	,081	-6,193578
		bu	-1,6524100	1,4846970	,292	-4,960521
		du	-1,2709400	1,4846970	,412	-4,579051
		eu	-,1938600	1,4846970	,899	-3,501971
du	au	-1,6145267	1,4846970	,302	-4,922638	

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	95% Confidence Interval
			Upper Bound
Tukey HSD	au	Bu	6,119316
		Cu	7,771726
		Du	6,500786
		Eu	7,577866
	bu	Au	3,653203
		Cu	6,538670
		Du	5,267730
		Eu	6,344810
	cu	Au	2,000793
		Bu	3,233850
		Du	3,615320
		Eu	4,692400
du	Au	3,271733	
	Bu	4,504790	
	Cu	6,157200	
	Eu	5,963340	
eu	Au	2,194653	
	Bu	3,427710	
	Cu	5,080120	
	Du	3,809180	
LSD	au	Bu	4,541168
		Cu	6,193578
		Du	4,922638
		Eu	5,999718
	bu	Au	2,075054
		Cu	4,960521
		Du	3,689581
		Eu	4,766661
	cu	Au	,422644
		Bu	1,655701
		Du	2,037171
		Eu	3,114251
du	Au	1,693584	

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval
						Lower Bound
LSD	du	bu	-,3814700	1,4846970	,802	-3,689581
		cu	1,2709400	1,4846970	,412	-2,037171
		eu	1,0770800	1,4846970	,485	-2,231031
		au	-2,6916067	1,4846970	,100	-5,999718
	eu	bu	-1,4585500	1,4846970	,349	-4,766661
		cu	,1938600	1,4846970	,899	-3,114251
		du	-1,0770800	1,4846970	,485	-4,385191

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	95% Confidence Interval
			Upper Bound
LSD	du	Bu	2,926641
		Cu	4,579051
		Eu	4,385191
		Au	,616504
	eu	Bu	1,849561
		Cu	3,501971
		Du	2,231031

### Homogeneous Subsets

#### Gelatin

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Tukey HSD <sup>a</sup>	cu	3,920207
	eu	4,114067
	du	5,191147
	bu	5,572617
	au	6,805673
	Sig.	,356

**Lampiran 11 SPSS (Kadar Abu)**

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=TUKEY LSD ALPHA(0.05).

**Oneway****Descriptives**

gelatin

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
au	3	68,484967	4,8539916	2,8024534	56,426983	80,542950
bu	3	66,776513	3,9376899	2,2734263	56,994749	76,558277
cu	3	67,886850	2,1764110	1,2565515	62,480345	73,293355
du	3	68,591837	3,5242254	2,0347125	59,837175	77,346498
eu	3	66,273000	1,7557864	1,0137038	61,911385	70,634615
Total	15	67,602633	3,0645128	,7912538	65,905563	69,299704

**Descriptives**

gelatin

	Minimum	Maximum
au	64,5649	73,9143
bu	63,5658	71,1700
cu	65,6208	69,9609
du	64,5287	70,8194
eu	65,0366	68,2827
Total	63,5658	73,9143

**ANOVA**

Gelatin

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12,865	4	3,216	,271	,890
Within Groups	118,613	10	11,861		
Total	131,477	14			

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval
						Lower Bound
Tukey HSD	au	bu	1,7084533	2,8120302	,971	-7,546169
		cu	,5981167	2,8120302	,999	-8,656506
		du	-,1068700	2,8120302	1,000	-9,361492
		eu	2,2119667	2,8120302	,929	-7,042656
	bu	au	-1,7084533	2,8120302	,971	-10,963076
		cu	-1,1103367	2,8120302	,994	-10,364959
		du	-1,8153233	2,8120302	,964	-11,069946
		eu	,5035133	2,8120302	1,000	-8,751109
	cu	au	-,5981167	2,8120302	,999	-9,852739
		bu	1,1103367	2,8120302	,994	-8,144286
		du	-,7049867	2,8120302	,999	-9,959609
		eu	1,6138500	2,8120302	,976	-7,640772
du	au	,1068700	2,8120302	1,000	-9,147752	
	bu	1,8153233	2,8120302	,964	-7,439299	
	cu	,7049867	2,8120302	,999	-8,549636	
	eu	2,3188367	2,8120302	,917	-6,935786	
eu	au	-2,2119667	2,8120302	,929	-11,466589	
	bu	-,5035133	2,8120302	1,000	-9,758136	
	cu	-1,6138500	2,8120302	,976	-10,868472	
	du	-2,3188367	2,8120302	,917	-11,573459	
LSD	au	bu	1,7084533	2,8120302	,557	-4,557140
		cu	,5981167	2,8120302	,836	-5,667477
		du	-,1068700	2,8120302	,970	-6,372464
		eu	2,2119667	2,8120302	,450	-4,053627
	bu	au	-1,7084533	2,8120302	,557	-7,974047
		cu	-1,1103367	2,8120302	,701	-7,375930
		du	-1,8153233	2,8120302	,533	-8,080917
		eu	,5035133	2,8120302	,861	-5,762080
	cu	au	-,5981167	2,8120302	,836	-6,863710
		bu	1,1103367	2,8120302	,701	-5,155257
		du	-,7049867	2,8120302	,807	-6,970580
		eu	1,6138500	2,8120302	,579	-4,651744
du	au	,1068700	2,8120302	,970	-6,158724	



**Multiple Comparisons**  
Dependent Variable: gelatin

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	95% Confidence Interval
			Upper Bound
Tukey HSD	Au	Bu	10,963076
		Cu	9,852739
		Du	9,147752
		Eu	11,466589
	Bu	Au	7,546169
		Cu	8,144286
		Du	7,439299
		Eu	9,758136
	Cu	Au	8,656506
		Bu	10,364959
		Du	8,549636
		Eu	10,868472
Du	Au	9,361492	
	Bu	11,069946	
	Cu	9,959609	
	Eu	11,573459	
Eu	Au	7,042656	
	Bu	8,751109	
	Cu	7,640772	
	Du	6,935786	
LSD	Au	Bu	7,974047
		Cu	6,863710
		Du	6,158724
		Eu	8,477560
	Bu	Au	4,557140
		Cu	5,155257
		Du	4,450270
		Eu	6,769107
	Cu	Au	5,667477
		Bu	7,375930
		Du	5,560607
		Eu	7,879444
Du	Au	6,372464	

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

(I) perlakuan (J) perlakuan			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval
						Lower Bound
LSD	du	bu	1,8153233	2,8120302	,533	-4,450270
		cu	,7049867	2,8120302	,807	-5,560607
		eu	2,3188367	2,8120302	,429	-3,946757
		au	-2,2119667	2,8120302	,450	-8,477560
	eu	bu	-,5035133	2,8120302	,861	-6,769107
		cu	-1,6138500	2,8120302	,579	-7,879444
		du	-2,3188367	2,8120302	,429	-8,584430

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

(I) perlakuan (J) perlakuan		95% Confidence Interval	
		Upper Bound	
LSD	du	bu	8,080917
		cu	6,970580
		eu	8,584430
		au	4,053627
	eu	bu	5,762080
		cu	4,651744
		du	3,946757

### Homogeneous Subsets

Gelatin			
perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Tukey HSD <sup>a</sup>	eu	3	66,273000
	bu	3	66,776513
	cu	3	67,886850
	au	3	68,484967
	du	3	68,591837
	Sig.		

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

#### Lampiran 12 SPSS (pH)

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=TUKEY LSD ALPHA(0.05).

Oneway

[DataSet0]

#### Descriptives

Gelatin

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
					au	3
bu	3	3,9600	,19157	,11060	3,4841	4,4359
cu	3	4,1967	,12662	,07311	3,8821	4,5112
du	3	4,1500	,04583	,02646	4,0362	4,2638
eu	3	4,0600	,05568	,03215	3,9217	4,1983
Total	15	4,0913	,14961	,03863	4,0085	4,1742

**Descriptives**  
Gelatin

	Minimum	Maximum
au	3,89	4,33
bu	3,74	4,09
cu	4,10	4,34
du	4,10	4,19
eu	4,00	4,11
Total	3,74	4,34

**ANOVA**  
Gelatin

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,098	4	,025	1,143	,391
Within Groups	,215	10	,022		
Total	,313	14			

## Post Hoc Tests

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

(I) perlakuan		(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval
						Lower Bound
Tukey HSD	au	bu	,13000	,11974	,810	-,2641
		cu	-,10667	,11974	,894	-,5007
		du	-,06000	,11974	,985	-,4541
	bu	eu	,03000	,11974	,999	-,3641
		au	-,13000	,11974	,810	-,5241
		cu	-,23667	,11974	,342	-,6307
	cu	du	-,19000	,11974	,536	-,5841
		eu	-,10000	,11974	,914	-,4941
		au	,10667	,11974	,894	-,2874
	du	bu	,23667	,11974	,342	-,1574
		du	,04667	,11974	,994	-,3474
		eu	,13667	,11974	,782	-,2574
	eu	au	,06000	,11974	,985	-,3341
		bu	,19000	,11974	,536	-,2041
		cu	-,04667	,11974	,994	-,4407
au	eu	,09000	,11974	,939	-,3041	
	au	-,03000	,11974	,999	-,4241	
	bu	,10000	,11974	,914	-,2941	
bu	cu	-,13667	,11974	,782	-,5307	
	du	-,09000	,11974	,939	-,4841	
	bu	,13000	,11974	,303	-,1368	
cu	cu	-,10667	,11974	,394	-,3735	
	du	-,06000	,11974	,627	-,3268	
	eu	,03000	,11974	,807	-,2368	
du	au	-,13000	,11974	,303	-,3968	
	cu	-,23667	,11974	,076	-,5035	
	du	-,19000	,11974	,144	-,4568	
eu	eu	-,10000	,11974	,423	-,3668	
	au	,10667	,11974	,394	-,1601	
	bu	,23667	,11974	,076	-,0301	
au	du	,04667	,11974	,705	-,2201	
	eu	,13667	,11974	,280	-,1301	
	au	,06000	,11974	,627	-,2068	



### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	95% Confidence Interval
			Upper Bound
Tukey HSD	au	bu	,5241
		cu	,2874
		du	,3341
		eu	,4241
	bu	au	,2641
		cu	,1574
		du	,2041
		eu	,2941
	cu	au	,5007
		bu	,6307
		du	,4407
		eu	,5307
du	au	,4541	
	bu	,5841	
	cu	,3474	
	eu	,4841	
eu	au	,3641	
	bu	,4941	
	cu	,2574	
	du	,3041	
LSD	au	bu	,3968
		cu	,1601
		du	,2068
		eu	,2968
	bu	au	,1368
		cu	,0301
		du	,0768
		eu	,1668
	cu	au	,3735
		bu	,5035
		du	,3135
		eu	,4035
du	au	,3268	

**Multiple Comparisons**  
Dependent Variable: gelatin

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	
LSD	du	Bu	,19000	,11974	,144	-,0768
		Cu	-,04667	,11974	,705	-,3135
		Eu	,09000	,11974	,470	-,1768
	eu	Au	-,03000	,11974	,807	-,2968
		Bu	,10000	,11974	,423	-,1668
		Cu	-,13667	,11974	,280	-,4035
	Du	-,09000	,11974	,470	-,3568	

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: gelatin

(I) perlakuan	(J) perlakuan	95% Confidence Interval	
		Upper Bound	
LSD	Du	bu	,4568
		cu	,2201
		eu	,3568
	Eu	au	,2368
		bu	,3668
		cu	,1301
	du	,1768	

**Homogeneous Subsets**

**Gelatin**

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Tukey HSD <sup>a</sup>	bu	3,9600
	eu	4,0600
	au	4,0900
	du	4,1500
	cu	4,1967
	Sig.	,342

**Lampiran 13 SPSS (Kekuatan gel)**

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=TUKEY LSD ALPHA(0.05).

**Oneway****Descriptives**

Gelatin

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
Au	3	80,060000	50,1699762	28,9656493	-44,569130	204,689130
Bu	3	46,693333	35,8873973	20,7195985	-42,455904	135,842570
Cu	3	144,124000	21,1871765	12,2324221	91,492136	196,755864
Du	3	201,514667	63,6035537	36,7215288	43,514680	359,514653
Eu	3	118,765333	92,2079849	53,2363049	-110,291999	347,822666
Total	15	118,231467	73,7504483	19,0422839	77,389830	159,073104

**Descriptives**

Gelatin

	Minimum	Maximum
Au	28,0080	128,1080
Bu	24,0040	88,0680
Cu	120,1000	160,1400
Du	128,1080	240,2200
Eu	24,0040	208,1880
Total	24,0040	240,2200

**ANOVA**

Gelatin

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	42544,695	4	10636,174	3,165	,063
Within Groups	33603,106	10	3360,311		
Total	76147,801	14			

## Post Hoc Test

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

(I) perlakuan (J) perlakuan			Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	au	Bu	33,3666667	47,3308254	,951	-122,402968	
		Cu	-64,0640000	47,3308254	,667	-219,833634	
		Du	-121,4546667	47,3308254	,151	-277,224301	
		Eu	-38,7053333	47,3308254	,919	-194,474968	
		Au	-33,3666667	47,3308254	,951	-189,136301	
	bu	Cu	-97,4306667	47,3308254	,307	-253,200301	
		Du	-154,8213333	47,3308254	,052	-310,590968	
		Eu	-72,0720000	47,3308254	,572	-227,841634	
	cu	Au	64,0640000	47,3308254	,667	-91,705634	
		Bu	97,4306667	47,3308254	,307	-58,338968	
		Du	-57,3906667	47,3308254	,745	-213,160301	
	du	Eu	25,3586667	47,3308254	,981	-130,410968	
		Au	121,4546667	47,3308254	,151	-34,314968	
		Bu	154,8213333	47,3308254	,052	-,948301	
	eu	Cu	57,3906667	47,3308254	,745	-98,378968	
		Eu	82,7493333	47,3308254	,450	-73,020301	
		Au	38,7053333	47,3308254	,919	-117,064301	
	au	Bu	72,0720000	47,3308254	,572	-83,697634	
Cu		-25,3586667	47,3308254	,981	-181,128301		
du		-82,7493333	47,3308254	,450	-238,518968		
LSD	bu	cu	33,3666667	47,3308254	,497	-72,092984	
		au	-64,0640000	47,3308254	,206	-169,523651	
		du	121,4546667*	47,3308254	,028	-226,914318	
	cu	eu	-38,7053333	47,3308254	,433	-144,164984	
		au	-33,3666667	47,3308254	,497	-138,826318	
		du	-97,4306667	47,3308254	,067	-202,890318	
	du	eu	154,8213333*	47,3308254	,008	-260,280984	
		eu	-72,0720000	47,3308254	,159	-177,531651	
		au	64,0640000	47,3308254	,206	-41,395651	
	cu	bu	97,4306667	47,3308254	,067	-8,028984	
		du	-57,3906667	47,3308254	,253	-162,850318	
		eu	25,3586667	47,3308254	,604	-80,100984	
du	au	121,4546667*	47,3308254	,028	15,995016		

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

	(I) perlakuan	(J) perlakuan	95% Confidence Interval
			Upper Bound
Tukey HSD	Au	Bu	189,136301
		Cu	91,705634
		Du	34,314968
		Eu	117,064301
	Bu	Au	122,402968
		Cu	58,338968
		Du	,948301
		Eu	83,697634
	Cu	Au	219,833634
		Bu	253,200301
		Du	98,378968
		Eu	181,128301
Du	Au	277,224301	
	Bu	310,590968	
	Cu	213,160301	
	Eu	238,518968	
Eu	Au	194,474968	
	Bu	227,841634	
	Cu	130,410968	
	Du	73,020301	
Au	Bu	138,826318	
	Cu	41,395651	
	Du	-15,995016*	
	Eu	66,754318	
Bu	Au	72,092984	
	Cu	8,028984	
	Du	-49,361682*	
	Eu	33,387651	
Cu	Au	169,523651	
	Bu	202,890318	
	Du	48,068984	
	Eu	130,818318	
Du	Au	226,914318*	
	Bu		

LSD



### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	
LSD	du	Bu	154,8213333	47,3308254	,008	49,361682
		Cu	57,3906667	47,3308254	,253	-48,068984
		Eu	82,7493333	47,3308254	,111	-22,710318
	eu	Au	38,7053333	47,3308254	,433	-66,754318
		Bu	72,0720000	47,3308254	,159	-33,387651
		Cu	-25,3586667	47,3308254	,604	-130,818318
		Du	-82,7493333	47,3308254	,111	-188,208984

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: gelatin

(I) perlakuan	(J) perlakuan	95% Confidence Interval	
		Upper Bound	
LSD	Du	Bu	260,280984
		Cu	162,850318
		Eu	188,208984
		Au	144,164984
	Eu	Bu	177,531651
		Cu	80,100984
		Du	22,710318

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Homogeneous Subsets

Gelatin			
perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Tukey HSD <sup>a</sup>	bu	3	46,693333
	au	3	80,060000
	eu	3	118,765333
	cu	3	144,124000
	du	3	201,514667
	Sig.		



KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALIKI MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
JURUSAN KIMIA

Gedung Sains dan Teknologi UIN Malang Lt.2 Jl. Gajayana 50 Malang Telp./Fax +62341558933  
www.uin-malang.ac.id Email: info\_uin@uin-malang.ac.id kimia@uin-malang.ac.id

KARTU KONSULTASI PENELITIAN

Nama : ANDRIATUL HASPIKA  
NIM : 14620079  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Enzim Pektinase Terhadap Proses Pemisahan Pati Pada Pembuatan Gelatin Dari Tulang Awan Banteng  
Pembimbing Utama : Anik Maulana S.Si M.P  
Pembimbing Agama : Muhammad Ahmad, M.Sc  
Konsultan : Dewi Yuliani, M.Si

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Catatan (ditulis tangan)	Tanda tangan (Pembimbing)
1	2 Mei 2017	Diskusi judul		
2	9 Mei 2017	Diskusi BAB I		
3	17 Mei 2017	Diskusi : Rumusan masalah, tujuan, manfaat		
4	23 Mei 2017	Diskusi BAB III		
5	31 Mei 2017	Diskusi Variasi		
6	13 Oktober 17	BAB I		
7	9 Januari 18	BAB I		
8	11 Januari 18	BAB II		
9	19 Februari 18	BAB I, II, III		
10	15 Nov 2018	BAB I, II, III	Ace Proposal	
11		BAB I, II, III		
12		BAB I, II, III		
13		BAB I, II, III, IV		
14		BAB I, II, III, IV, V		
15		BAB I, II, III, IV, V		

