

**PENGARUH JENIS ASAM DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP
RENDEMEN DAN SIFAT FISIKOKIMIA GELATIN DARI TULANG
KELINCI**

Skripsi



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA
YOGYAKARTA**

Oleh:

Armila Zahra Tawarniate

16031020

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS AGROINDUSTRI

UNIVERSITAS MERCU BUANA YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2020

**PENGARUH JENIS ASAM DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP RENDEMEN
DAN SIFAT FISIKOKIMIA GELATIN DARI TULANG KELINCI**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai

Derajat Sarjana S₁

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian

Diajukan oleh:

Armila Zahra Tawarniate

16031020

Kepada

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS AGROINDUSTRI

UNIVERSITAS MERCU BUANA YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2020

SKRIPSI
PENGARUH JENIS ASAM DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP
RENDEMEN DAN SIFAT FISIKOKIMIA GELATIN DARI TULANG
KELINCI

Oleh

Armila Zahra Tawarniate

16031020

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 3 Agustus 2020

Susunan Tim Penguji:

Penguji I



(Dr. Ir. Wisnu Adi Yulianto, M.P.)

Penguji II/Pembimbing



(Prof. Dr. Ir. Ch. Wariyah, M.P.)

Yogyakarta, 21 Agustus 2020
Dekan Fakultas Agroindustri
Universitas Mercu Buana Yogyakarta



Dr. Agus Slamet, S. TP., M.P.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Armila Zahra Tawarniate

NIM : 16031020

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Agroindustri

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul:

Pengaruh Jenis Asam dan Lama Perendaman Terhadap Rendemen dan Sifat Fisiko Kimia Gelatin dari Tulang Kelinci merupakan hasil karya saya sendiri, kutipan dan tulisan orang lain telah disitasi dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarisme dan bentuk-bentuk penjiplakan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 21 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan



Armila Zahra Tawarniate

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah serta karunia-Nya kepada kita semua sehingga proses penulisan skripsi dengan judul **Pengaruh Jenis Asam dan Lama Perendaman Terhadap Rendemen dan Sifat Fisiko Kimia Gelatin dari Tulang Kelinci** dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknologi Hasil Pertanian (S.TP).

Penulis mengalami berbagai macam kendala dalam penulisan skripsi ini. Pada kesempatan ini, dengan segenap ketulusan penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Agus Slamet, S.TP., M.P., Dekan Fakultas Agroindustri Universitas Mercu Buana Yogyakarta yang telah memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian skripsi.
2. Ibu Prof. Ir. Dwiyati Pujimulyani, M.P., Kaprodi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Mercu Buana Yogyakarta yang telah memberikan ijin dan arahan untuk melaksanakan penelitian skripsi.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Ch. Wariyah, M.P., dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dengan sabar dalam proses penelitian dan penulisan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Wisnu Adi Yulianto, M.P., penguji yang memberikan masukan dan saran untuk proses penelitian dan skripsi.

5. Ibu Dr. Ir. Dwi Wulandari, M.P., Kepala Laboratorium Mikrobiologi Politeknik ATK Yogyakarta yang telah membimbing dan memberikan kesempatan kepada saya untuk melakukan penelitian di laboratorium.
6. Semua pihak yang telah membantu saya dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi semua pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 21 Agustus 2020

Penulis,



Armila Zahra Tawarniate

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI.....	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	4
1. Tujuan Umum.....	4
2. Tujuan Khusus.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kelinci.....	5
B. Gelatin.....	8
C. Demineralisasi.....	13
D. Pengaruh Jenis Asam dan Lama Perendaman.....	14
III. HIPOTESIS.....	16
IV. METODE PENELITIAN	
A. Bahan.....	17
B. Alat.....	17
C. Prosedur Penelitian.....	17
D. Prosedur Pengujian dan Analisis.....	19
1. Penentuan Rendemen.....	19
2. Analisis Kadar Air.....	19

3. Analisis Kadar Abu.....	19
4. Analisis Kadar Protein.....	19
5. Analisis Kekuatan Gel.....	19
6. Analisa Viskositas.....	20
7. Analisa Nilai pH.....	20
E. Rancangan Percobaan	20
F. Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Rendemen.....	21
B. Kadar Air.....	22
C. Kadar Abu.....	24
D. Kadar Protein.....	25
E. Kekuatan gel (<i>gel strength</i>).....	27
F. Viskositas.....	28
G. Nilai pH.....	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	32
B. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat mutu gelatin.....	12
2. Tabel Perlakuan.....	20
3. Nilai rendemen gelatin tulang kelinci (% b/b).....	21
4. Nilai kadar air gelatin tulang kelinci (% b/b).....	23
5. Syarat kadar air produk gelatin.....	23
6. Nilai kadar abu gelatin tulang kelinci (% b/b).....	24
7. Syarat kadar abu gelatin.....	24
8. Nilai kadar protein gelatin tulang kelinci (% b/b).....	26
9. Syarat kadar protein produk gelatin.....	26
10. Nilai kekuatan gel (<i>gel strength</i>) gelatin tulang kelinci (<i>g bloom</i>)...	27
11. Syarat kekuatan gel produk gelatin.....	27
12. Nilai viskositas gelatin tulang kelinci (cP).....	29
13. Syarat nilai viskositas produk gelatin.....	29
14. Nilai pH gelatin tulang kelinci.....	30
15. Syarat nilai pH produk gelatin.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Komposisi Tulang	6
2. Komposisi kimia dan struktur multi-skala dari tulang.....	7
3. Ikatan hidrogen pada <i>triple</i> helix kolagen	8
4. Struktur kimia gelatin.....	9
5. Prosedur pembuatan gelatin dari tulang kelinci.....	18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Cara Kerja.....	37
2. Cara Analisis.....	39
3. <i>Output</i> Olah Data.....	42
4. Gambar Penelitian.....	64

INTISARI

Tulang kelinci pada produksi sate kelinci di Magetan menjadi salah satu sumber limbah yang tidak dimanfaatkan. Tulang merupakan salah satu sumber kolagen yang tidak larut air. Kolagen akan dapat diekstrak menjadi gelatin yang larut air jika dipanaskan dengan perendaman asam/basa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan rendemen gelatin tulang kelinci menggunakan jenis asam dan lama perendaman dengan sifat fisiko-kimia terbaik. Variasi jenis asam yang digunakan adalah HCl, H₃PO₄ dan H₂SO₄ dengan konsentrasi yang sama (6%). Selain itu, variasi lama perendaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2x24 jam dan 4x24 jam. Rancangan percobaan yang dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Parameter yang diamati meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar keasaman (pH), viskositas dan *gel strength*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jenis asam dan lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rendemen dan sifat fisikokimia gelatin tulang kelinci. Variasi jenis asam H₃PO₄ 6% dengan lama perendaman 4x24 jam menghasilkan ekstrak gelatin dari tulang kelinci dengan sifat fisiko-kimia terbaik. Nilai rendemen yang dihasilkan 6,21%. Sifat kimia gelatin ini meliputi kadar air, kadar abu dan kadar protein gelatin berturut-turut 6,15%, 16,83% dan 79,66%. Selanjutnya sifat fisik gelatin meliputi kekuatan gel, viskositas dan nilai pH berturut-turut 38,39 *g bloom*, 2,7 cP dan 3,41.

Kata kunci: gelatin; tulang; lama perendaman; asam ; kelinci

THE EFFECTS OF ACID TYPES AND SOAKING DURATION ON THE YIELD AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF RABBIT BONE GELATIN

ABSTRACT

Rabbit bones left out from satay production in Magetan are source of waste which are not well-utilized. Bones are the source of water-insoluble collagen which can be extracted into water-soluble gelatin when heated using acid / base soaking. The research aims to produce the best yield rabbit bone gelatin with physico-chemical properties using variates of acids and different soaking duration. Variation of acids those used in this research are HCl, H₃PO₄ and H₂SO₄ with equal concentrations (6%) . In addition, variation of soaking duration those used in this research are 2x24 hours and 4x24 hours. This experimental research was carried out using a Complete Random Design (CRD). The test included yield, analysis of water content, ash content, protein content, acidity (pH), viscosity and gel strength. The results showed that different acid types and soaking duration brought significantly different effects on the yield and physicochemical properties of rabbit bone gelatin. The use of 6% H₃PO₄ acid within 4x24 hours soaking duration resulted in gelatin extract from rabbit bones with the best physico-chemical properties. The yield value reached 6.21%, while the chemical properties of gelatin including water content, ash content and levels of gelatin protein was found at 6.15%, 16.83% and 79.66% sequently. Furthermore the physical properties of gelatin including gel strength, viscosity and pH values was found at 38.39 g bloom, 2.7 cP and 3.41 sequently.

Key words: gelatin; bone; soaking duration; acid; rabbit

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terkenal akan kuliner yang beragam. Salah satu kuliner yang enak dan cukup unik adalah sate kelinci. Sate kelinci menjadi kuliner yang cukup terkenal di daerah Magetan, Jawa Timur, khususnya di kawasan wisata Telaga Sarangan. Dinas Pariwisata Magetan mencatat, pada tahun 2017 terdapat sedikitnya 140 pedagang sate kelinci yang berjualan di sekitar kawasan Telaga Sarangan.

Industri sate kelinci belakangan cukup meningkat pesat di daerah Magetan. Hal ini dikarenakan peminat sate kelinci sangat tinggi dan mudah untuk beternak kelinci. Modal yang dibutuhkan untuk menjadi peternak kelinci pun tidak mahal jika dibandingkan dengan kambing atau sapi. Peminat sate kelinci yang cukup tinggi, menyebabkan industri sate kelinci cukup diminati warga Magetan. Industri sate kelinci yang maju cukup pesat, berdampak positif terhadap perekonomian warga. Namun, di sisi lain, pengolahan daging kelinci ini ternyata menghasilkan limbah buang yang cukup banyak yaitu tulang kelinci. Limbah tulang kelinci dari pengolahan sate kelinci biasanya hanya dikeringkan untuk kemudian dibuang ke tempat sampah.

Tulang kelinci seperti tulang hewan pada umumnya, memiliki kandungan kolagen yang cukup tinggi. Kolagen dari tulang hewan dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku utama dalam pembuatan kosmetik, biomedis, dan farmasi (Chai dkk, 2010).

Kolagen yang terhidrolisis parsial dapat diekstrak menjadi gelatin (Hastuti dan Iriane, 2007). Gelatin merupakan protein yang diperoleh dari kulit, tulang dan jaringan serat putih (*white fibrous*) hewan (Pertiwi, 2018). Gelatin merupakan produk pangan yang sering digunakan dalam industri makanan maupun non pangan. Contoh produk dengan bahan dasar gelatin yaitu agar-agar, permen jelly, bahan penstabil, emulsifier dan lain sebagainya. Selain itu, dalam industri farmasi, gelatin digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kapsul (Karim dan Bhat, 2009). Gelatin dapat di ekstrak dari tulang, atau kulit hewan. Proses pembentukan gelatin merupakan hasil hidrolisis kolagen yang terdapat pada tulang atau kulit hewan. Salah satu proses utama dalam ekstraksi gelatin dari tulang adalah proses demineralisasi.

Proses demineralisasi adalah proses pelarutan garam-garam mineral yang terkandung di dalam tulang, sehingga kolagen dalam tulang akan lebih mudah terekstrak. Proses demineralisasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu asam dan basa. Menurut Septiansyah (2000) proses asam akan mengkonversi kolagen menjadi gelatin dalam waktu singkat, karena asam akan merubah serat kolagen triple heliks menjadi rantai tunggal, sedangkan proses basa akan memaksimalkan konversi kolagen menjadi gelatin, namun kekuatan gel yang dihasilkan akan rendah dan waktu yang dibutuhkan relatif lama.

Proses demineralisasi dengan menggunakan asam kuat dapat dengan cepat merubah tulang menjadi *ossein*. *Ossein* adalah tulang yang telah mengalami proses demineralisasi atau penghilangan kalsium fosfat. *Ossein* ini kemudian akan diekstrak untuk mendapatkan gelatin dari tulang hewan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ramadani (2014), jenis asam yang paling baik digunakan pada proses demineralisasi untuk ekstraksi gelatin dari tulang ayam broiler adalah H_2SO_4 dan HCl . Hasil penelitian Ridhay, dkk.(2016) menyebutkan bahwa jenis asam yang dapat menghasilkan rendemen gelatin tertinggi adalah asam fosfat dibandingkan dengan larutan asam klorida, asam sulfat, asam asetat, asam oksalat dan asam sitrat. Pada penelitian ini, akan digunakan variasi jenis asam HCl , H_3PO_4 dan H_2SO_4 untuk mengetahui jenis asam yang dapat menghasilkan rendemen gelatin tulang kelinci dengan sifat fisiko-kimia terbaik.

Jannah (2007) menyebutkan bahwa apabila konsentrasi asam yang digunakan terlalu tinggi maka protein yang terdapat di dalam kolagen tidak dapat berubah menjadi gelatin. Berdasarkan hasil penelitian Huda, dkk (2013) rendemen gelatin dari proses ekstraksi tulang kaki ayam dengan menggunakan HCl 6% memiliki rendemen yang paling tinggi daripada konsentrasi lainnya yaitu (4% dan 5%). Konsentrasi pada jenis asam yang akan digunakan pada penelitian kali ini dibuat sama yaitu 6%, sehingga dapat diteliti jenis asam mana yang lebih baik untuk digunakan pada ekstraksi gelatin dari tulang kelinci.

Berdasarkan penelitian Fauziyyah (2017), variasi lama perendaman yang digunakan pada ekstraksi gelatin tulang ayam broiler adalah 2x24 jam dan 4x24. Variasi lama perendaman serupa juga dilakukan oleh Huda, dkk. (2013) dalam penelitiannya ekstraksi gelatin tulang ayam dengan variasi konsentrasi asam HCl . Oleh karena itu penelitian ini akan mengevaluasi bagaimana pengaruh dari jenis

asam yang berbeda yang digunakan saat proses demineralisasi terhadap rendemen gelatin tulang kelinci dan sifat fisikokimia gelatin yang dihasilkan.

B. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Menghasilkan rendemen gelatin tulang kelinci menggunakan jenis asam dan lama perendaman dengan sifat fisik dan kimia yang terbaik

2. Tujuan Khusus

- a. Mengevaluasi pengaruh jenis asam pada proses demineralisasi terhadap sifat fisikokimia (kadar air, kadar abu, kadar protein, nilai pH, viskositas dan kekuatan gel) gelatin dari tulang kelinci.
- b. Mengevaluasi pengaruh lama perendaman pada proses demineralisasi terhadap sifat fisikokimia gelatin dari tulang kelinci.
- c. Menentukan variasi jenis asam dan lama perendaman yang dapat menghasilkan rendemen gelatin tulang kelinci dengan sifat fisikokimia terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

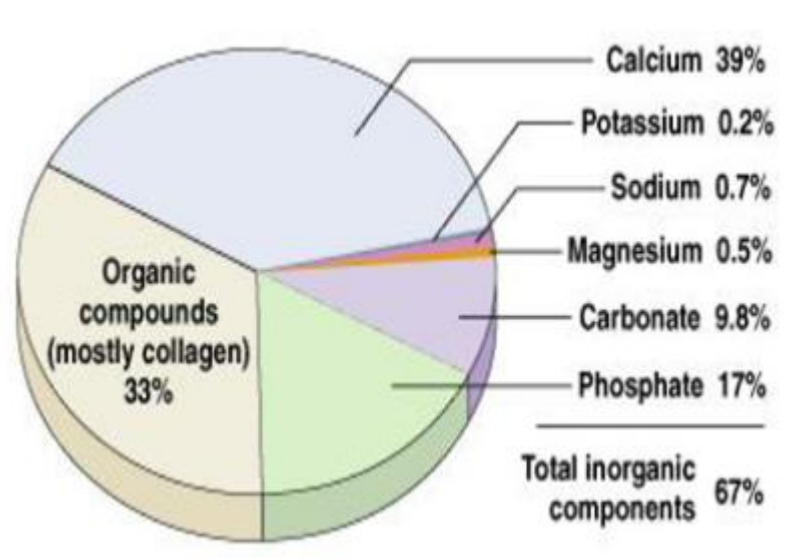
A. Kelinci

Kelinci merupakan hewan mamalia berkaki 4 yang memiliki umur hidup 1-2 tahun di alam bebas. Kelinci merupakan hewan peliharaan yang dapat dimanfaatkan terutama dagingnya. Kelinci merupakan hewan dari famili Leporidae yang dulunya merupakan hewan liar yang berasal dari Afrika. Asal kata kelinci berasal dari Bahasa Belanda yaitu *konijntje* yang berarti “anak kelinci”. Ini menunjukkan bahwa masyarakat Nusantara mulai mengenal kelinci sejak masa kolonial (Wheindrata, 2001).

Banyak Kandungan khasiat dan manfaat daging kelinci bagi kesehatan tubuh manusia. Daging kelinci mengandung air, lemak tak jenuh, protein, kolestrol dan natrium. Daging kelinci sangat baik untuk kesehatan. Daging kelinci berbeda dengan daging ternak ruminansia. Daging kelinci berserat halus dan warna sedikit pucat, sehingga dapat dikelompokkan dalam golongan daging berwarna putih seperti halnya daging ayam. Daging putih kadar lemaknya rendah dan glikogen tinggi. Rendahnya kandungan kolesterol dan natrium membuat daging kelinci sangat dianjurkan sebagai makanan untuk pasien penyakit jantung atau kolesterol, usia lanjut, dan mereka yang bermasalah dengan kelebihan berat badan (Raharjo, 2013).

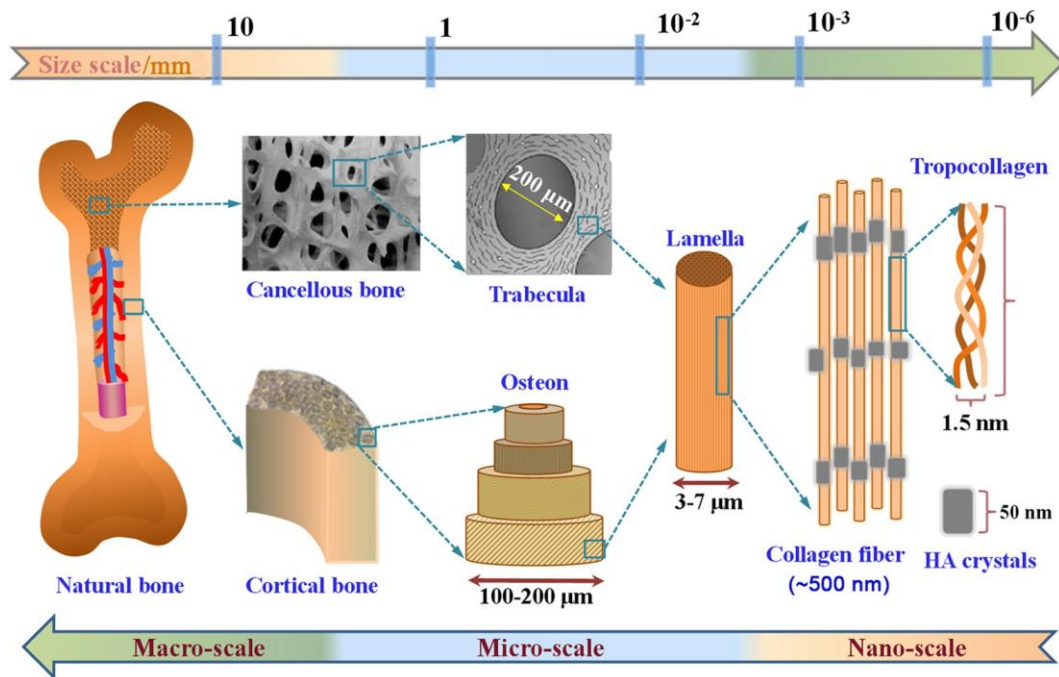
Selain dagingnya, kulit kelinci juga menjadi salah satu sumber bahan baku pembuatan produk kulit yang memiliki nilai jual yang cukup tinggi. Penyamakan kulit kelinci sekaligus sebagai pemanfaatan limbah kulit kelinci agar dapat dijadikan produk yang memiliki nilai jual yang lebih tinggi.

Produksi sate kelinci juga menghasilkan limbah tulang pada praktiknya. Tulang pada umumnya tersusun atas beberapa komponen, yaitu komponen organik dan anorganik. Komponen anorganik meliputi mineral yang ada pada tulang yaitu Kalsium, Potassium, Sodium, Magnesium, Karbonat, dan Fosfat. Komponen organik paling banyak berupa kolagen (Herniawati, 2008).



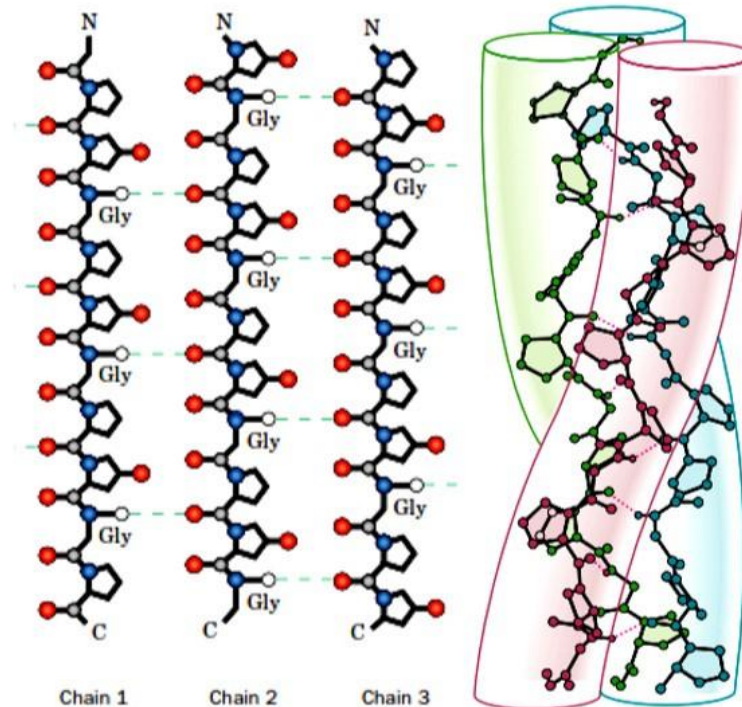
Gambar 1. Komposisi Tulang (Herniawati,2008)

Tulang terbentuk atas dua bagian jaringan internal, yaitu tulang spons dan tulang kortikal. Tulang kortikal berfungsi untuk menopang tubuh, melindungi organ dan menyimpan serta melepas unsur kimia terutama kalsium. Tulang kortikal terdiri atas satuan-satuan yang disebut osteon. Osteon terbentuk atas lamella yang di dalamnya terdapat kolagen dengan ikatan tropokolagen (Gao,dkk , 2017).



Gambar 2. Komposisi kimia dan struktur multi-skala dari tulang (Gao,dkk.2017)

Kolagen adalah salah satu jenis protein yang berada di jaringan ikat. Kolagen memiliki sifat tidak larut air. Kolagen dapat berubah menjadi gelatin larut dalam air jika dilakukan pemanasan dalam air panas, melalui larutan asam atau basa encer (Poedjiadji, 2012). Kolagen memiliki ikatan *triple heliks* atau biasa disebut tropokolagen. Ikatan tropokolagen merupakan ikatan sekunder yang mengikat tiga rantai polipeptida dengan panjang yang sama (Junianto dkk, 2006). Ikatan ini berulang pada gly-X-Y. X merupakan asam amino prolin sedangkan Y merupakan asam amino hidroksiprolin. Untuk setiap triplet –Gly-X-Y-, satu ikatan hidrogen terbentuk antara hidrogen amida dari glisin dalam satu rantai dan atom oksigen karbonil dari residu X pada rantai yang berdekatan.



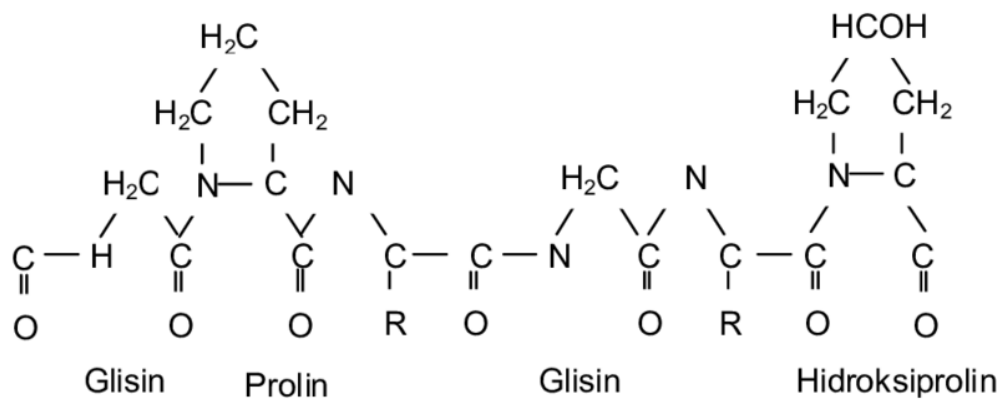
Gambar 3. Ikatan hidrogen pada triple helix kolagen (Voet dkk, 2011)

Hidrolisis kolagen dari tulang hewan dapat menghasilkan salah satu jenis protein konversi berupa gelatin, yang terhidrolisis secara parsial terdiri dari campuran rantai polipeptida polidispersi dengan berat molekul lebih dari 30 kDa (Boran 2010 dalam Dian dkk., 2012). Hidrolisis terhadap kolagen tulang dapat dilakukan setelah melakukan tahap *degreasing*, pembersihan, pengeringan dan pemotongan tulang menjadi lebih kecil untuk kemudian diekstrak menjadi gelatin (Hadi, 2005).

B. Gelatin

Gelatin berasal dari bahasa latin *gelatos* yang berarti pembekuan. Gelatin adalah protein yang diperoleh dari hidrolisis parsial kolagen dari kulit, jaringan ikat putih dan tulang hewan. Gelatin menyerap air 5-10 kali beratnya. Gelatin

larut dalam air panas dan jika didinginkan akan membentuk gel. Sifat yang dimiliki gelatin bergantung pada jenis asam amino penyusunnya. Gelatin merupakan polipeptida dengan bobot molekul antara 20,000 g/mol sampai 250,000 g/mol (Suryani, dkk., 2009).



Gambar 4. Struktur kimia gelatin (Tazwir dkk, 2007)

Berdasarkan metode pembuatannya, gelatin dibedakan menjadi gelatin tipe A dan gelatin tipe B (Bosch dan Gielens, 2003). Dalam penelitian Junianto, dkk (2006) pembuatan gelatin tipe A, bahan baku diberi perlakuan perendaman larutan asam sehingga proses ini dikenal dengan sebutan proses asam. Sedangkan dalam pembuatan gelatin tipe B, perlakuan yang diaplikasikan adalah perlakuan basa. Perlakuan dengan basa sering dikenal sebagai proses alkali (Amiruddin, 2007).

Menurut Ismeri, dkk., (2009) gelatin komersial yang ada dipasaran dikategorikan sebagai gelatin tipe A dan Tipe B, pengelompokan ini berdasarkan jenis prosesnya yaitu proses perendaman asam dan basa. Pada proses perendaman asam menghasilkan gelatin tipe A dan perendaman basa menghasilkan tipe B. Gelatin tipe A umumnya berasal dari kulit babi. Sedangkan gelatin tipe B biasanya bersumber dari kulit sapi dan tulang sapi. Sedangkan gelatin ikan

dikategorikan sebagai gelatin tipe A. Dalam perkembangannya, proses pembuatan gelatin yang berasal dari tulang dapat dilakukan juga dengan menggunakan cara asam yang lebih sederhana.

Pembuatan gelatin sampai saat ini telah mengalami perkembangan seperti yang telah dilakukan oleh para peneliti, dengan cara memanfaatkan bahan baku yang baru dan tidak lagi menggunakan kulit babi. Bahan baku alternative seperti dalam penelitian Ramadani (2014) menggunakan tulang sapi bali. Ekstraksi gelatin juga dapat menggunakan tulang ayam broiler (Fauziyyah, 2017). Sedangkan Kusumawati dkk (2008) menggunakan tulang ikan kakap merah sebagai bahan baku.

Proses produksi utama gelatin dibagi dalam tiga tahapan. Tahap pertama yaitu persiapan bahan baku yaitu penghilangan komponen non kolagen. Tahap kedua merupakan tahap konversi kolagen menjadi gelatin, dan tahap ketiga adalah pemurnian gelatin dengan penyaringan dan pengeringan (Haris, 2008).

Tahapan pertama dimulai dengan pembersihan bahan baku segar. Bahan baku berupa tulang kelinci segar dipanaskan pada suhu 80⁰ C untuk menghilangkan lemak pada tulang. Adanya lemak pada bahan baku akan mengganggu proses hidrolisis (Yuniarifin dkk., 2006). Proses selanjutnya yaitu pelonggaran kolagen yang terdapat di dalam bahan baku dengan larutan asam. Penggunaan larutan asam basa dalam pembuatan gelatin memberikan efek hidrolisis yang maksimal (Kususumawati, dkk., 2008). Waktu yang digunakan untuk curing (demineralisasi) sangat variative (Junianto, dkk., 2006) menggunakan waktu curing 48 jam dengan tulang ikan sebagai bahan baku,

sedangkan Karlina dan Atmaja (2009) melakukan perendaman selama 8 jam dengan larutan asam. Larutan asam mampu mengubah serat kolagen *triple heliks* menjadi rantai tunggal dalam waktu yang singkat sehingga pada waktu yang sama jumlah kolagen yang terhidrolis lebih banyak (Kusumawati, dkk., 2008).

Selanjutnya dilakukan ekstraksi untuk mengkonversi kolagen menjadi gelatin. Haris (2008) dalam penelitiannya menggunakan suhu ekstraksi 85⁰ C selama 6 jam sedangkan Yuniarifin, dkk., (2006) menggunakan ekstraksi bertahap pada suhu 65⁰ C, 75⁰ C, dan 85⁰ C selama 24 jam. Suhu dan waktu ekstraksi sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan, semakin banyak jumlah kolagen yang terdapat didalam bahan maka suhu yang dibutuhkan untuk memaksimalkan proses ekstraksi juga semakin lama. Tahapan terakhir dalam pembuatan gelatin adalah penyaringan dan pengeringan. Martianingsih dan Atmaja (2009) dalam penelitiannya menggunakan kain katun berlapis empat sebagai penyaring. Hasil dari penyaringan kemudian dikeringkan pada suhu 50⁰ C selama 24 jam.

Gelatin yang dihasilkan diharapkan memiliki syarat mutu yang baik sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Beberapa parameter yang digunakan untuk mengetahui standar mutu gelatin diperoleh dari berbagai sumber yang ada, diantaranya SNI (1995), Toutellote (1980) dan GMIA (2012). Syarat mutu gelatin tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Gelatin

Karakteristik	Syarat		
	SNI (1995)	Tourtellote (1980)	GMIA (2012)
Warna	Tidak berwarna sampai kuning-kuningan pucat	-	-
Bau, rasa	Normal	-	-
Kadar air	Maks 16%	-	11,45%
Kadar abu	Maks 3,25%	-	0,3-2%
Kadar lemak	-	-	0,25%
Kadar protein total	-	-	87,26%
Kekuatan gel	-	75-300 g bloom	50-300 g bloom
Viskositas	-	2-7,5 cP	6 cP
pH	-	3,8-6,0	3,8-5,5
Tembaga	Maks. 30 mg/kg	-	-
Seng	Maks. 100 mg/kg	-	-
Sulfit	Maks. 1000 mg/kg	-	-
Titik gel	-	-	1,3 ⁰ C
Titik leleh	-	-	16,3 ⁰ C
Titik isoelektrik protein	-	-	7-9

Manfaat gelatin yang sangat luas diantaranya pada industri pangan yaitu : permen, coklat, yogurt, es krim, minuman dan produk daging. Diluar industri pangan gelatin juga digunakan antara lain pada produk kosmetik, kapsul, bahan perekat (lem), pelapis kertas dan pembuatan film untuk fotografi. Sampai saat ini gelatin merupakan bahan impor bagi Indonesia yang berasal dari negara-negara Eropa dan Amerika dengan jumlah 2000-3000 ton pertahun dengan nilai 7-10 juta US\$ (Saleh dkk, 2002).

C. Demineralisasi

Demineralisasi adalah proses perendaman dalam larutan asam untuk melanjutkan pembengkakan tulang sehingga kolagen yang ada dalam tulang mudah keluar (Amiruldin, 2007).

Pada proses demineralisasi, ikatan-ikatan kalsium akan mengalami pelonggaran oleh asam, sehingga diharapkan komponen molekul kolagen akan lebih mudah terekstrak. Penggunaan larutan asam dalam proses demineralisasi dipertimbangkan bahwa dengan adanya larutan asam dapat memecah mineral, kalsium, dan posfor yang merupakan unsur penyusun tulang. Dengan demikian, molekul protein kolagen yang sebelumnya terikat dengan mineral tersebut akan lebih mudah terlepas (Ramadani, 2014).

Gomez dkk (2004) menyatakan bahwa perendaman dalam larutan asam klorida terhadap kolagen menghasilkan polimer gelatin dengan penyusun utama asam amino glisin. Penggunaan asam dalam tahap hidrolisis akan menghasilkan gelatin tipe A (Ledward, 2000). Konsentrasi HCl yang sering digunakan yaitu 2–6 % dalam waktu 1 hari dan reaksi yang terjadi adalah substitusi anion klorida dengan anion fosfat pada garam kalsium (Hinterwalder, 1977 dalam Kusumawati 2008) : $6 \text{ HCl} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow 2 \text{ H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{ CaCl}_2$

Septriasyah (2000) menyatakan bahwa demineralisasi dalam proses pembuatan gelatin tipe A pada umumnya menggunakan larutan HCl (asam kuat), yang juga digunakan dalam proses *liming*. *Liming* atau biasa disebut proses pengapuran adalah proses pemutusan ikatan kolagen dari garam kalsium dan penguraian serat kolagen *triple heliks* menjadi rantai tunggal dengan bantuan larutan tertentu, dalam hal ini adalah HCl. Tulang akan menjadi lunak disebabkan

komposisi-komposisi kalsium pada tulang hilang dengan penambahan asam. Reaksi yang terjadi : $2\text{HCl} + \text{Ca} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CaCl}_2$. Kalsium klorida yang terbentuk mudah menyerap lembapan di udara (higroskopis). Kalsium klorida berfungsi sebagai ion kalsium dalam larutan karena sifat kalsium klorida yang larut dalam air. Kalsium yang ada pada tulang ketika direndam dengan asam klorida akan melebur menjadi gas hidrogen dan larutan kalsium klorida.

Demineralisasi atau penghilangan mineral akan diperoleh *ossein* atau tulang yang lunak. Perendaman bahan dalam larutan asam atau basa berfungsi untuk menghidrolisis kolagen. Hasil demineralisasi adalah kolagen dalam *ossein* yang lebih mudah larut dalam air panas karena ikatan dalam protein terlepas (Chamidah dan Elita, 2002; Ulfah, 2011). Asam anorganik yang digunakan pada proses demineralisasi adalah asam hidroklorat, klorida, sulfat dan fosfat (Peludkk 1998 dalam Huda 2013).

D. Pengaruh jenis asam dan lama perendaman

Asam pada proses demineralisasi berfungsi untuk menghilangkan mineral yang ada pada tulang. Perendaman tulang dengan asam diharapkan mampu menghidrolisis kolagen pada tulang. Hasil dari proses demineralisasi adalah kolagen dalam *ossein* (tulang lunak) yang lebih mudah larut dalam air panas (Ulfah,2011).

Hasil penelitian Ramadani (2014), variasi jenis asam berpengaruh nyata terhadap rendemen, pH dan kekuatan gel pada gelatin yang dihasilkan dari tulang sapi. Menurut penelitian tersebut, H_2SO_4 merupakan asam kuat yang mampu menghasilkan rendemen gelatin paling banyak dengan pH produk 3,6. Hasil

penelitian Ridhay, dkk (2016), menyebutkan bahwa jenis asam yang dapat menghasilkan rendemen gelatin tertinggi adalah asam fosfat disbanding asam sulfat, asam klorida, asam asetat, dan asam sitrat. Menurutnya, H_3PO_4 memiliki 3 ion H^+ yang dapat menghidrolisis kolagen lebih banyak, sehingga dapat meningkatkan rendemen gelatin.

Pada penelitian Huda, dkk (2013) menyatakan bahwa konsentrasi HCl berpengaruh nyata terhadap rendemen gelatin dari tulang kaki ayam. Pada konsentrasi HCl 6%, ekstrak gelatin dari tulang kaki ayam memiliki rendemen yang paling tinggi. Sehingga, pada penelitian kali ini digunakan konsentrasi 6% untuk semua variasi asam yang digunakan agar dapat mengetahui jenis asam yang paling baik dalam proses ekstraksi gelatin dari tulang kelinci.

III. HIPOTESIS

Jenis asam yang kuat dan semakin lama perendaman pada proses demineralisasi diduga meningkatkan rendemen, dan menurunkan nilai pH gelatin dari tulang kelinci.

IV. METODE PENELITIAN

A. Bahan

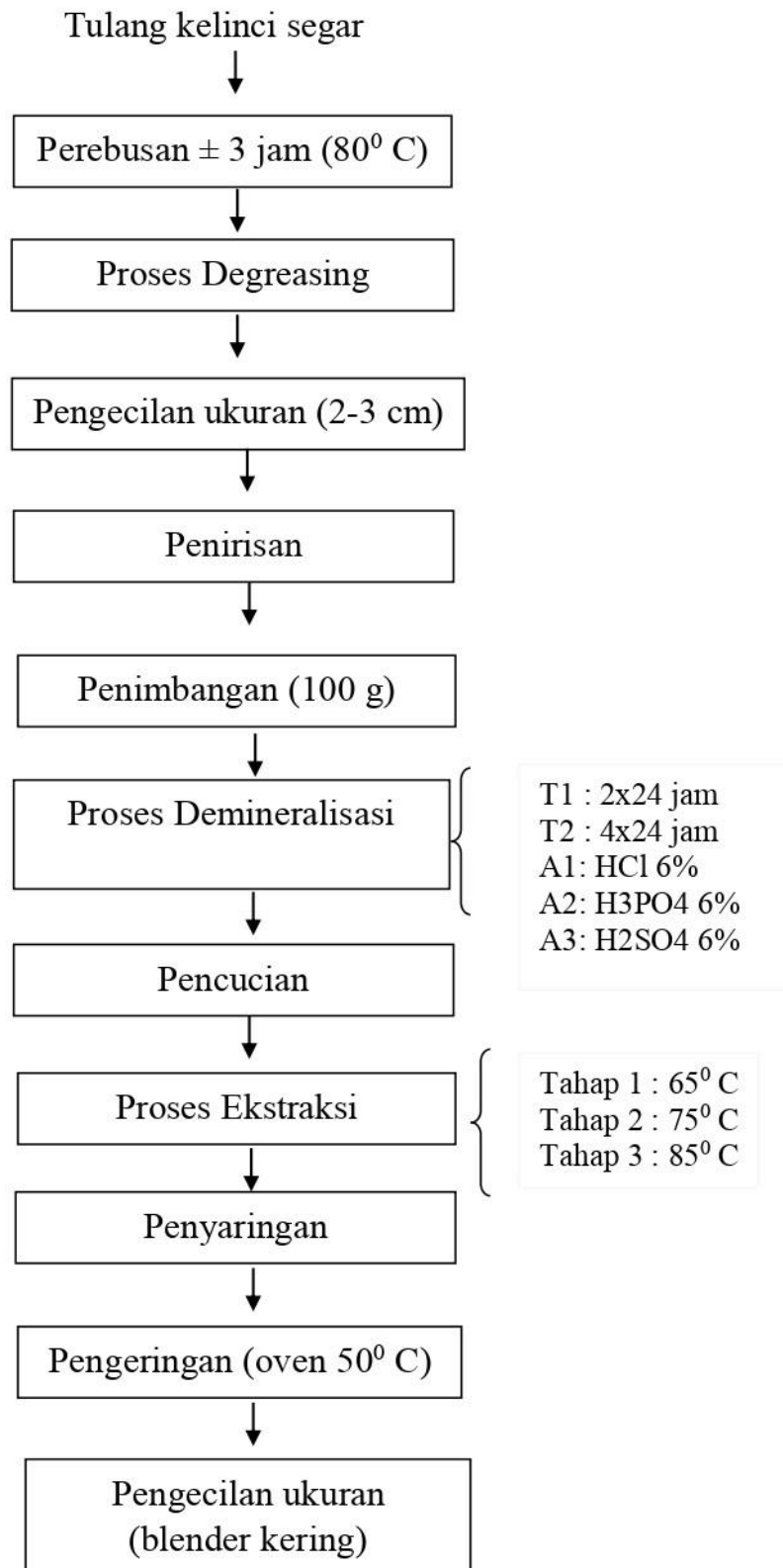
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ; tulang kelinci jenis lokal Jawa yang didapatkan dari warung sate kelinci di Kaliurang, asam fosfat (Merck) diperoleh dari Laboratorium Instrumentasi dan Teknik Polimer, asam sulfat (Merck), asam klorida (Merck) dan aquadest diperoleh dari laboratorium mikrobiologi Politeknik ATK Yogyakarta.

B. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu ; panci aluminium merk Djawa (diameter 22cm), kompor gas merk Quantum (QGC-101 R), pisau dapur, telenan, neraca analitik merk AND (GF 300), gelas piala skala 500 ml, pengaduk kaca, corong gelas, erlenmeyer skala 250 ml, baskom plastik, waterbath merk Memmert (Typ : WB 14), oven merk Memmert (Tv.300), blender merk Kirin (KBB-3 / 5SG), cawan porselin, desikator, muffle tungku, lemari asam, pH meter merk Ohaus (st 20), viskometer merk Brookfield (DV-II+ Pro), Universal Testing Machine merk Zwick (Z. 0.5).

C. Prosedur Penelitian

Ekstraksi gelatin dari tulang kelinci berdasarkan penelitian Atmoko, dkk (2011) dan Ramadani (2014) dengan sedikit modifikasi. Bagan alir ekstraksi gelatin dari tulang kelinci dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Prosedur pembuatan gelatin dari tulang kelinci.

D. Cara Analisis

Produk ekstrak gelatin tulang kelinci yang telah diblender kering selanjutnya dilakukan pengujian dan analisis produk. Pengujian dan analisis produk yang dilakukan meliputi penentuan rendemen gelatin, analisis kadar air, analisis kadar abu, analisis kadar protein, analisis kekuatan gel, analisis viskositas, dan analisis nilai pH.

1. Penentuan Rendemen

Rendemen gelatin tulang kelinci diperoleh dengan menghitung berat produk yang dihasilkan dibagi dengan berat tulang kering yang diekstrak, kemudian dikalikan 100%.

2. Analisis kadar air

Kadar air dapat diperoleh dengan pengeringan menggunakan oven Memmert dan dihitung dengan persamaan dalam metode gravimetri statis AOAC , (2005).

3. Analisis kadar abu

Penentuan kadar abu merupakan kelanjutan dari analisis kadar air. Kadar abu dapat diperoleh dengan metode gravimetri AOAC (2005).

4. Analisis kadar protein

Penentuan kadar protein menggunakan metode Kjeldahl analisa kadar protein dalam AOAC (2005).

5. Analisa kekuatan gel (*gel strength*)

Analisa kekuatan gel diukur dengan alat *Universal Testing Machine* (Zwick/Z. 0.5) kemudian dihitung dengan rumus kekuatan gel (*g bloom*) = $F_{max} \text{ (g/mm}^2\text{)} \times \text{luas lingkaran (mm}^2\text{)}$ (Muyonga dkk, 2004).

6. Analisa Viskositas

Analisa viskositas gelatin diukur dengan menggunakan alat viscometer (brookfield DV-II+ Pro). Nilai viskositasnya dinyatakan dalam satuan *centipose* (cP) (British Standard 757, 1975).

7. Analisa pH (kadar keasaman)

Analisa nilai pH diukur dengan menggunakan alat pH meter Ohaus (British Standard 757, 1975).

E. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua variabel yaitu variasi jenis asam dan waktu demineralisasi dijelaskan dalam Tabel 2. Analisis hasil diolah menggunakan program SPSS *Statistics* 22.

Tabel 2. Tabel Perlakuan

Waktu demineralisasi	Variasi Jenis Asam (6%)		
	A1 (HCl)	A2 (H ₃ PO ₄)	A3 (H ₂ SO ₄)
T1 (2x24 jam)	T1A1	T1A2	T1A3
T2 (4x24 jam)	T2A1	T2A2	T2A3

Faktor 1 (Jenis Asam)

A1 = HCl 6% A2 = H₃PO₄ 6% A3 = H₂SO₄ 6%

Faktor 2 (Lama Perendaman)

T1 = 2x24 jam T2 = 4x24 jam

F. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Politeknik ATK Yogyakarta. Waktu penelitian yaitu bulan Mei - Juni 2020.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rendemen

Nilai rendemen merupakan indikator untuk mengetahui efektif tidaknya metode yang diterapkan pada penelitian, khususnya terkait proses produksi menghasilkan suatu produk. Semakin tinggi nilai rendemen berarti perlakuan yang diterapkan pada penelitian tersebut semakin efisien (Miwanda dan Simpen, 2008). Nilai rata-rata rendemen gelatin tulang kelinci pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rendemen gelatin tulang kelinci (% b/b)

Waktu demineralisasi	Variasi Jenis Asam (6%)		
	HCl	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄
2x24 jam	6,55±0,05 ^{bc}	3,52±0,18 ^a	7,87±0,37 ^d
4x24 jam	6,92±0,25 ^c	6,21±0,34 ^b	10,71±0,06 ^e

*Nilai yang memiliki huruf yang sama dalam satu parameter tidak berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan $p < 0,05$

Nilai rendemen gelatin tulang kelinci hasil penelitian pada Tabel 3 berkisar antara 3,52-10,71%. Rendemen tertinggi terdapat pada gelatin perendaman asam sulfat dengan lama perendaman 4x24 jam yaitu sebesar 10,71%. Rendemen gelatin terendah dihasilkan oleh perlakuan pada perendaman dengan asam fosfat selama 2x24 jam yaitu 3,52%.

Dari data di atas, dapat dilihat bahwa proses demineralisasi dengan menggunakan H₂SO₄ menghasilkan rendemen gelatin yang lebih banyak. Hal ini disebabkan oleh adanya aktifitas larutan asam kuat yang lebih maksimal melonggarkan ikatan rantai kolagen maupun ikatan silang antara kolagen menjadi ikatan yang lebih sederhana dibandingkan larutan asam lemah. Semakin tinggi

konsentrasi asam maka struktur kolagen akan lebih terbuka yang berakibat semakin banyak kolagen yang terhidrolisis sehingga akan semakin banyak pula gelatin yang dapat diekstraksi ketika proses perebusan (Ulfah,2011).

Pada variasi asam sulfat dan asam fosfat, lama perendaman memberikan pengaruh yang cukup nyata. Perendaman dengan lama 2x24 jam menghasilkan rendemen gelatin yang lebih sedikit daripada 4x24 jam. Hal ini sesuai dengan penelitian Fauziyyah (2017) yang menyebutkan bahwa nilai rendemen meningkat seiring penambahan waktu perendaman. Ulfah (2011) juga menyatakan bahwa lamanya perendaman dapat meningkatkan rendemen karena waktu kontak antara asam fosfat dan tulang lebih panjang, sehingga kolagen bebas lebih banyak dihasilkan. Pada penelitian Huda (2013) rendemen gelatin dari tulang kaki ayam menghasilkan rendemen gelatin rata - rata 5%. Ekstraksi gelatin tulang sapi bali yang dilakukan oleh Ramadani (2014) menghasilkan nilai rata-rata rendemen 2%-9% tergantung dengan variasi jenis asam yang digunakan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa selain variasi asam, jenis bahan baku gelatin juga mempengaruhi nilai rendemen ekstrak gelatin yang dihasilkan.

B. Kadar Air

Pengujian kadar air gelatin bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam gelatin. Kadar air yang tidak sesuai standar pada gelatin kering dapat mengakibatkan kerusakan akibat reaksi kimiawi maupun pertumbuhan mikroba pembusuk (Fauziyyah, 2017). Kadar air gelatin tulang kelinci tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai kadar air gelatin tulang kelinci (% b/b)

Waktu demineralisasi	Variasi Jenis Asam (6%)		
	HCl	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄
2x24 jam	8.03±0.02 ^d	6.53±0.00 ^b	6.82±0.13 ^c
4x24 jam	8.49±0.02 ^e	6.15±0.14 ^a	8.42±0.07 ^e

*Nilai yang memiliki huruf yang sama dalam satu parameter tidak berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan $p < 0,05$

Berdasar hasil data penelitian di atas, variasi jenis asam yang digunakan untuk proses demineralisasi ekstraksi gelatin dari tulang kelinci menghasilkan gelatin dengan kadar air yang berbeda nyata. Nilai kadar air yang didapatkan berkisar antara 6,15 – 8,49 %. Pada penelitian Fauziyyah (2017) kadar air yang didapatkan dari sampel gelatin tulang ayam broiler adalah 2,51 – 5,18 %.

Nilai kadar air gelatin terendah didapatkan pada proses demineralisasi menggunakan jenis asam fosfat 6% dengan waktu perendaman 4x24 jam. Kadar air gelatin tertinggi didapatkan pada proses demineralisasi menggunakan jenis asam HCl 6% dengan waktu perendaman 4x24 jam. Tinggi rendahnya kadar air suatu bahan ditentukan oleh sifat dan kemampuan bahan dalam menarik air, serta proses pengeringan yang dilakukan terhadap bahan tersebut (Hasan, 2007). Menurut Juliasti,dkk (2015), kenaikan dan penurunan kadar air dikarenakan jumlah protein semakin banyak, maka gugus polar yang mengikat air pun semakin tinggi. Syarat kadar air produk gelatin tersaji pada tabel 5.

Tabel 5. Syarat kadar air produk gelatin

Syarat kadar air (% b/b)		
Tourtellote(1980)	SNI (1995)	GMIA (2012)
-	Maks 16	Maks 11,45

Menurut SNI (1995) kadar air maksimum pada produk gelatin adalah 16%. Menurut GMIA (2012) syarat kadar air maksimum pada produk gelatin adalah 11,45%. Dari hasil penelitian, semua produk ekstraksi gelatin memiliki kadar air di bawah 11,45%, sehingga masih memenuhi standar. Kadar air yang tinggi akan mempengaruhi kualitas gelatin, sehingga kadar air sangat penting untuk diketahui.

C. Kadar Abu

Kadar abu adalah salah satu parameter yang digunakan untuk melihat kualitas dan tingkat keberhasilan dari proses ekstraksi pada gelatin. Kadar abu menunjukkan kandungan mineral yang terkandung dalam produk gelatin. Semakin banyak kandungan mineralnya, maka kemurnian sampel semakin rendah.

Tabel 6. Nilai kadar abu gelatin tulang kelinci (% b/b)

Waktu demineralisasi	Variasi Jenis Asam (6%)		
	A1 (HCl)	A2 (H ₃ PO ₄)	A3 (H ₂ SO ₄)
T1 (2x24 jam)	12,89±0,02 ^a	12,52±0,23 ^a	13,44±0,29 ^b
T2 (4x24 jam)	17,56±0,12 ^d	16,83±0,08 ^c	19,64±0,12 ^e

*Nilai yang memiliki huruf yang sama dalam satu parameter tidak berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan $p < 0,05$

Berdasar hasil data penelitian yang tersaji pada tabel 6, dapat diamati bahwa rata-rata nilai kadar abu gelatin tulang kelinci berkisar antara 12,89% – 19,65 %. Nilai kadar abu yang dihasilkan pada penelitian ini cukup tinggi dan tidak memenuhi syarat mutu gelatin pada SNI (1995) yaitu maksimum 3,25%. Syarat kadar abu pada gelatin tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Syarat kadar abu gelatin

Syarat kadar abu (% b/b)		
Tourtellote(1980)	SNI (1995)	GMIA (2012)
-	Maks 3,25	0,3-2

Nilai kadar abu tertinggi ditunjukkan pada gelatin dengan perendaman dalam asam sulfat selama 4x24 jam yaitu sebesar 19,64 %. Sedangkan nilai kadar abu terendah ditunjukkan pada gelatin dengan perendaman dalam asam fosfat selama 2x24 jam yaitu sebesar 12,52%. Semakin kuat jenis asam yang digunakan, maka semakin besar kadar abu yang dihasilkan. Lama perendaman juga berpengaruh terhadap kadar abu gelatin tulang kelinci. Semakin lama waktu perendaman, maka semakin besar kadar abu dalam gelatin yang dihasilkan.

Gelatin yang dihasilkan mengandung mineral karena sebelum proses pengeringan tidak dilakukan pemisahan mineral, mineral yang terkandung di dalam gelatin ketika diabukan tidak akan hilang tetapi ikut menjadi abu sehingga akan menyumbang kadar abu gelatin (Astawan dan Aviana, 2002). Tulang kelinci mengandung mineral yang cukup tinggi, diantaranya Ca 36,25%, Mg 0,53%, K 0,92%, dan P 15,99% (Adetayo,2019). Pada penelitian Fauziyyah (2017) kadar abu dalam ekstrak gelatin dari tulang ayam broiler adalah 23,09%.

D. Kadar Protein

Gelatin sebagai salah satu jenis protein yang dihasilkan melalui proses hidrolisis kolagen yang memiliki kadar protein tinggi. Kadar protein menunjukkan seberapa besar kandungan protein yang terdapat dalam bahan pangan. Hasil analisis kadar protein gelatin dari tulang kelinci dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai kadar protein gelatin tulang kelinci (% b/b)

Waktu demineralisasi	Variasi Jenis Asam (6%)		
	HCl	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄
2x24 jam	72,99±0,14 ^c	77,11±0,09 ^d	68,65±0,07 ^a
4x24 jam	70,70±0,13 ^b	79,66±0,11 ^e	70,58±0,11 ^b

*Nilai yang memiliki huruf yang sama dalam satu parameter tidak berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan $p < 0,05$

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, kadar protein gelatin tulang kelinci berkisar antara 68,65 – 79,66%. Berdasarkan GMIA (2012), nilai kadar protein pada semua sampel tidak memenuhi persyaratan. Syarat kadar protein gelatin tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Syarat kadar protein gelatin

Syarat kadar protein (% b/b)		
Tourtellote(1980)	SNI (1995)	GMIA (2012)
-	-	87,26

Kadar protein gelatin tertinggi didapatkan pada perendaman dengan asam fosfat selama 4x24 jam yaitu 79,66%. Kadar protein gelatin terendah didapatkan pada perendaman dengan asam sulfat selama 2x24 jam yaitu 68,65%. Menurut Setiawati (2009), penggunaan larutan asam sebagai bahan *curing* menghasilkan nilai rendemen yang tinggi, namun kadar protein yang dihasilkan lebih rendah. Hal tersebut disebabkan karena tingginya kadar lemak dan kadar abu yang dihasilkan. Adanya non komponen protein seperti lemak dan mineral akan menurunkan persentase kadar protein. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan. Rendemen dan kadar abu berbanding terbalik dengan kadar protein gelatin yang dihasilkan.

E. Kekuatan Gel (*Gel Strength*)

Kekuatan gel merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas dan kelayakan produk gelatin dalam keperluan industri. Sifat gelatin yang khas yakni mampu mengubah bentuk padat menjadi gel yang *reversible*. Nilai kekuatan gel hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai kekuatan gel (*gel strength*) gelatin tulang kelinci (*g bloom*)

Waktu demineralisasi	Variasi Jenis Asam (6%)		
	HCl	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄
2x24 jam	34,31±1,78 ^c	21,33±0,70 ^b	3,42±0,39 ^a
4x24 jam	20,07±0,31 ^b	38,39±0,06 ^d	2,60±0,00 ^a

*Nilai yang memiliki huruf yang sama dalam satu parameter tidak berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan $p < 0,05$

Nilai kekuatan gel gelatin tulang kelinci hasil penelitian berkisar antara 2,60 – 38,39 *g bloom*. Nilai kekuatan gel yang dihasilkan terlalu kecil dan tidak memenuhi standard kekuatan gel gelatin menurut GMIA (2012) yaitu 50 – 300 *g bloom*. Hal ini menyebabkan karakteristik gelatin tulang kelinci yang dihasilkan kurang kokoh dan tidak kuat. Syarat kekuatan gel pada produk gelatin dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Syarat kekuatan gel produk gelatin

Syarat kekuatan gel (<i>g bloom</i>)		
Tourtellote(1980)	SNI (1995)	GMIA (2012)
75-300	-	50-300

Menurut Puspawati dkk., (2014), rendahnya kekuatan gel gelatin yang dihasilkan mungkin disebabkan oleh perbedaan komposisi asam amino penyusunnya dan distribusi berat molekulnya.

Selain itu, rendahnya kekuatan gel pada gelatin tulang kelinci juga bisa disebabkan oleh tingginya kadar abu pada produk gelatin yang dihasilkan. Kadar abu yang tinggi menyebabkan kemurnian gelatin rendah, sehingga kekuatan gel gelatin sangat kecil.

Pada penelitian Tazwir (2007) nilai kekuatan gel gelatin dari tulang ikan kaci-kaci adalah 163 g bloom. Berbeda dengan penelitian Fauziyyah (2017) yang menyebutkan bahwa kekuatan gel dari gelatin tulang ayam broiler adalah 312,29 g bloom. Hal ini dapat disimpulkan bahwa bahan baku juga sangat berpengaruh terhadap nilai kekuatan gel gelatin.

Nilai kekuatan gel paling tinggi dihasilkan oleh gelatin dengan perendaman dalam asam fosfat selama 4x24 jam. Sedangkan nilai kekuatan gel terendah terdapat pada gelatin dengan perendaman dalam asam sulfat selama 4x24 jam. Menurut Ramadani (2014) rendahnya kekuatan gel disebabkan pada jenis larutan asam tinggi yang dapat merusak struktur gelatin sehingga gel tidak terbentuk.

F. Viskositas

Viskositas adalah daya aliran molekul dalam suatu larutan. Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan gelatin sebagai larutan pada konsentrasi dan suhu tertentu. Nilai rata-rata viskositas gelatin dari tulang kelinci dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 12.

Tabel 12. Nilai viskositas gelatin tulang kelinci (cP)

Waktu demineralisasi	Variasi Jenis Asam (6%)		
	HCl	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄
2x24 jam	2,70±0,00 ^e	2,60±0,00 ^d	2,00±0,00 ^b
4x24 jam	2,40±0,00 ^c	2,70±0,00 ^e	1,40±0,00 ^a

*Nilai yang memiliki huruf yang sama dalam satu parameter tidak berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan $p < 0,05$

Nilai viskositas gelatin tulang kelinci hasil peneliatian berkisar diantara 1,40-2,70 cP. Syarat nilai viskositas tersaji pada Tabel 13.

Tabel 13. Syarat nilai viskositas pada produk gelatin

Syarat viskositas (cP)		
Tourtellote(1980)	SNI (1995)	GMIA (2012)
2-7,5	-	6

Nilai viskositas gelatin standar berdasar Tourtollete (1980) adalah 2 – 7,5 cP. Berdasarkan standar ini, sampel dengan kombinasi perlakuan 4x24 jam dan asam sulfat 6% tidak memenuhi persyaratan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai viskositas pada masing – masing perlakuan berbeda nyata.

Menurut Setiawati (2009) viskositas berhubungan dengan berat molekul (BM) rata-rata gelatin dan distribusi molekul. Bobot molekul gelatin berhubungan langsung dengan panjang rantai asam amino. Semakin panjang rantai asam amino maka nilai viskositas akan semakin tinggi.. Pada penelitian yang telah dilakukan, nilai viskositas terendah didapatkan pada gelatin dengan perendaman asam H₂SO₄, sedangkan nilai tertinggi ada pada gelatin dengan perendaman asam fosfat dan asam klorida. Nilai viskositas berbanding lurus dengan nilai kekuatan gel. Semakin tinggi kekuatan gel, maka nilai viskositasnya juga semakin besar. Semakin kuat asam yang digunakan, maka semakin rendah nilai viskositasnya. Hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi asam yang digunakan, maka struktur rantai asam aminonya semakin terbuka sehingga semakin pendek rantai asam aminonya (Yuniarifin dkk, 2006).

Selain itu, lama perendaman juga berpengaruh terhadap nilai viskositas gelatin yang dihasilkan. Semakin lama perendaman dengan bahan asam, maka nilai viskositas cenderung semakin turun. Menurut Huda, dkk (2013) semakin lama perendaman, maka rantai asam amino akan mengalami pemutusan rantai menjadi semakin pendek.

G. Nilai pH

Nilai pH (potensial Hidrogen) gelatin merupakan salah satu parameter yang penting dalam standar mutu gelatin. Pengukuran nilai pH larutan gelatin penting dilakukan karena pH larutan gelatin mempengaruhi sifat-sifat yang lainnya seperti viskositas dan kekuatan gel (Astawan, dkk., 2002). Nilai rata-rata pH gelatin dari tulang kelinci dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Nilai pH gelatin tulang kelinci

Waktu demineralisasi	Variasi Jenis Asam (6%)		
	HCl	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄
2x24 jam	3,52±0,01 ^e	3,92±0,01 ^f	3,44±0,01 ^d
4x24 jam	3,35±0,01 ^b	3,41±0,01 ^c	3,30±0,01 ^a

*Nilai yang memiliki huruf yang sama dalam satu parameter tidak berbeda nyata secara signifikan pada tingkat kepercayaan $p < 0,05$

Berdasarkan data penelitian pada tabel di atas, nilai pH gelatin tulang kelinci berkisar antara 3,30 – 3,92. Nilai pH yang dihasilkan cukup rendah. Syarat nilai pH produk gelatin tersaji pada Tabel 15.

Tabel 15. Syarat nilai pH produk gelatin

Syarat nilai pH		
Tourtellote(1980)	SNI (1995)	GMIA (2012)
3,8-6	-	3,8-5,5

Nilai pH gelatin mengikuti nilai pH jenis bahan asam yang digunakan. Hal ini berkaitan dengan adanya bahan asam (H_2SO_4 , HCl , dan H_3PO_4) yang digunakan pada proses demineralisasi. Bahan asam masuk ke dalam jaringan kolagen yang terjadi pada saat kolagen mengalami *swelling* (pembengkakan). Kolagen yang membengkak mempunyai ruang-ruang kosong, adanya ruang tersebut akan menyebabkan bahan asam masuk. Pada proses ekstraksi bahan asam tersebut akan ikut terekstrak sehingga mempengaruhi nilai pH gelatin yang dihasilkan (Hajrawati, 2006).

Pada penelitian Ramadani (2014) pH gelatin tulang sapi Bali adalah 4,25. Nilai pH sangat berpengaruh pada pencucian *ossein* setelah proses demineralisasi dalam larutan asam. Pencucian juga berfungsi sebagai netralisasi *ossein* sehingga harus dilakukan dengan baik dan optimal. Pencucian yang baik dan optimal ditandai dengan pH netral pada air pencuci dan *ossein*.

Nilai pH terendah gelatin tulang kelinci didapatkan pada penggunaan asam sulfat selama 4x24 jam. Semakin kuat jenis asam yang digunakan dalam perendaman (demineralisasi) maka semakin rendah nilai pH gelatin yang dihasilkan. Lama waktu perendaman juga berpengaruh terhadap nilai pH yang dihasilkan. Semakin lama waktu perendaman, maka nilai pH akan semakin turun. Keuntungan gelatin dengan nilai pH rendah akan lebih tahan terhadap kontaminasi mikroorganisme (Saepudin, 2003).

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Kesimpulan umum

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dapat diperoleh ekstrak gelatin dari tulang kelinci dengan menggunakan perendaman dalam asam selama waktu tertentu.

2. Kesimpulan khusus

- a. Variasi jenis asam pada proses demineralisasi berpengaruh terhadap rendemen dan sifat fisiko-kimia gelatin dari tulang kelinci. Jenis asam yang menghasilkan sifat fisikokimia gelatin terbaik adalah Asam Fosfat. Sifat fisik gelatin tulang kelinci terbaik yang meliputi kekuatan gel, viskositas, dan nilai pH berturut - turut yaitu 38,3 *g bloom*, 2,70 cP, dan 3,41. Sifat kimia gelatin tulang kelinci yang meliputi kadar air, kadar abu, dan kadar protein berturut – turut yaitu 6,15%, 16,83% dan 79,66%
- b. Lama Perendaman pada proses demineralisasi berpengaruh terhadap rendemen dan sifat fisiko-kimia gelatin dari tulang kelinci. Lama perendaman yang memberikan nilai rendemen serta sifat fisiko-kimia gelatin terbaik adalah 4x24 jam.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan produk gelatin tulang kelinci dengan kadar abu, kadar protein dan kekuatan gel yang sesuai dengan standar dengan penambahan perlakuan pada penelitian berupa pemurnian gelatin. Pencucian ossein dan netralisasi dengan basa lemah bisa dilakukan untuk

mendapatkan gelatin dengan pH yang lebih tinggi. Selanjutnya, dapat pula dilakukan penelitian mengenai aplikasi penggunaan gelatin dalam pembuatan produk pangan agar dapat lebih diketahui manfaatnya dalam teknologi pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetayo, O.A. 2019. Cement Stabilized Structural Foundation Lateric Soil With Bone Ash Powder As Additive. https://www.researchgate.net/figure/Elementary-chemical-composition-of-bone-ash-expressed-in-percent_tbl1_334605464 diakses pada tanggal 15 Juli 2020.
- Amiruddin, M. 2007 Pembuatan dan Analisis Karakteristik Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (*thumus albacareas*). Skripsi. Institut Prtanian Bogor, Bogor.
- Atmongko, I. D. P, Ratri D. 2011. Produksi Gelatin dari Tulang Sapi dengan Proes Hidrolisa. Semarang. Universitas Diponegoro.
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist. *AOAC Inc. Washington*
- Bosch, E.V.D. dan C. Geielens. 2003. Gelatin Degradation at Elevated temperature. *International Journal of Biological Macromolecules*, 32: 129-138.
- British Standard 757. 1975. Sampling and Testing of Gelatin.
- Brown, E.M., King, G., dan Chen, J.M., “*Model of The Helical Portion of A Type I Collagen Microfibril*”, *Jalca*, 1997, 922:1-7.
- Chai, H.J., Li, J.H., Huang, H.N., Li, T.L., Chan, Y.L., Shiau, C.Y., & Wul, C.J. (2010). Effects of sizes and conformations of fish-scale collagen peptides on facial skin qualities and transdermal penetration efficiency. *J Biomed Biotechnol*
- Chamidah, A. dan Elita Ch. (2002). Pengaruh Pengolahan Terhadap Kualitas Gelatin Kulit Ikan Hiu. Seminar Nasional PATPI. ISBN : 979-95249-6-2, Malang.
- Damanik, A. 2005. Gelatin Halal Gelatin Haram. Halal LP POM MUI. No.36 Maret 2001. Jakarta.
- Fauziyyah H. H. 2017. Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat dan Lama Perendaman Terhadap Kualitas Gelatin Tulang Ayam Broiler (*Gallus Domestica*). Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Gao, C., Shuping P., Pei F. dan Cijun S. 2017. Bone biomaterials and interactions with stem cells. <https://www.nature.com/articles/boneres201759> diakses pada tanggal 25 Juli 2020.
- Gomez-Guillen, M.C., Gimenez, B., and Montero, P. (2004). *Extraction of gelatin from fish skins by high pressure treatment*. *Food Hydrocolloids. Science Direct*. 19(5): 923–928
- Hadi, S. 2005. Karakteristik fisikokimia gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*) serta pemanfaatannya dalam produk *jelly*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, p.21-35.
- Hajrawati, 2006. Sifat Fisik dan Kimia Gelatin Tulang Sapi dengan Perendaman Asam Klorida pada Konsentrasi dan Lama Perendaman yang Berbeda. *Jurnal Agriplus*. 16 (3): 183 – 189.
- Harjana, T. 2011. Buku Ajar Histologi. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta.

- Haris, 2008. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Nila Sebagai Gelatin dan Pengaruh Lama Penyimpanan Pada Suhu Ruang. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hastuti D., dan Iriane S. 2007. Pengenalan dan Proses Pembuatan Gelatin. Publikasiilmiah.unwahas.ac.id. diakses pada tanggal 10 Mei 2020.
- Herniawati. 2008. Mineral dan Homeotasis. FMIPA UPI. Bandung
- Hinterwaldner, R. (1977). *Technology of gelatin manufacture*. In Ward A.G. and Courts, A. (eds.). *The Science and Technology of Gelatin*. Academic Press, New York.
- Huda, W.N., Windi A. dan Edhi N. 2013. Kajian Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Ekstrak Tulang Kaki Ayam (*Gallus Gallus Bankiva*) dengan Variasi Lama Perendaman dan Konsentrasi Asam. Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 3 Juli 2013.
- Ismeri, R.S. dan S. Rih. 2009. Optimalisasi Mutu dan Kualitas Gelatin Ikan dengan menggunakan Enzim Transglutaminase sebagai Pendorong Produksi Gelatin Dalam Negeri. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Juliasti, R., L., Legowo, A.M., dan Pramono, Y.B. 2015. Pemanfaatan Limbah Tulang Kaki Kambing Sebagai Sumber Gelatin dengan Perendaman Menggunakan Asam Klorida. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 4(1): 5-10.
- Junianto, K.H. dan I. Maulina. 2006. Produksi Gelatin dari Tulang Ikan dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Dasar Pembuatan Cangkang Kapsul. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Karim, A.A., dan Bhat, R. 2009. Fish Gelatin : Properties, Challenges, and Prospect as An Alternative to Mammalian Gealtins. Food Hydrocolloids, 23(3) : 563-576.
- Kusumawati, R., Tazwir dan Ari, W. 2008. Pengaruh Perendaman dalam Asam Klorida Terhadap Kualitas Gelatin Tulang Kakap Merah. <https://www.bbp4b.litbang.kkp.go.id/jurnaljpbkp/index.php/jpbkp/article/download/10/6>. Diakses pada tanggal 16 Juli 2020.
- Ledward, D.A. (2000). Gelatin. In Hand Book of Hydrocolloids. Woodhead Pub. hlm. 67– 86.
- Martianingsih, N. dan L. Atmaja. 2009. Analisis Sifat Kimia, Fisika, dan Termal Gelatin dari Ekstraksi Kulit Ikan Pari (*Himantura Gerradi*) Melalui Variasi Jenis Larutan Asam. Prosedding. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Miwanda, S., dan Simpen. 2008. Optimalisasi Potensi Ceker Ayam (Shank) Hasil Limbah RPA Melalui Metode Ekstraksi Termodifikasi Untuk Menghasilkan Gelatin. Universitas Udayana, Denpasar.
- Muyonga JH, Cole CGB, Duodu KG. 2004. Extraction and physico chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. Food Hydrocoll. 18:581-592
- Pertiwi, M., Yoni A., Apon Z. M., dan Rizkia, M. 2018. Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin dari Tulang Ikan Patin dengan Pre-treatment Asam Sitrat. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 7 (2) 2018. <https://doi.org/10.17728/jatp.2470> diakses pada tanggal 15 Juli 2020.

- Purwanto, S. 2019. Ekspor Impor Gelatin di Indonesia dengan Data Tabel Grafik Terbaru. <https://www.slametpurwanto.com/ekspor-impor-gelatin/> diakses pada tanggal 28 Januari 2020.
- Puspawati, N.M., I N. S., dan Ni L.P.S. 2014. Karakteristik Sifat Fisiko Kimia Gelatin Halal yang Diekstrak dari Kulit Ayam Broiler Melalui Variasi Suhu. *Jurnal Kimia* 8 (1) 2014.
- Raharjo, Y.C., 2013. Daging Kelinci Sebagai Alternatif Untuk Perbaikan Gizi Masyarakat. <http://www.kesmas.kemkes.go.id/portal/konten/~rilis-berita/121910-daging-kelinci-sebagai-alternatif-untuk-perbaikan-gizi-masyarakat> diakses pada tanggal 20 April 2020.
- Ramadani, D. 2014. Pengaruh perbedaan jenis asam dan Waktu Demineralisasi Pada Nilai Rendemen dan Sifat FisikoKimia Gelatin Tulang Sapi Bali. Skripsi. Universitas Hassanudin. Makassar.
- Ridhay, A., Musafira, Nurhaeni, Nurakhirawati dan Khasanah, N.B. 2016. Pengaruh Variasi Jenis Asam Terhadap Rendemen Gelatin dari Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Kovalen*, 2(2): 44-53.
- Saleh, E. 2004. Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak. Program Studi Produksi Ternak Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Septiansyah, C. 2000. Kajian Proses Pembuatan Gelatin dari Hasil Ikutan Tulang Ayam dalam Kondisi Asam. Skripsi. Bogor : IPB.
- Setiawati, I. H. 2009. Karakterisasi Mutu Fisika Kimia Gelatin Kulit Ikan Kakap Merah (*Lutjanus Sp.*) Hasil Proses Perlakuan Asam. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan FPIK Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tazwir, Diah, L.A., dan Rosmawaty.P. 2007. Optimasi Pembuatan Gelatin dari Tulang Ikan Kaci – Kaci Menggunakan Berbagai Konsentrasi Asam dan Waktu Ekstraksi. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* Vol.2 No.1.
- Tourtellotte, P. 1980. *Gelatin di dalam Encyclopedia of Science and Technology*. NewYork: McGraw-Hill Book Co.
- Ulfah,M. 2011. Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat Dan Lama WaktuPerendaman Terhadap Sifat-Sifat Gelatin Ceker Ayam. *Agritech*. 31(3):161-167.
- Yuniarifin, H., V. P. Bintoro dan A. Suwarastuti. 2006. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Asam Fosfat pada Proses Perendaman Tulang Sapi terhadap Rendemen, Kadar Abu dan Viskositas Gelatin. *J.Indon.Trop. Anim.Agric.*
- Voet, D., Voet, J. G., & Pratt, C.W. 1999. *Fundamental of Biochemistry*. New York: John Willey and Sons.
- Wheindrata HS. (2012). *Rahasia Beternak Kelinci Ras*. Yogyakarta. Andi Offset.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Cara kerja ekstraksi gelatin dari tulang kelinci

Ekstraksi gelatin dari tulang kelinci berbahan dasar tulang kelinci dengan variasi jenis asam (HCl, H₂SO₄ dan H₃PO₄ konsentrasi 6%) dan variasi lama perendaman saat proses demineralisasi (2x24 jam dan 4x24 jam). Ekstrak gelatin selanjutnya dilakukan pengujian secara fisik dan kimia.

Ekstraksi gelatin dari tulang kelinci berdasarkan pada penelitian Atmoko, dkk (2011) dan Ramadani (2014) dengan sedikit modifikasi. Tulang kelinci segar dilakukan proses degreasing atau penghilangan daging dan lemak yang masih tertinggal di tulang kelinci dengan cara direbus dalam air dengan suhu ±80⁰C (suhu optimal untuk pelarutan lemak). Selanjutnya dilakukan pembersihan dan pemotongan ukuran sebesar 3-4 cm untuk memperluas permukaan tulang. Tulang yang telah bersih kemudian diletakkan pada nampan terbuka dan dimasukkan ke dalam lemari pendingin untuk dihasilkan tulang yang kering namun tetap awet. Tulang kelinci kering kemudian ditimbang sebanyak 100 gram untuk masing-masing perlakuan dan selanjutnya ditambahkan 300 ml larutan asam berbagai variasi (HCl, H₂SO₄ dan H₃PO₄ 6%) hingga semua tulang terendam dalam larutan asam.

Setelah dicapai variasi lama perendaman yang diinginkan (2x24 jam atau 4x24 jam), tulang kelinci yang telah menjadi lunak atau bisa juga disebut ossein dilakukan pencucian dengan air mengalir hingga didapatkan pH netral. Tulang kelinci lalu ditambahkan dengan aquadest 300 ml dan diekstraksi dalam waterbath Memmert secara bertahap dengan total lama ekstraksi 12 jam (65⁰ C selama 4

jam, 75⁰ C selama 4 jam dan 85⁰ C selama 4 jam). Ekstraksi dilakukan dengan kenaikan suhu bertahap agar mendapatkan rendemen gelatin yang maksimal.

Larutan ekstrak gelatin selanjutnya disaring dengan menggunakan kertas saring hingga menghasilkan larutan ekstrak yang berwarna kuning bening. Larutan ekstrak kemudian dituang dalam loyang plastik dengan permukaan yang halus berdiameter 10 cm dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 50⁰ C selama 2x24 jam hingga kering. Gelatin kemudian ditimbang untuk diketahui rendemennya dan dihaluskan dengan blender *dry mill* merk kirin hingga menjadi bubuk.

Lampiran 2

Cara Analisis

1. Kadar Air

Cawan porselen dikeringkan pada suhu 105° C selama 1 jam. Kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang sebanyak 5 gram sampel dan dimasukkan kedalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya. Cawan yang telah berisi sampel dimasukkan ke dalam oven bersuhu 105° C kemudian ditimbang dan diulangi sampai beratnya konstan. Kadar air dapat diperoleh dengan persamaan dalam metode AOAC (2005).

2. Kadar Abu

Penentuan kadar abu merupakan kelanjutan dari analisis kadar air. Sampel yang telah diuapkan airnya dimasukkan ke dalam tanur bersuhu 600° C. Proses pembakaran dilakukan selama 6 jam sampai semua bahan berubah menjadi abu kemudian didinginkan di dalam desikator dan hasilnya ditimbang. Kadar abu dapat diperoleh dengan persamaan dalam metode AOAC (2005).

3. Kadar Protein

Sampel gelatin ditimbang sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam labu destruksi. Kemudian ditambahkan 2 buah tablet katalis (3,5 g K_4 dan 0,175 g HgO), beberapa butir batu didih, 15 ml H_2SO_4 pekat (95-97%) dan didiamkan selama 10 menit dalam almari asam. Destruksi pada suhu 410° C selama \pm 2 jam atau sampai larutan jernih. Hasil destruksi didiamkan hingga mencapai suhu kamar dan ditambahkan 75 ml aquades. Erlenmeyer yang berisi 25 ml

larutan H_3BO_3 4% dan mengandung indikator disiapkan sebagai penampung destilat. Pasang labu yang berisi hasil destruksi pada rangkaian alat destilasi uap. Hasil destruksi ditambahkan 75 ml larutan NaOH. Kemudian dilakukan destilasi dan ditampung dalam Erlenmeyer yang telah disiapkan tadi hingga volume mencapai minimal 150 ml (hasil destilat akan berubah warna menjadi biru). Hasil destilat dititrasi dengan HCl 0,2 N yang sudah dibakukan sampai warna berubah menjadi merah muda (AOAC 2005).

4. Kekuatan Gel (*Gel Strength*)

Kekuatan gel diukur dengan alat universal testing machine yang dilengkapi teflon plunger silinder (diameter 12 mm). Larutan ekstrak kolagen dibuat dengan konsentrasi 6,67% w/v (6,67 g sampai aquades 100 ml) dipanaskan pada suhu $\pm 60^\circ C$ hingga partikel ekstrak larut secara sempurna. Larutan selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah yang berdiameter 5 cm dengan tinggi 6 cm kemudian disimpan dalam lemari pendingin pada suhu $5^\circ C$ selama 16-18 jam. Sampel dalam wadah diletakkan tepat pada bagian bawah plunger ($d = 12$ mm) untuk selanjutnya dilakukan proses pengujian. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali setiap sampel pada suhu $\pm 10^\circ C$. Hasil pembacaan gaya maksimum yang diberikan plunger pada gel merupakan F_{max} sampel (dalam g/mm^2)

$$\text{Kekuatan gel (g bloom)} = F_{max} (g/mm^2) \times \text{luas lingkaran (mm}^2\text{)}$$

5. Viskositas

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/b) disiapkan dengan akuades. Kemudian diukur viskositasnya dengan menggunakan alat viscometer. Nilai

viskositasnya dinyatakan dalam satuan centipose (cP) (British Standard 757, 1975) .

6. Nilai pH (kadar keasaman)

Larutan gelatin dengan konsentrasi 6,67% (b/b) disiapkan dengan aquadest. Larutan sampel dipanaskan pada suhu 70⁰ C dan dihomogenkan dengan *magnetic stirrer* lalu didiamkan pada suhu normal, kemudian diukur derajat keasamannya pada suhu kamar dengan pH meter (British Standard 757, 1975).

Lampiran 3

Output Olah Data

1. Rendemen

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Rendemen

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	54.989 ^a	5	10.998	188.369	.000
Intercept	581.668	1	581.668	9962.734	.000
Lama_Perendaman	11.660	1	11.660	199.715	.000
Jenis_Asam	39.482	2	19.741	338.117	.000
Lama_Perendaman * Jenis_Asam	3.847	2	1.924	32.947	.001
Error	.350	6	.058		
Total	637.007	12			
Corrected Total	55.339	11			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .988)

Descriptives

Rendemen

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
2x24 jam, HCl 6%	2	6.546050	.0468812	.0331500	6.124839	6.967261	6.5129	6.5792
2x24 jam, H3PO4 6%	2	3.515100	.1772010	.1253000	1.923013	5.107187	3.3898	3.6404
2x24 jam, H2SO4 6%	2	7.868250	.3707361	.2621500	4.537318	11.199182	7.6061	8.1304
4x24 jam, HCl 6%	2	6.918200	.2479116	.1753000	4.690802	9.145598	6.7429	7.0935
4x 24 jam, H3PO4 6%	2	6.214250	.3372192	.2384500	3.184455	9.244045	5.9758	6.4527
4x24 jam, H2SO4 6%	2	10.711400	.0639225	.0452000	10.137080	11.285720	10.6662	10.7566
Total	12	6.962208	2.2429536	.6474849	5.537104	8.387313	3.3898	10.7566

Rendemen

Duncan

Interaksi Lama Perendaman*Jenis Asam	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2x24 jam, H3PO4 6%	2	3.515100				
4x 24 jam, H3PO4 6%	2		6.214250			
2x24 jam, HCl 6%	2		6.546050	6.546050		
4x24 jam, HCl 6%	2			6.918200		
2x24 jam, H2SO4 6%	2				7.868250	
4x24 jam, H2SO4 6%	2					10.711400
Sig.		1.000	.219	.174	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

2. Kadar Air

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar Air

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10.557 ^a	5	2.111	293.425	.000
Intercept	658.143	1	658.143	91465.027	.000
Lama_Perendaman	.940	1	.940	130.646	.000
Jenis_Asam	7.657	2	3.829	532.080	.000
Lama_Perendaman * Jenis_Asam	1.960	2	.980	136.161	.000
Error	.043	6	.007		
Total	668.743	12			
Corrected Total	10.600	11			

a. R Squared = .996 (Adjusted R Squared = .993)

Descriptives

Kadar Air

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
2x24 jam, HCl 6%	2	8.030600	.0206475	.0146000	7.845089	8.216111	8.0160	8.0452
2x24 jam, H3PO4 6%	2	6.526950	.0023335	.0016500	6.505985	6.547915	6.5253	6.5286
2x24 jam, H2SO4 6%	2	6.820050	.1339967	.0947500	5.616137	8.023963	6.7253	6.9148
4x24 jam, HCl 6%	2	8.490650	.0217082	.0153500	8.295610	8.685690	8.4753	8.5060
4x 24 jam, H3PO4 6%	2	6.150550	.1397950	.0988500	4.894542	7.406558	6.0517	6.2494
4x24 jam, H2SO4 6%	2	8.415750	.0690843	.0488500	7.795052	9.036448	8.3669	8.4646
Total	12	7.405758	.9816492	.2833777	6.782048	8.029468	6.0517	8.5060

Kadar Air

Duncan

Interaksi Lama Perendaman*Jenis Asam	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
4x 24 jam, H3PO4 6%	2	6.150550				
2x24 jam, H3PO4 6%	2		6.526950			
2x24 jam, H2SO4 6%	2			6.820050		
2x24 jam, HCl 6%	2				8.030600	
4x24 jam, H2SO4 6%	2					8.415750
4x24 jam, HCl 6%	2					8.490650
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.411

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

a. Persen pemanjangan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Persen pemanjangan_persen

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3840.461 ^a	9	426.718	255.309	.000
Intercept	33641.526	1	33641.526	20127.993	.000
Konsentrasi_minyak_cengkeh	1169.136	2	584.568	349.752	.000
Konsentrasi_CMC	816.902	2	408.451	244.379	.000
Konsentrasi_minyak_cengkeh * Konsentrasi_CMC	1049.200	4	262.300	156.936	.000
Error	33.428	20	1.671		
Total	45702.381	30			
Corrected Total	3873.889	29			

a. R Squared = .991 (Adjusted R Squared = .987)

3. Kadar Abu

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar abu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	86.021 ^a	5	17.204	608.091	.000
Intercept	2875.630	1	2875.630	101641.084	.000
Lama_Perendaman	76.690	1	76.690	2710.657	.000
Jenis_Asam	7.331	2	3.665	129.555	.000
Lama_Perendaman * Jenis_Asam	2.000	2	1.000	35.344	.000
Error	.170	6	.028		
Total	2961.820	12			
Corrected Total	86.190	11			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .996)

Descriptives

Kadar abu

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
2x24 jam, HCl 6%	2	12.889600	.0171120	.0121000	12.735855	13.043345	12.8775	12.9017
2x24 jam, H3PO4 6%	2	12.523450	.2259206	.1597500	10.493634	14.553266	12.3637	12.6832
2x24 jam, H2SO4 6%	2	13.443450	.2895602	.2047500	10.841855	16.045045	13.2387	13.6482
4x24 jam, HCl 6%	2	17.561500	.1155412	.0817000	16.523403	18.599597	17.4798	17.6432
4x 24 jam, H3PO4 6%	2	16.828500	.0783474	.0554000	16.124576	17.532424	16.7731	16.8839
4x24 jam, H2SO4 6%	2	19.634550	.1228244	.0868500	18.531016	20.738084	19.5477	19.7214
Total	12	15.480175	2.7991931	.8080575	13.701653	17.258697	12.3637	19.7214

Kadar abu

Duncan

Interaksi Lama Perendaman*Jenis Asam	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2x24 jam, H3PO4 6%	2	12.523450				
2x24 jam, HCl 6%	2	12.889600				
2x24 jam, H2SO4 6%	2		13.443450			
4x 24 jam, H3PO4 6%	2			16.828500		
4x24 jam, HCl 6%	2				17.561500	
4x24 jam, H2SO4 6%	2					19.634550
Sig.		.072	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

4. Kadar Protein

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar Protein

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	181.875 ^a	5	36.375	2971.357	.000
Intercept	64442.338	1	64442.338	5264082.587	.000
Lama_Perendaman	1.615	1	1.615	131.946	.000
Jenis_Asam	166.375	2	83.188	6795.319	.000
Lama_Perendaman * Jenis_Asam	13.885	2	6.942	567.101	.000
Error	.073	6	.012		
Total	64624.287	12			
Corrected Total	181.949	11			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = .999)

Descriptives

Kadar Protein

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
2x24 jam, HCl 6%	2	72.991080	.1428639	.1010200	71.707499	74.274661	72.8901	73.0921
2x24 jam, H3PO4 6%	2	77.111550	.0883176	.0624500	76.318048	77.905052	77.0491	77.1740
2x24 jam, H2SO4 6%	2	68.641550	.0695086	.0491500	68.017040	69.266060	68.5924	68.6907
4x24 jam, HCl 6%	2	70.702950	.1286227	.0909500	69.547321	71.858579	70.6120	70.7939
4x 24 jam, H3PO4 6%	2	79.662000	.1115815	.0789000	78.659480	80.664520	79.5831	79.7409
4x24 jam, H2SO4 6%	2	70.580550	.1068438	.0755500	69.620596	71.540504	70.5050	70.6561
Total	12	73.281613	4.0670364	1.1740523	70.697542	75.865685	68.5924	79.7409

Kadar Protein

Duncan

Interaksi Lama Perendaman*Jenis Asam	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2x24 jam, H2SO4 6%	2	68.641550				
4x24 jam, H2SO4 6%	2		70.580550			
4x24 jam, HCl 6%	2		70.702950			
2x24 jam, HCl 6%	2			72.991080		
2x24 jam, H3PO4 6%	2				77.111550	
4x 24 jam, H3PO4 6%	2					79.662000
Sig.		1.000	.311	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

5. Kekuatan gel (*gel strength*)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kekuatan gel

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2245.125 ^a	5	449.025	693.064	.000
Intercept	4808.500	1	4808.500	7421.857	.000
Lama_Perendaman	1.345	1	1.345	2.076	.200
Jenis_Asam	1750.565	2	875.283	1350.987	.000
Lama_Perendaman * Jenis_Asam	493.215	2	246.607	380.635	.000
Error	3.887	6	.648		
Total	7057.512	12			
Corrected Total	2249.012	11			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)

Descriptives

Kekuatan gel

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
2x24 jam, HCl 6%	2	34.305200	1.7742723	1.2546000	18.363996	50.246404	33.0506	35.5598
2x24 jam, H3PO4 6%	2	21.328300	.6989043	.4942000	15.048894	27.607706	20.8341	21.8225
2x24 jam, H2SO4 6%	2	3.415300	.3853732	.2725000	-.047141	6.877741	3.1428	3.6878
4x24 jam, HCl 6%	2	20.067350	.3136019	.2217500	17.249749	22.884951	19.8456	20.2891
4x 24 jam, H3PO4 6%	2	38.392150	.0627204	.0443500	37.828630	38.955670	38.3478	38.4365
4x24 jam, H2SO4 6%	2	2.597900	0E-7	0E-7	2.597900	2.597900	2.5979	2.5979
Total	12	20.017700	14.2987983	4.1277075	10.932677	29.102723	2.5979	38.4365

Kekuatan gel

Duncan

Interaksi Lama Perendaman*Jenis Asam	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
4x24 jam, H2SO4 6%	2	2.597900			
2x24 jam, H2SO4 6%	2	3.415300			
4x24 jam, HCl 6%	2		20.067350		
2x24 jam, H3PO4 6%	2		21.328300		
2x24 jam, HCl 6%	2			34.305200	
4x 24 jam, H3PO4 6%	2				38.392150
Sig.		.349	.168	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

6. Viskositas

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Viskositas

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.640 ^a	5	.528	105600000.000	.000
Intercept	63.483	1	63.483	12696552006.012	.000
Lama_Perendaman	.213	1	.213	42666666.667	.000
Jenis_Asam	2.180	2	1.090	218000000.000	.000
Lama_Perendaman * Jenis_Asam	.247	2	.123	24666666.667	.000
Error	3.000E-008	6	5.000E-009		
Total	66.123	12			
Corrected Total	2.640	11			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Descriptives

Viskositas

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
2x24 jam, HCl 6%	2	2.700050	.0000707	.0000500	2.699415	2.700685	2.7000	2.7001
2x24 jam, H3PO4 6%	2	2.600050	.0000707	.0000500	2.599415	2.600685	2.6000	2.6001
2x24 jam, H2SO4 6%	2	2.000050	.0000707	.0000500	1.999415	2.000685	2.0000	2.0001
4x24 jam, HCl 6%	2	2.400050	.0000707	.0000500	2.399415	2.400685	2.4000	2.4001
4x 24 jam, H3PO4 6%	2	2.700050	.0000707	.0000500	2.699415	2.700685	2.7000	2.7001
4x24 jam, H2SO4 6%	2	1.400050	.0000707	.0000500	1.399415	1.400685	1.4000	1.4001
Total	12	2.300050	.4898980	.1414214	1.988784	2.611316	1.4000	2.7001

Viskositas

Duncan

Interaksi Lama Perendaman*Jenis Asam	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
4x24 jam, H2SO4 6%	2	1.400050				
2x24 jam, H2SO4 6%	2		2.000050			
4x24 jam, HCl 6%	2			2.400050		
2x24 jam, H3PO4 6%	2				2.600050	
2x24 jam, HCl 6%	2					2.700050
4x 24 jam, H3PO4 6%	2					2.700050
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

7. Nilai pH

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.509 ^a	5	.102	814.520	.000
Intercept	145.952	1	145.952	1167615.000	.000
Lama_Perendaman	.232	1	.232	1859.267	.000
Jenis_Asam	.192	2	.096	768.800	.000
Lama_Perendaman * Jenis_Asam	.084	2	.042	337.867	.000
Error	.001	6	.000		
Total	146.462	12			
Corrected Total	.510	11			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .997)

Descriptives

pH

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
2x24 jam, HCl 6%	2	3.520000	.0141421	.0100000	3.392938	3.647062	3.5100	3.5300
2x24 jam, H3PO4 6%	2	3.920000	.0141421	.0100000	3.792938	4.047062	3.9100	3.9300
2x24 jam, H2SO4 6%	2	3.440000	.0141421	.0100000	3.312938	3.567062	3.4300	3.4500
4x24 jam, HCl 6%	2	3.345000	.0070711	.0050000	3.281469	3.408531	3.3400	3.3500
4x 24 jam, H3PO4 6%	2	3.405000	.0070711	.0050000	3.341469	3.468531	3.4000	3.4100
4x24 jam, H2SO4 6%	2	3.295000	.0070711	.0050000	3.231469	3.358531	3.2900	3.3000
Total	12	3.487500	.2152852	.0621475	3.350714	3.624286	3.2900	3.9300

pH

Duncan

Interaksi Lama Perendaman*Jenis Asam	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
4x24 jam, H2SO4 6%	2	3.295000					
4x24 jam, HCl 6%	2		3.345000				
4x 24 jam, H3PO4 6%	2			3.405000			
2x24 jam, H2SO4 6%	2				3.440000		
2x24 jam, HCl 6%	2					3.520000	
2x24 jam, H3PO4 6%	2						3.920000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Lampiran 4

Gambar Penelitian

1. Preparasi Tulang



Perebusan tulang kelinci



Pencucian dan pembersihan tulang dari daging dan lemak



Pengecilan ukuran tulang



Tulang kelinci yang sudah dipotong dan kering

2. Ekstraksi gelatin dari tulang kelinci



Proses demineralisasi dengan variasi jenis asam dan lama perendaman



Pencucian *ossein*



Ekstraksi dengan waterbath



Penyaringan ekstrak gelatin



Gelatin kering



Gelatin Bubuk

