

**EKSTRAKSI GELATIN HALAL DARI LIMBAH SISIK IKAN DENGAN
MENGUNAKAN PELARUT ASAM SITRAT BELIMBING WULUH
(*Averrhoa bilimbi L.*)**

SKRIPSI

Diajukan Oleh

ROSI HAMAMA

NIM. 180208040

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Kimia**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1443 H**

**EKSTRAKSI GELATIN HALAL DARI LIMBAH SISIK IKAN
DENGAN MENGGUNAKAN PELARUT ASAM SITRAT
BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi L.*)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana
dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Oleh

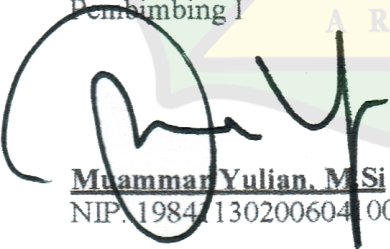
**ROSI HAMAMA
NIM. 180208040**

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Kimia

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Muammar Yulian, M.Si
NIP. 198411302006041002


Muhammad Reza, M.Si
NIP. 199402122020121015

**EKSTRAKSI GELATIN HALAL DARI LIMBAH SISIK IKAN
DENGAN MENGGUNAKAN PELARUT ASAM SITRAT
BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.)**

SKRIPSI

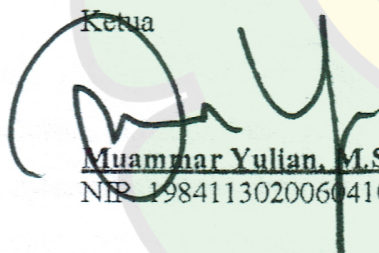
Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri
Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh dan dinyatakan Lulus
Serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi untuk Memperoleh
Gelar Sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Pada Hari/Tanggal :

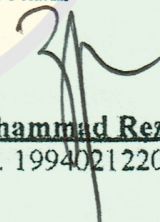
Selasa, 26 Juli 2022 M
26 Zuhijjah 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

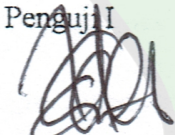
Ketua


Muammar Yulian, M.Si
NIP. 198411302006041002


Sekretaris


Muhammad Reza, M.Si
NIP. 199402122020121015

Penguji I


Adean Mavasri, M.Sc
NIP. 199203122018012002

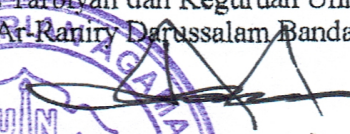
Penguji II


Safriial, M.Pd
NIDN. 2004038801

Mengetahui

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri
Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh




Dr. Muslim Razali, S.H., M.Ag
NIP. 195903091989031001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rosi Hamama
NIM : 180208040
Prodi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi : Ekstraksi Gelatin Halal Dari Limbah Sisik Ikan Dengan Menggunakan Pelarut Asam Sitrat Belimbing Wuluh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber ahli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 26 Juli 2022

Menyatakan



Rosi Hamama
Rosi Hamama

ABSTRAK

Nama : Rosi Hamama
NIM : 180208040
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan Kimia
Judul : Ekstraksi Gelatin Halal dari Limbah Sisik Ikan dengan Menggunakan Pelarut Asam Sitrat Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*)
Tebal Skripsi : 65 halaman
Pembimbing I : Muammar Yulian, M.Si
Pembimbing II : Muhammad Reza, M.Si
Kata Kunci : Sisik Ikan, Belimbing Wuluh, Gelatin

Penggunaan gelatin yang banyak dimanfaatkan diberbagai sektor industri baik pangan maupun non-pangan menjadikan kebutuhan gelatin di Indonesia tinggi, menyebabkan Indonesia mengimpor gelatin dari Perancis, Jerman, India dan negara luar lainnya yang 90% diperoleh dari babi dan sapi. Indonesia yang mayoritas penduduknya beragama Islam tentu menimbulkan polemik karena faktor kehalalannya dari gelatin babi, sedangkan gelatin dari bahan baku sapi menimbulkan masalah bagi masyarakat Hindu. Selain faktor kehalalan, gelatin dari bahan baku babi dan sapi beresiko terjangkit penyakit. Oleh karena itu, diperlukan suatu alternatif gelatin halal dan jauh dari penyakit salah satunya berasal dari ikan. salah satunya Ikan kakatua, ikan yang diminati karena tektur nya yang halus, menyebabkan banyak limbah sisik ikan yang terbuang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum proses ekstraksi gelatin halal dari sisik ikan kakatua dengan menggunakan perendaman asam sitrat belimbing wuluh. Penelitian ini menggunakan metode *Response Surface Methodology* dengan 2 faktor yaitu konsentrasi (berat sisik/volume asam) dalam rentang 1:3% hingga 1:10% b/v dan lama waktu perendaman dalam rentang 24 hingga 60 jam. Adapun tahapan dalam penelitian ini adalah dimulai dengan *degreasing*, demineralisasi, ekstraksi, pendinginan serta pengeringan. Gelatin yang dihasilkan dilanjutkan karakterisasi FTIR serta karakteristik lainnya. Hasil dari karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa gelatin sisik ikan kakatua memiliki kemiripan dengan gelatin komersial, serta kondisi optimum proses pembuatan gelatin sisik ikan kakatua melalui metode RSM menunjukkan konsentrasi 0,1768% b/v selama 44 jam dengan hasil rendemen 8,46%, kadar air 10%, kadar abu 1,79%, viskositas 4,01 dan pH 4,88

**EKSTRAKSI GELATIN HALAL DARI LIMBAH SISIK IKAN DENGAN
MENGUNAKAN PELARUT ASAM SITRAT BELIMBING WULUH**

(Averrhoa bilimbi L.)

SKRIPSI

Diajukan Oleh

ROSI HAMAMA

NIM. 180208040

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Kimia**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1443 H**

**EKSTRAKSI GELATIN HALAL DARI LIMBAH SISIK IKAN
DENGAN MENGGUNAKAN PELARUT ASAM SITRAT
BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi L.*)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh
Sebagai Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana
dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Oleh

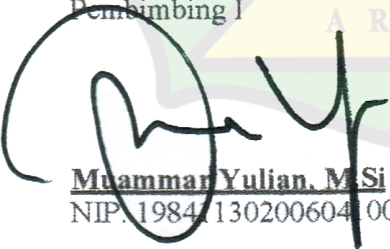
**ROSI HAMAMA
NIM. 180208040**

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Kimia

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Muammar Yulian, M.Si
NIP. 198411302006041002


Muhammad Reza, M.Si
NIP. 199402122020121015

**EKSTRAKSI GELATIN HALAL DARI LIMBAH SISIK IKAN
DENGAN MENGGUNAKAN PELARUT ASAM SITRAT
BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.)**

SKRIPSI

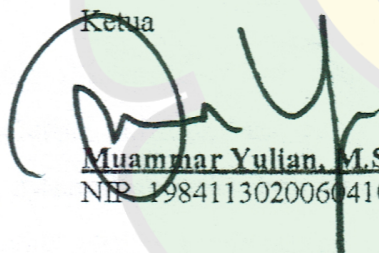
Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri
Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh dan dinyatakan Lulus
Serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi untuk Memperoleh
Gelar Sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Pada Hari/Tanggal :

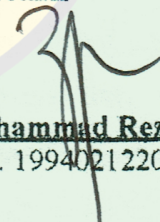
Selasa, 26 Juli 2022 M
26 Zuhijjah 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

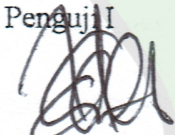
Ketua


Muammar Yulian, M.Si
NIP. 198411302006041002


Sekretaris


Muhammad Reza, M.Si
NIP. 199402122020121015

Penguji I


Adean Mavasri, M.Sc
NIP. 199203122018012002

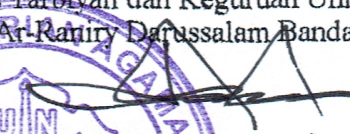
Penguji II


Safriial, M.Pd
NIDN. 2004038801

Mengetahui

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri
Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh




Dr. Muslim Razali, S.H., M.Ag
NIP. 195903091989031001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rosi Hamama
NIM : 180208040
Prodi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi : Ekstraksi Gelatin Halal Dari Limbah Sisik Ikan Dengan Menggunakan Pelarut Asam Sitrat Belimbing Wuluh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber ahli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 26 Juli 2022

Menyatakan



Rosi Hamama
Rosi Hamama

KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kekuatan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini sebagaimana mestinya. Selanjutnya, shalawat dan salam tak lupa pula tercurahkan kepada baginda Rasulullah SAW, yang telah membawa umat manusia dari alam jahiliyah kepada alam islamiyah sebagaimana yang telah kita rasakan pada saat sekarang ini.

Berkat petunjuk serta hidayah-Nya penulis telah selesai menyusun skripsi yang berjudul “**Ekstraksi Gelatin Halal dari Limbah Sisik Ikan Menggunakan Pelarut Asam Sitrat Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*)**” ditulis sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Strata-1.

Dalam kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Muslim Razali, S.H, M.Ag selaku dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, wakil dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry yang telah memberi izin penulis untuk melakukan penelitian
2. Bapak Dr. Mujakir, M.Pd. Si. Selaku ketua Program Studi Pendidikan Kimia beserta ibu Sabarni, M.Pd sebagai sekretaris Program Studi Pendidikan Kimia beserta seluruh stafnya
3. Bapak Muammar Yulian, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, semangat, nasehat dan bimbingan selama penelitian dan penulisan skripsi ini.

4. Bapak Muhammad Reza, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, semangat serta bimbingannya selama penelitian dan skripsi ini
5. Ibu Adean Mayasri, M.Sc selaku Dosen Penguji I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan masukan demi kesempurnaan skripsi ini
6. Bapak Safrijal, S. Pd.I., M.Pd selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan demi kesempurnaan skripsi ini
7. Bapak Haris Munandar, M,Pd selaku Ketua Laboratorium Pendidikan Kimia yang telah membantu kami selama penelitian di Laboratorium Pendidikan Kimia
8. Ayahanda Drs. Wahidin dan Ibunda Rusmiati yang telah memberikan perhatian, doa, nasihat serta dukungan baik moril maupun materil dalam menyelesaikan skripsi ini
9. Abang tercinta, Dodi Setiawan dan Adik tercinta Uswatun Hasanah atas setiap motivasi, semangat, dukungan dan doanya kepada penulis
10. Muhammad, pedagang ikan kakatua yang telah membantu kami dalam menyediakan sisik ikan kakatua
11. Nofa Ramadani selaku rekan riset Gelatin sisik ikan kakatua yang telah saling bahu membahu, menemani hingga terselesainya penulisan skripsi ini

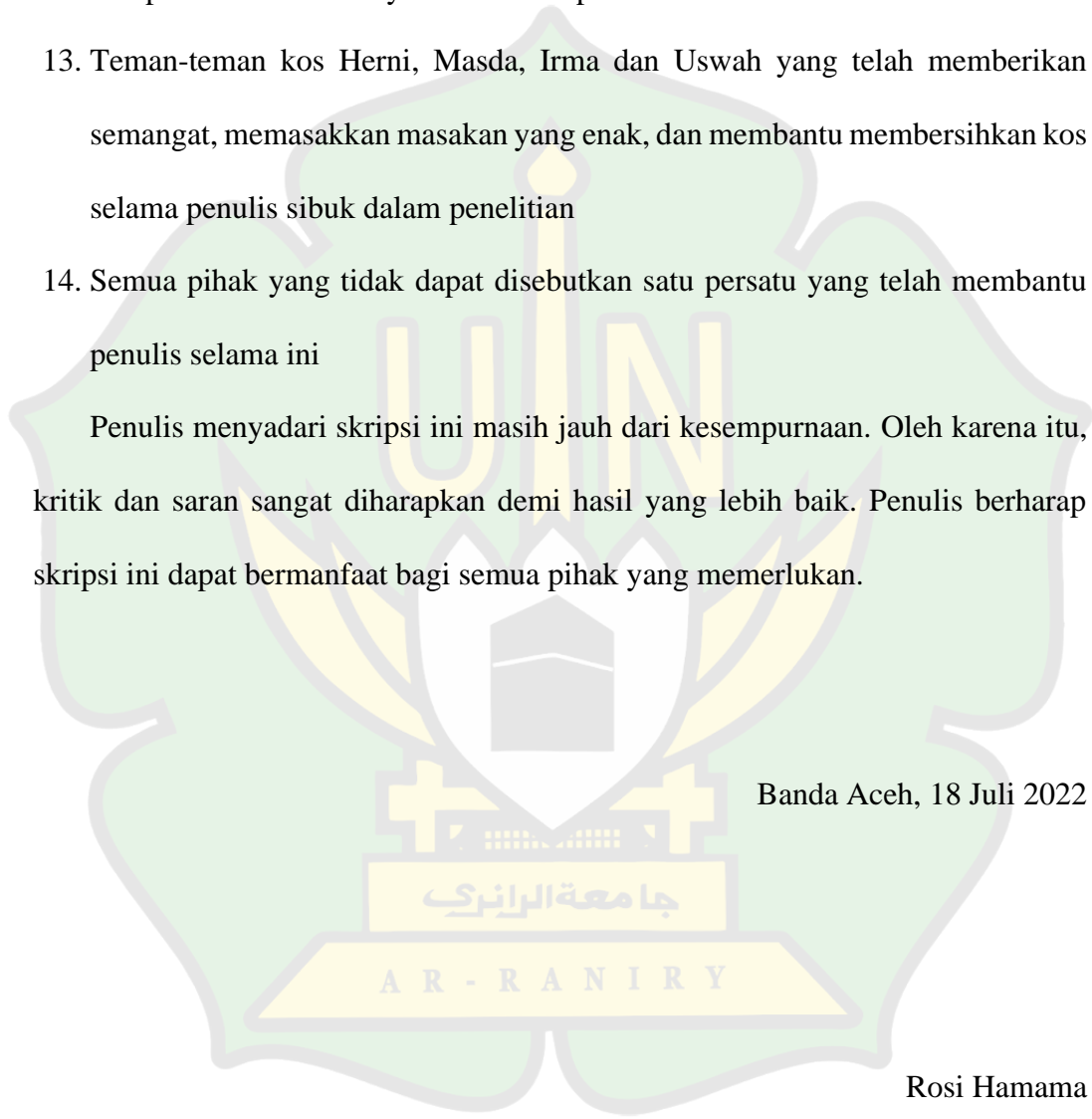
12. Teman-teman terdekat Intan Muthiah, Sulmia Maulida, Maqfirah dan Ana Fitria yang telah memberikan semangat, perhatian dan mendengarkan curahan hati penulis dalam menyelesaikan skripsi

13. Teman-teman kos Herni, Masda, Irma dan Uswah yang telah memberikan semangat, memasak masakan yang enak, dan membantu membersihkan kos selama penulis sibuk dalam penelitian

14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis selama ini

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan demi hasil yang lebih baik. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Banda Aceh, 18 Juli 2022



Rosi Hamama

DAFTAR ISI

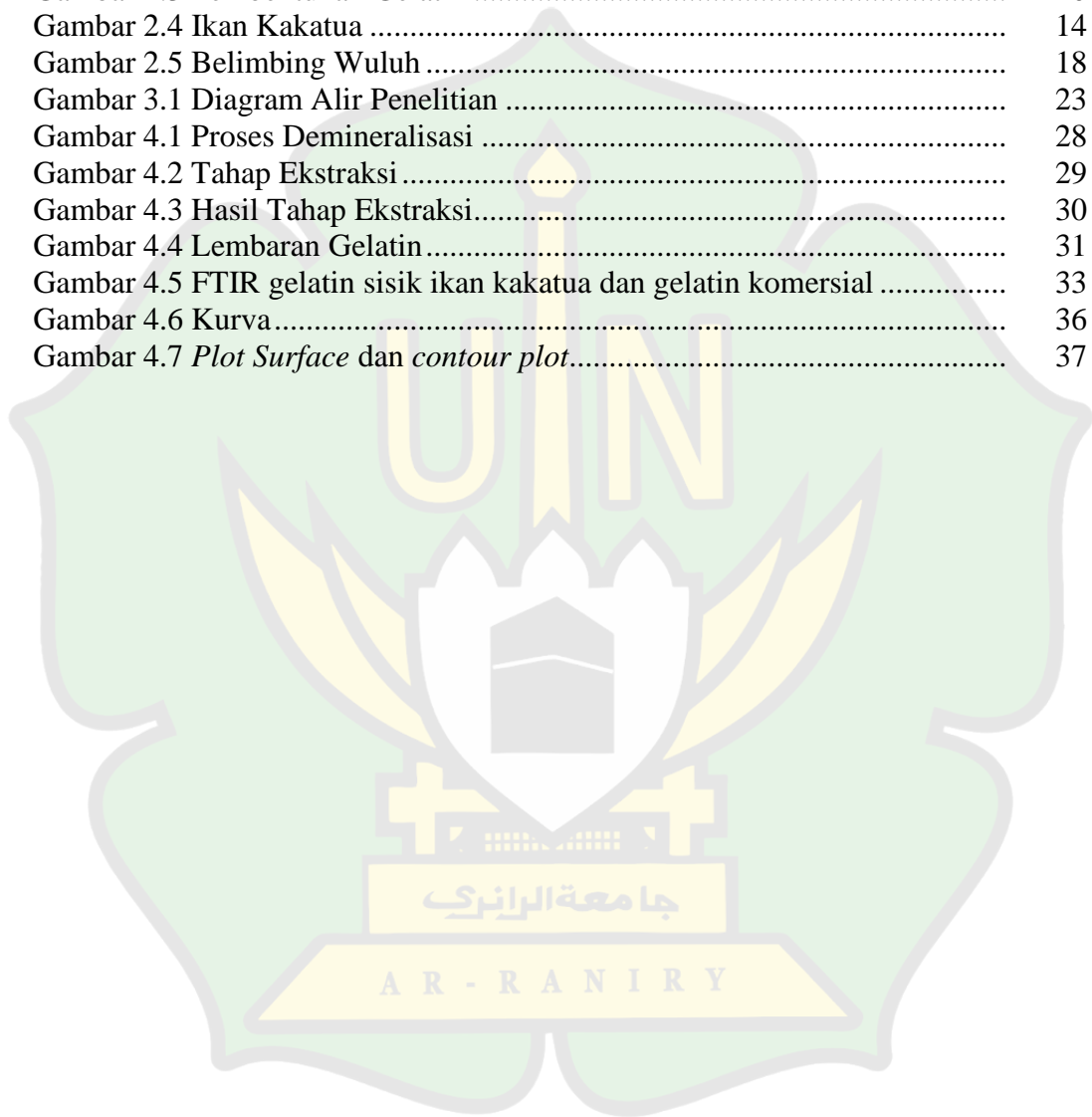
HALAMAN SAMPUL JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Ruang Lingkup Penelitian	6
BAB II : LANDASAN TEORITIS	7
A. Gelatin	7
1. Definisi Gelatin.....	7
2. Proses perubahan menjadi gelatin	8
3. Sifat Gelatin	10
B. Sumber Gelatin	12
1. Mamalia	12
2. Ikan Kakatua	12
C. Cara Perolehan Gelatin.....	16
1. Klasifikasi Belimbing Wuluh.....	18
2. KandunganBelimbing Wuluh.....	19
BAB III : METODE PENELITIAN	20
A. Garis Besar Penelitian	20
B. Alat dan Bahan	20
1. Alat	20
2. Bahan.....	20
C. Waktu dan Tempat	20
D. Prosedur Penelitian.....	21
1. Degreasing	21
2. Preparasi Asam.....	22
3. Demineralisasi	22
4. Ekstraksi	22
5. Pengeringan	22
E. Digram Alir Penelitian	23
F. Teknik Analisis Data	24
1. Analisis FTIR	24

2. Rendemen	24
3. Analisis Kadar Air	24
4. Analisis pH	25
5. Analisis Viskositas	25
6. Analisis Kadar abu	25
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	26
A. Parameter Ekstraksi Gelatin Sisik Ikan Kakatua	26
B. Ekstraksi Gelatin	27
C. Karakteristik Gelatin	31
1. Karakteristik FTIR	32
2. Rendemen	35
3. Analisis Kadar Air	39
4. Analisis pH	40
5. Analisis Viskositas	41
6. Kadar Abu	42
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN	45
A. Kesimpulan	45
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Asam Amino	7
Gambar 2.2 Struktur Kolagen	9
Gambar 2.3 Pembentukan Gelatin	10
Gambar 2.4 Ikan Kakatua	14
Gambar 2.5 Belimbing Wuluh	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4.1 Proses Demineralisasi	28
Gambar 4.2 Tahap Ekstraksi	29
Gambar 4.3 Hasil Tahap Ekstraksi.....	30
Gambar 4.4 Lembaran Gelatin.....	31
Gambar 4.5 FTIR gelatin sisik ikan kakatua dan gelatin komersial	33
Gambar 4.6 Kurva.....	36
Gambar 4.7 <i>Plot Surface</i> dan <i>contour plot</i>	37



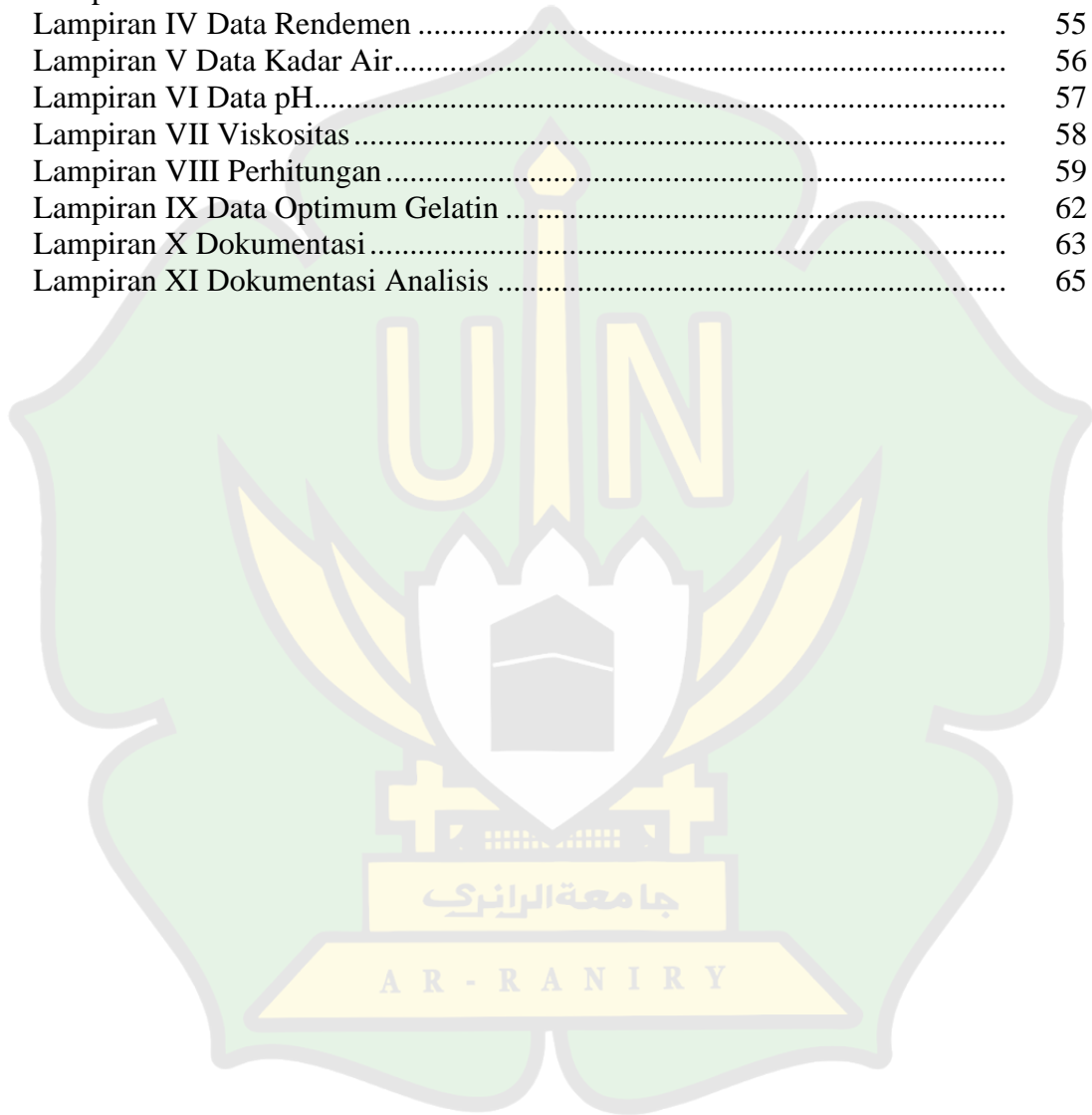
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik gelatin berdasarkan GMIA dan SNI.....	17
Tabel 2.2 Kandungan asam organik dalam belimbing wuluh.....	19
Tabel 4.1 Hasil Optimasi konsentrasi dan lama waktu perendaman	26
Tabel 4.2 Hasil karakteristik gelatin	31
Tabel 4.3 Perbedaan rendemen prediksi dan verifikasi	32
Tabel 4.4 Spektrum FTIR Gelatin.....	33
Tabel 4.5 Perbandingan hasil gelatin dengan penelitian sebelumnya.....	43



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Optimasi Gelatin	51
Lampiran II FTIR Gelatin sisik ikan kakatua	53
Lampiran III FTIR Gelatin komersial	54
Lampiran IV Data Rendemen	55
Lampiran V Data Kadar Air	56
Lampiran VI Data pH	57
Lampiran VII Viskositas	58
Lampiran VIII Perhitungan	59
Lampiran IX Data Optimum Gelatin	62
Lampiran X Dokumentasi	63
Lampiran XI Dokumentasi Analisis	65



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Gelatin termasuk salah satu biopolimer yang didapatkan melalui proses hidrolisis parsial kolagen dari jaringan ikat hewan alami. Gelatin adalah salah satu protein yang larut dalam air dan bersifat *gelling agent* (bahan pembuat gel). *Gelling agent* memiliki komponen polimer yang tinggi dan dapat membentuk sifat kental dan gel yang diinginkan. *Gelling agent* yang kuat dapat berpengaruh pada tingginya viskositas terhadap suatu produk.

Sifat khas yang dimiliki gelatin diantaranya dapat berubah secara *reversible* dari fasa sol ke fasa gel, *swelling* ketika dilarutkan dalam air, membentuk film, melindungi koloid serta dapat berpengaruh terhadap viskositas dari suatu bahan¹ sehingga dengan sifat yang khas ini menjadikan gelatin banyak diminati dalam bidang industri pangan maupun non pangan. Penggunaan gelatin dalam industri pangan, dapat dimanfaatkan sebagai zat pengental, penggumpal, pengemulsi, penstabil, pembentuk busa, menghindari sineresis, pengikat air, memperbaiki gizi dan pengawet².

Gelatin juga dimanfaatkan dalam industri teknik berupa pembuat lem, kertas, cat dan bahan perekat. Pemerah bibir, sampo, dan sabun merupakan salah satu contoh manfaat gelatin dalam industri kosmetik. Produksi 59,00% gelatin,

¹M Wahyuni dan Rosmawati, *Perbaikan Daya Saing Industri Pengolahan Perikanan Melalui Pemanfaatan Limbah Non Ekonomis Ikan Menjadi Gelatin*, 2003. Diakses pada tanggal 16 Desember 2021 dari situs: www.dkp.go.id.

²Wiratmaja, H. 2006, "Perbaikan Nilai Tambah Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp*) Menjadi Gelatin Serta Analisis Sifat Fisika-Kimia", *Skripsi*, (Bogor: Institut Pertanian Bogor), h. 8

dimanfaatkan sebagai makanan, 31% dalam bidang farmasi, 2% industri fotografi, dan 8% dalam bidang lainnya (*Gelatin Manufacture of Europe*, 2015).

Kebutuhan gelatin di Indonesia terus mengalami peningkatan baik di bidang pangan, maupun non pangan. Pada tahun 2020, produksi gelatin dunia mencapai 516,80 metrik ton dan pada tahun 2027 diperkirakan akan mencapai 696,10 metrik³. Menurut laporan BPS, pada tahun 2019 impor gelatin di Indonesia mencapai 4.808 ton dan dapat terjadi peningkatan untuk kedepannya. Gelatin impor dapat berasal dari Selandia Baru, China, Australia, Jepang dan India⁴. Gelatin impor hampir 90% berasal dari tulang dan kulit sapi serta kulit babi.

Bahan baku yang berasal kulit babi tentu menimbulkan polemik di Indonesia yang mayoritas penduduknya beragama Islam, serta bahan baku yang berasal dari sapi bertentangan bagi masyarakat yang beragama Hindu⁵. Selain faktor kehalalan, gelatin dari bahan baku sapi menimbulkan kekhawatiran adanya wabah penyakit seperti sapi gila dan antraks. Begitu juga dengan babi, babi disebutkan sebagai reservoir yaitu tempat penyimpanan cadangan penyakit. Hal ini dikarenakan babi banyak membawa bakteri, parasit, termasuk virus yang berbahaya, seperti: virus *Encephalitis* yang dapat menyerang otak kecil⁶. Sehingga,

³Gusti, *Pengembangan Gelatin dan Kolagen dari Hewan Lokal Perlu Terus Didorong*, Selasa, 29 Juni 2021. Diakses pada tanggal 16 Desember 2021 dari situs: <https://ugm.ac.id/berita/21308-pengembangan-gelatin-dan-kolagen-dari-hewan-lokal-perlu-didorong>

⁴Agnes Triasih Agustin, “Gelatin Ikan: Sumber, Komposisi Kimia dan Potensi Pemanfaatannya”, *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, Vol. 1, No. 2, 2013, h. 44-46

⁵Dewi Ferniati, Heni Juniar, Nola Dwiayu Adinda, “Pengaruh Massa Ossein dan Waktu Ekstraksi Gelatin dari Tukang Ikan Tenggiri dengan Perendaman Asam Sitrat Belimbing Wuluh”, *Distilasi*, Vol. 5, No. 2, 2020, h. 1-9

⁶Assyifa Junitasari, “Metabolisme Lipid pada Daging Babi dan Kemudharatannya Berdasarkan Penjelasan Al-Quran dan Sains”, *Khazanah Multidisiplin*, Vol. 2, No. 1, 2021, h. 1-11

diperlukan salah satu alternatif sumber gelatin halal yang mudah didapatkan seperti sisik, kulit maupun tulang dari ikan.

Limbah ikan seperti sisik, kulit dan tulang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gelatin. Gelatin yang berasal dari ikan berbeda dengan gelatin yang berasal dari hewan mamalia, perbedaan keduanya terletak pada kekuatan gel dan titik lelehnya. Titik leleh dan kekuatan gel yang dimiliki oleh gelatin ikan lebih rendah dari pada gelatin mamalia, sedangkan viskositas yang dimiliki gelatin ikan lebih tinggi dari gelatin berbahan baku mamalia⁷.

Salah satu jenis ikan yang belum digali potensinya sebagai sumber gelatin dan memiliki nilai ekonomis yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah ikan kakatua. Ikan kakatua yang mudah didapatkan di perairan Aceh, juga sangat digemari di kalangan restoran makanan laut karena serat daging yang lunak dan halus. Pengolahan ikan kakatua sebagai bahan pangan⁸ mengakibatkan banyak limbah dari ikan kakatua seperti sisik yang terbuang.

Sisik ikan kakatua mengandung protein mencapai hingga 32,30%⁹. Tingginya protein pada sisik ikan kakatua disebabkan aktivitas ikan kakatua pada malam hari yang menyelimuti diri dengan lapisan lendir yang berasal dari tubuhnya untuk menghindari predator. Kandungan protein yang tinggi pada ikan kakatua ini

⁷Sandra Hermanto, M. Rafi Hudzaifah, dan Anna Muawanah, "Karakteristik Fisikokimia Gelatin Ikan Sapu-Sapu (*Hyposarcus pardalis*) Hasil Ekstraksi Asam". *Jurnal Kimia Valensi*, Vol. 4, No. 2, 2014, h. 109-102

⁸Shellyn Prastisia Mberato, dkk, "Penentuan Struktur Molekul Kolagen Sisik Ikan Kakatua (*Scarus sp*) Berdasarkan Serapan Molekul Terhadap Gelombang FTIR (*Fourier-Transform Infrared Spectroscopy Analisis*)", *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, Vol. 8, No. 1, 2020, h. 7-14

⁹I.F.M Rumengan, P. Suptijah. S. Wullur and A. Talumepa, "Characterization of Chitin Extracted from Fish Scales of Marine Fish Species Purchased from Lokal Markets in North Sulawesi, Indonesia, *Earth Environmental Science* Vol. 89, No.1, 2017, h. 1-4

dapat dijadikan protein yang lebih sederhana yaitu gelatin. Selain itu, jenis kolagen yang dihasilkan dari bahan baku terutama sisik ikan memiliki kualitas yang lebih bagus dibandingkan dengan kolagen dari bahan baku sapi ataupun babi, hal ini dikarenakan pada sisik ikan lebih rendah terdegradasi oleh cahaya matahari yang dapat merusak struktur kolagen¹⁰.

Proses produksi gelatin dari bahan baku sisik ikan kakatua melalui beberapa fase diantaranya dimulai dengan pencucian, selanjutnya perendaman (maserasi) menggunakan asam atau basa, ekstraksi, pendinginan, dan yang terakhir adalah pengeringan. Proses perendaman merupakan proses yang dapat menentukan kualitas dan kuantitas dari gelatin yang dihasilkan. Proses perendaman dibagi menjadi dua diantaranya tipe A (proses asam) dan tipe B (proses basa). Pada proses perendaman asam lebih cepat dibandingkan proses perendaman basa, hal ini dikarenakan asam mampu mengubah serat kolagen *triple heliks* menjadi rantai tunggal, sedangkan perendaman basa hanya mampu menghasilkan rantai ganda. Tahap perendaman asam dapat digunakan larutan asam anorganik lemah seperti asam asetat, asam sitrat, fumarate, askorbat, malat, suksinat, tartarat, dan asam lainnya yang aman, sedangkan asam anorganik kuat dapat menggunakan asam klorida, asam fosfat, asam hidroklorat dan asam sulfat¹¹.

Selain menggunakan asam anorganik, pembuatan gelatin dapat dilakukan dengan memanfaatkan asam organik, salah satunya belimbing wuluh. Belimbing

¹⁰Indah Nur Imamah, "Pengaruh Pemberian Kolagen Ikan Terhadap Proses Penyembuhan Luka Insisi (Studi Eksperimen pada Tikus Putih *Rattus Norvegicus*)", *Jurnal Husada Mahakam*, Vol. 4, No. 1, 2019, h. 53-62.

¹¹A. G. Ward and A. Courts, *The Science and Technology of Gelatin*, (New York: Academic Press, 1977), h. 5

wuluh mengandung beberapa jenis asam seperti asam sitrat, asam asetat, laktat, oksalat, format, dan asam sitrat. Asam sitrat dalam belimbing wuluh lebih banyak dibandingkan asam organik lainnya, yaitu sebanyak 92,60-133,80 meq asam. Keberadaan asam sitrat ini yang berpotensi sebagai pengubah serat kolagen menjadi gelatin.

Menurut hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Fernianti dkk (2020) menggunakan tulang ikan tenggiri dengan perendaman asam sitrat berupa belimbing wuluh. Didapatkan hasil dalam waktu ekstraksi 3 jam menghasilkan 6,00% rendemen, 75,92% kadar protein, 8,83% kadar air, kekuatan gel 61,0468 gbloom, 3,75% kadar abu, serta 29,8308 cPs viskositas dengan pH sebesar 6.

Penelitian lainnya yang telah dilakukan oleh Nurilmala, dkk (2017) untuk melihat karakteristik gelatin dengan menggunakan kulit ikan tuna sirip kuning sebagai bahan baku pembuatan gelatin, perendaman asam asetat, dan suhu ekstraksi yang digunakan (55 °C, 65 °C dan 75°C). Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa rendemen terbesar diperoleh pada suhu ekstraksi 75°C sebesar 17%, 104,2 cP viskositas, kekuatan gel sebesar 1789,55 gf, pH sebesar 5,3 dan komposisi asam amino utama dari gelatin adalah glisin dan prolina.

Penelitian ini menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM) untuk mendapatkan kondisi optimum dengan mengontrol rasio (berat/volume) dan lama waktu perendaman sehingga menghasilkan gelatin dengan rendemen yang maksimal dan sifat yang lebih baik.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat ditentukan berdasarkan latar belakang di atas sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi optimum ekstraksi gelatin dari sisik ikan kakatua (*scarus sp*) dengan perendaman asam sitrat dari belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*)
2. Bagaimana karakteristik gelatin yang dihasilkan dari sisik ikan kakatua (*scarus sp*) dengan perendaman asam sitrat belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*)⁵

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum proses ekstraksi gelatin halal dari sisik ikan kakatua dengan menggunakan perendaman asam sitrat belimbing wuluh, serta dapat mengetahui karakteristik dari gelatin sisik ikan kakatua

D. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk mendapatkan kondisi yang optimum dari gelatin dengan menggunakan konsentrasi 1:3-1:10 (b/v) dengan waktu perendaman 24-60 jam. Sebelum dilakukan pembuatan gelatin, ditentukan titik optimasi dalam pembuatan gelatin melalui aplikasi *Response Surface Methodology* yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan gelatin sesuai dengan rasio asam dan waktu perendaman yang telah ditentukan oleh RSM. Gelatin yang diperoleh diuji dari segi FTIR, rendemen, pH, viskositas dan kadar air. Rendemen yang diperoleh di optimasi kan untuk mendapat gelatin yang paling optimum, setelah itu dilakukan pembuatan gelatin dengan konsentrasi dan waktu perendaman yang optimum untuk di uji rendemen, kadar air, pH, viskositas, dan kadar abu.

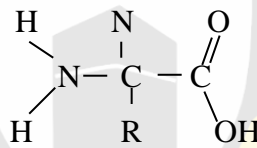
BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Gelatin

1. Definisi gelatin

Kata gelatin diambil dari kata *gelata* yang artinya pembentukan gel dalam air. Gelatin adalah salah satu produk dari turunan protein yang diperoleh dari hidrolisis kolagen pada hewan dalam tulang, kulit dan jaringan lainnya. Gelatin kaya akan asam amino, seperti glisin, prolin dan hidroksiprolin.

Asam amino terdiri dari gugus amino dan gugus karboksilat, dengan atom hidrogen dan gugus R (alkil) yang terikat pada atom C. asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida akan membentuk struktur protein primer.



Gambar 2. 1 Struktur asam amino (Wikipedia)

Gelatin merupakan suatu polimer dari asam-asam amino. Gelatin terbentuk dari perulangan asam amino glisin-prolin-hidroksiprolin. Gelatin digolongkan sebagai protein yang tidak lengkap, dikarenakan gelatin tidak terdapat asam amino triptofan.

Komposisi asam amino bergantung pada proses pembuatannya. Proses alkali umumnya lebih banyak mengandung hidroksiprolin dan lebih sedikit tirosin dibandingkan proses asam.

2. Proses perubahan menjadi gelatin

Kolagen adalah salah satu material yang memiliki struktur dan kekuatan rentang yang berbentuk serat¹². Kolagen merupakan protein alami yang terdapat pada hewan invertebrata dan vertebrata. Kolagen pada hewan vertebrata terdapat pada tulang, tendon, kulit, dan jaringan lainnya, sedangkan hewan invertebrata kolagen terdapat pada bahan penyusun dinding tubuh.

Pada umumnya, kolagen mengandung sebesar 25-35% dari total protein di dalam tubuh. Bentuk dari kolagen ini adalah serabut (*fibril*) yang memiliki peran dalam pembentukan struktur sel terbesar pada matriks ekstraseluler yang mempertahankan bentuk jaringan¹³. Kolagen memiliki kandungan protein berupa 11% alanin, 35% glisin dan kandungan prolin yang cukup tinggi. Saat ini, telah ditemukan 29 jenis kolagen yaitu kolagen tipe I-XXIX dengan struktur asam amino yang berbeda¹⁴.

Kolagen terbentuk dari molekul dasar yang disebut dengan tropokolagen. Di dalam tropokolagen tersusun dari tiga rantai polipeptida yang sama panjang dan saling membentuk struktur *triple helix*.

Kolagen dapat mengalami kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh suhu panas, bereaksi dengan asam atau basa, dan sebab lainnya. Selain itu, kolagen

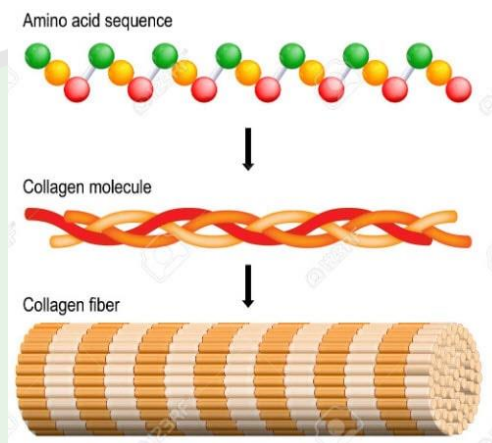
¹²Abubakar Sidik Katili, "Struktur dan Fungsi Kolagen", *Jurnal Pelangi Ilmu*, Vol. 2, No. 5, 2009, h. 19-29

¹³Rosmawaty Peranginangin, Murniyati, Nurhayati dan Wahyu Rahmad, *Pengolahan Kolagen dari Kulit Ikan Nila*, (Jakarta: Penerbar Swadaya, 2015) h. 8

¹⁴Vicania Raisa Rahman, Marline Abdassah Bratadiredja dan Nyi Mekar Saptarini, "Arikel Review: Potensi Kolagen Sebagai Bahan Aktif Sediaan Farmasi", *Majalah Farmasetika*, Vol. 6, No. 3, 2021, h. 253-286

juga dapat mengalami degradasi, yaitu pemecahan molekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana yang dipengaruhi oleh asam, basa atau enzim¹⁵.

COLLAGEN

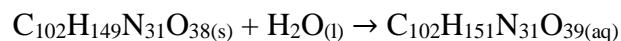


Gambar 2.2 Struktur kolagen

Berikut adalah proses berubahnya dari kolagen menjadi gelatin yang melibatkan tiga perubahan (De Man, 1997), diantaranya

1. memutuskan sejumlah ikatan peptide untuk memperpendek rantai
2. Perubahan konfigurasi rantai
3. Pemutusan atau pengacauan sejumlah ikatan samping antar rantai

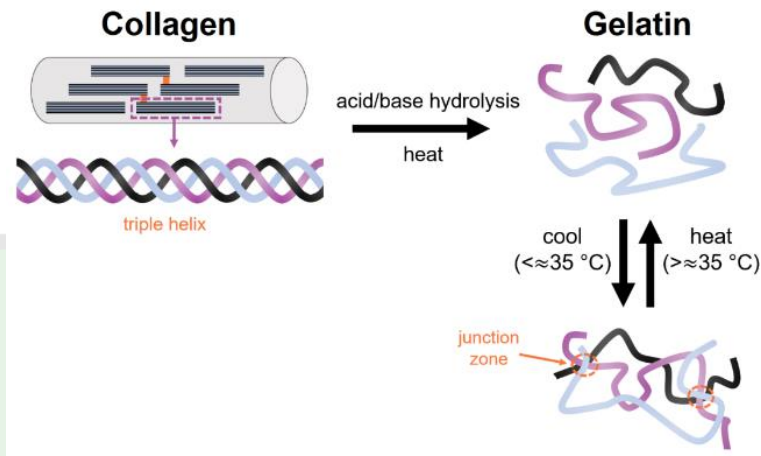
Perubahan kolagen menjadi gelatin memiliki erat kaitannya dengan proses pre-treatment dan proses ekstraksi. Berikut adalah proses reaksi pembentukan gelatin (Munda, 2013)



Tropokolagen akan mengalami denaturasi oleh pemanasan atau perlakuan dengan asam ataupun basa. Proses ekstraksi menyebabkan penyusutan serabut

¹⁵F. G. Winarno, *Kimia Pangan dan Gizi*, (Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2002), h. 15

kolagen sehingga struktur kolagen pecah menjadi lilitan acak yang larut dalam air (lihat Gambar 2.4)



Gambar 2.3 Pembentukan gelatin

3. Sifat gelatin

Gelatin memiliki titik didih 35°C sehingga gelatin memiliki karakteristik yang unik dibandingkan dengan bahan gel lainnya seperti alginat, pektin, pati atau agar-agar dari karbohidrat¹⁶. Secara fisik dan kimia, gelatin memiliki warna kuning cerah berbentuk tepung atau serpihan, berasa dan berbau, larut dalam air panas, asam asetat, gliserol dan pelarut lainnya¹⁷.

a. Sifat kimia

1) Berat Molekul

Gelatin memiliki berat molekul sebesar 15.000 sampai 250.000

2) Komposisi dan struktur kimia

¹⁶Gomez, G. M. C dan Montero P., "Extraction of Gelatin from Megrim (*Lepidorhombus boschii*) Skins With Several Organics Acids". *J Food Sci.* Vol. 66, No. 2, 2001, h. 213-216

¹⁷ Nia Lisnawati dan Tria Prayoga, *Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*)*, (Surabaya: CV. Jakad Media Publish, 2020), h.. 7

Gelatin terdiri dari 50,50% C; 6,80% H; 17,0% N dan 25,50% O. semua jenis asam amino terkandung dalam gelatin kecuali triptofan, meskipun kadang-kadang terdeteksi dalam jumlah sedikit.

Proses pembuatan asam atau basa dapat mempengaruhi penurunan komposisi gelatin. Proses pembuatan basa umumnya lebih banyak mengandung hidrokisprolin dan sedikit tirosin dibandingkan dengan proses asam.

3) Sifat Amfoter

Gelatin dapat dititrasi dengan asam maupun basa. Hal ini disebabkan gelatin merupakan protein khas yang bisa berperan sebagai asam dan basa (amfoter).

4) Sifat Isoelektrik

Gelatin dapat berperan sebagai basa ataupun asam, sehingga membuat gelatin dalam keadaan asam bermuatan positif dan dalam keadaan basa, gelatin bermuatan negatif. Titik tengah saat jumlah muatan senyawa gelatin = 0 disebut dengan titik isoelektrik. Titik isoelektrik gelatin bervariasi antara 4,8-9,4.

b. Sifat fisik gelatin

1) Warna

Gelatin memiliki sifat tidak berbau, tidak berasa, rapuh, berbentuk kaca, dan berwarna kuning hingga kuning sawo. Warna gelatin dipengaruhi oleh metode, bahan baku dari gelatin dan jumlah ekstraksi.

2) Kelarutan

Gelatin yang dicelupkan dalam air yang dingin dapat membentuk partikel yang mengembang, sedangkan di dalam air panas, gelatin akan mencair membentuk larutan¹⁸.

B. Sumber Gelatin

1. Mamalia

Sumber utama dari gelatin diperoleh dari babi (kulit), sapi (tulang dan kulit)¹⁹. Gelatin mamalia (sapi dan babi) yang paling populer dan banyak digunakan saat ini. Gelatin dari mamalia memiliki kendala utama dan skeptisisme dikalangan konsumen karena bertentangan dari aspek sosial-budaya (kehalalan dari mamalia) dan kekhawatiran terhadap kesehatan.

2. Ikan

Selain dari mamalia, ikan memiliki potensi sebagai gelatin halal dan jauh dari penyakit. Sumber kolagen pada ikan dapat berasal dari sisik, kulit dan tulang²⁰.gelatin ikan memiliki karakteristik yang sama dengan gelatin babi, sehingga dapat dianggap sebagai alternatif gelatin halal. Produksi dan pemanfaatan gelatin ikan tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan konsumen,

¹⁸Latif Sahubawa dan Ustadi, "Teknologi Pengawetan dan Pengolahan Hasil Perikanan", (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2014), h. 200-203

¹⁹Rapika, Zulfikar, dan Zumarni, "Kualitas Fisik Gelatin Hasil Ekstraksi Kulit Sapi dengan Lama Perendaman dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) yang Berbeda", *Jurnal Peternakan*, Vol. 13, No. 1, 2016, h. 26-32

²⁰Mala Nurilmala, Agoes Mardiono Jacob, dan Rofi Ahmad Dzaky, "Karakteristik Gelatin Kulit Ikan Tuna Sirip Kuning", *JPHPI*, Vol. 20, No. 2, 2017, h. 339-350

tetapi juga dapat sebagai sarana untuk memanfaatkan secara optimum produk samping dari industri pengolahan ikan²¹.

Di Aceh sendiri yang mayoritas penduduknya mengkonsumsi ikan menyebabkan sebagian besar limbah sisik ikan tidak dimanfaatkan. Padahal kolagen dari sisik ikan memiliki kandungan asam amino yang rendah dibandingkan dengan kolagen mamalia, sehingga mengakibatkan suhu denaturasi kolagen menjadi rendah dan menjadikan protein yang mudah dicerna dan diturunkan menjadi produk seperti gelatin. Kolagen dari sisik ikan memiliki keunggulan dibandingkan dengan kolagen dari hewan mamalia diantaranya, bebas dari penyakit unggas, mamalia, dan pastinya murah. Sisik yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sisik ikan kakatua.

a. Ikan Kakatua

Ikan kakatua adalah spesies ikan laut yang menghuni perairan karang, yang tersebar luas di di perairan tropis dan subtropik. Ikan kakatua termasuk ikan pangan, karena memiliki serat daging yang lebih lunak dan halus. Di Indonesia, ikan kakatua telah menjadi komoditas ekonomis dan diekspor ke berbagai negara diantaranya Taiwan, Hongkong dan Singapura²².

²¹ Dewan Guru Besar IPB, Pengembangan Perikanan, Kelautan dan Maritim Untuk Kesejahteraan Rakyat, (Bogor: IPB Press, 2016)

²²Muhammad Adrim, “Aspek Biologi Ikan Kakatua (Suku Scaridae)”, *Oseana*, Vol. 33, No. 1, 2008, h. 41-50



Gambar 2.4 Ikan kakatua (Setyorini, 2020)

b. Klasifikasi Ikan Kakatua

Berikut ini adalah klasifikasi dari ikan kakatua:

<i>Phylum</i>	: <i>Teleostei</i>
<i>Kelas</i>	: <i>Actinopterygii</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Perciformes</i>
<i>Famili</i>	: <i>Scaridae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Colotomus Leptoscarus</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Scarus sp, caloscarus</i>

Secara umum suku *scaridae* memiliki tanda-tanda morfologi diantaranya; tubuh yang berbentuk lonjong dan agak pipih, mancong yang membulat dan kepala tumpul. Ikan kakatua memiliki sirip punggung yang bergabung dengan 10 duri lemah dan 9 duri keras. Sirip dubur dengan keras 13-17 duri lemah. Sirip perut terdiri 5 duri lemah dan 1 duri keras. Gurat sisi memiliki 22-24 sisik berporos, dan terpisah dua bagian. Pada pipi terdapat 1-4 sisik. Sisik besar dan tidak bergerigi (*cycloid*). Jumlah sisik sebelum sirip punggung ada 2-8. Struktur gigi ikan ini agak unik, Rahang bawah dan atas memiliki gigi plat yang kuat. Disebut gigi plat

karena susunan gigi yang menyatu dan terdapat celah di tengah, Sedangkan pada ikan dewasa memiliki satu atau dua taring pendek yang terdapat pada samping rahang atas di posisi belakang²³.

c. Makanan Ikan Kakatua

Ikan kakatua termasuk golongan ikan herbivora. Hampir semua jenis ikan kakatua mengambil makanan mengikuti pola makan tanpa pilih (non selektif) dengan melakukan “*grazing*” terhadap algae halus yang tumbuh menutupi permukaan karang mati²⁴. Oleh karena itu, Ikan kakatua dianggap memberikan kontribusi dalam melindungi terumbu karang²⁵. Ikan kakatua juga termasuk pemakan *krustasea* dan *foraminifera* yang berasosiasi dengan vegetasi algae, sehingga ikan kakatua juga dapat digolongkan sebagai hewan omnivora.

Gigi plat yang kuat pada ikan kakatua digunakan untuk mengambil makanan, yang selanjutnya makanan tersebut masuk ke rongga mulut dan dicerna kembali oleh plak gigi parinx. Makanan yang telah diproses di rongga mulut kemudian ditelan dan disimpan di lambung. Usus akan menyerap makan yang mengandung mineral, protein dan karbohidrat, sedangkan kotoran akan dikeluarkan melalui anus.

²³Muhammad Adrim, Aspek Biologi Ikan Kakatua (Suku Scaridae), *Oseana*, Vol. 33, No. 1, 2008, h. 41-50

²⁴Asriyana, La Asrin, Halili, dan Nur Irawati, Makanan Ikan Kakatua (*Scarus rivulatus Valenciennes, 1840*) di Perairan Tanjung Tiram, Kecamatan Moramo Utara, Kabupaten Konewa Selatan Sulawesi Tenggara, *Saintek Perikanan*, Vol. 6, No. 1, 2019, h. 8-14

²⁵Angelinus Vincentius, *Sumber Daya Ikan Ekonomis Penting dalam Habitat Mangrove*, (Yogyakarta: Deepublish, 2020), h. 108

Aktivitas ikan kakatua bergantung pada fase pertumbuhannya, jenis dan ukuran tubuh. Pada usia muda dengan tubuh yang relatif kecil, ikan kakatua hidup berkelompok di padang lamun sebagai tempat pembesaran sedangkan pada usia dewasa, ikan kakatua hidup berkelompok di perairan karang. Ikan kakatua mencari makan pada siang hari, sedangkan pada malam hari mereka beristirahat di celah-celah yang aman dengan suatu lendir (*mucous envelope*) seperti balon yang dihasilkan oleh tubuhnya untuk melindungi diri dari serangan *gnothii isopods*, semacam udang penghisap darah atau nyamuk laut²⁶.

C. Cara Perolehan Gelatin

Prinsip dari pengolahan gelatin adalah hidrolisis parsial kolagen dengan menggunakan asam, basa atau enzim, yang kemudian diekstraksi dengan menggunakan air. Berdasarkan proses pembuatannya, ada dua jenis gelatin yaitu tipe A dan tipe B. tahapan proses pembuatan gelatin tipe A dan B adalah sama, hanya saja yang membedakannya pada bahan yang digunakan untuk hidrolisis kolagen netralisasinya. Gelatin tipe A digunakan asam sebagai hidrolisis kolagen netralisasinya, sedangkan pada tipe B digunakan basa sebagai hidrolisis kolagen netralisasinya. Hal ini menyebabkan sifat gelatin dapat dipengaruhi oleh tipe hidrolisis nya.

²⁶Tri Wahono, *Cara Ikan Kakatua Bertahan dari Nyamuk Laut*, 2010. Diakses pada tanggal 20 Desember 2021 dari situs: <https://amp.kompas.com/sains/read/2010/11/8/16595376/sainsbiologi>

Proses hidrolisis kolagen dipengaruhi oleh waktu, suhu reaksi serta pengadukannya²⁷. Gelatin dalam proses asam menghasilkan gelatin dengan rendemen lebih banyak dibandingkan proses basa, karakteristik seperti bobot molekul, viskositas dan kekuatan gel yang lebih baik dari pada proses basa²⁸.

Tabel 2.1 Karakteristik gelatin berdasarkan GMIA dan SNI

Sifat	GMIA	SNI
Kekuatan gel (bloom)	75-300	-
Viskositas (cP)	1,5-7,5	-
Kadar abu	0,3 – 2	Maks 3,25
pH	3,8-6,0	4,5-6,5
Kadar air	-	Maks 16

Perendaman asam dapat mengubah serat kolagen dari *triple helix* menjadi rantai tunggal, sedangkan perendaman basa hanya mampu menghasilkan rantai ganda. Hal ini yang mengakibatkan jumlah kolagen yang dihidrolisis oleh larutan asam lebih banyak dibandingkan larutan basa. Sehingga, perendaman basa membutuhkan waktu yang lama untuk menghidrolisis kolagen.

Saat ini, industri lebih menyukai pelarut yang aman digunakan pada saat perendaman. Oleh karena itu banyak penelitian yang menggunakan asam organik. Asam sitrat yang terkandung di dalam buah-buahan dapat meminimalisir limbah-limbah agro-industri dan juga menurunkan resiko atau bahaya dari penggunaan bahan kimia²⁹. Diantara buah yang kandungan asam sitratnya tinggi yaitu belimbing

²⁷Hastutiningrum, S., "Pemanfaatan Limbah Kulit Split Industri Penyamakan Kulit untuk Glue dengan Hidrolisis Kolagen", *Jurnal Teknologi*, Vol. 2, No. 2, 2009, h. 208-212

²⁸Nurhalimah, E. 2010, *Comparison of Gelatine Extraction Process of Bovine Hide Split by Acid and Base Process*, 2010. Diakses pada tanggal 22 Desember 2021 dari situs: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/61883>

²⁹Yoni Atma, "Karakteristik Fisikokimia Gelatin Tulang Ikan Patin (*Pangasius sutci*) Hasil Ekstraksi Menggunakan Limbah Buah Nanas", *Agritech*, Vol. 28, No. 1, h. 56-63

wuluh. Selain itu pemanfaatan belimbing wuluh selama ini hanya sebatas penambah cita rasa dalam makanan.

1. Belimbing Wuluh

Belimbing wuluh termasuk keluarga belimbing (*Averrhoa*) dan diperkirakan berasal dari Amerika tropik. Iklim tropis di Indonesia membuat tanaman ini banyak tumbuh di Indonesia baik dipelihara maupun tumbuh secara liar.



Gambar 2.5 Belimbing Wuluh (Wikipedia, 2012)

2. Klasifikasi Belimbing Wuluh

Berikut klasifikasi dari belimbing wuluh

Kerajaan : *Plantae* - R A N I R Y

Divisio : *Magnoliophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Ordo : *Oxalidales*

Familia : *Oxalidaceae*

Genus : *Averrhoa*

Spesies : *Averrhoa bilimbi L.*

Bentuk pohon dari belimbing wuluh yang kecil, tinggi sekitar 10 meter, memiliki bentuk batang yang kasar berbenjol-benjol, cabang yang sedikit, dan cenderung ke atas. Bentuk daun berupa daun majemuk menyirip ganjil dengan 21-45 pasang anak daun, pucuk daun berwarna coklat muda. anak daun bertangkai pendek, bentuknya bulat telur sampai lonjong, ujung runcing, pangkal membulat. Buah belimbing wuluh memiliki bentuk lonjong seperti torpedo, panjangnya sekitar 4-10 cm, warna buah yang hijau ketika masih muda, dengan kelopak bunga menempel pada bagian ujungnya. Ketika buah telah matang, maka akan berwarna kuning atau kuning pucat. Daging buahnya memiliki banyak air dan rasanya yang asam. Kulit buahnya tipis dan berkilap. Biji buahnya berbentuk bulat telur, gepeng³⁰.

3. Kandungan Belimbing Wuluh

Banyak senyawa kimia yang terkandung dalam batang hingga buahnya. Tak heran, jika belimbing wuluh banyak manfaat bagi kesehatan. Berikut beberapa asam yang terkandung dalam belimbing wuluh diantaranya:

Tabel 2.2 Kandungan asam organik dalam buah belimbing wuluh

Asam Organik	Jumlah (meq asam/100 g total padatan)
Asam sitrat	92,60-133,80
Asam asetat	1,60-1,90
Asam laktat	0,40-1,20
Asam format	0,40-0,90
Asam oksalat	5,50-8,90
Sedikit asam malat	

Sumber: Amaliawati, 2013

³⁰Nia Lisnawati dan Tria Prayoga, *Ekstrak Buah.....*, h. 6

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab Metodologi penelitian terdiri atas garis besar penelitian, alat dan bahan dalam penelitian, tempat dan waktu penelitian, prosedur yang akan dilakukan dan diagram alir penelitian. Adapun sub bab tersebut akan diuraikan secara lengkap sebagai berikut

A. Garis Besar Penelitian

Secara umum, penelitian ini meliputi beberapa tahap yaitu pembuatan gelatin dan uji karakteristik gelatin dari segi rendemen, pH, viskositas, kadar air, dan kadar abu.

B. Alat dan Bahan

Sub bab ini akan menguraikan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Uraian rinci terkait sub bab ini akan dijelaskan sebagai berikut

a. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia 1000 mL, gelas ukur, neraca analitik, corong kaca, spatula, *hot plate*, wadah perendaman, tanur, cawan porselen, *viscometer oswald*, lemari pendingin, oven, pH meter, dan aluminium foil

b. Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sisik ikan kakatua, aquades dan belimbing wuluh.

C. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan 5 bulan yang dimulai dari Februari 2022 sampai Juni 2022 di Laboratorium Pendidikan Kimia, Prodi Pendidikan Kimia, Fakultas

Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry. Penelitian ini dimulai dengan persiapan sampel, pembuatan gelatin dan karakteristiknya. Uji pH dan kadar abu akan dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia Saintek

D. Prosedur Penelitian

Pembuatan gelatin dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi (berat sisik/volume) dan waktu perendaman sisik ikan kakatua. Hal ini bertujuan untuk memperoleh konsentrasi dan waktu perendaman yang paling optimum digunakan. konsentrasi minimum 1:3% (b/v) dan maksimum 1:10% (b/v)³¹ sedangkan lama waktu perendaman 24 jam sebagai titik minimum dan 60 jam³² sebagai titik maksimum.

Proses optimasi dilakukan dengan menggunakan rancangan *Respon Surface Methodology* (RSM) dengan model *Center Composite Design* (CCD) dan menghasilkan 28 perlakuan percobaan. Pemilihan metode RSM pada penelitian ini dikarenakan metode RSM mampu mendapatkan titik optimum selama pembuatan gelatin yang sesuai dengan kriteria yang di inginkan. Adapun tahapan pembuatan gelatin dari sisik ikan kakatua diantaranya:

1. Degreasing

Proses ini diawali dengan merendam sisik ikan kakatua dalam air selama ± 25 menit dalam suhu 70°C , hal ini bertujuan membersihkan kandungan lemak yang mungkin masih menempel.

³¹ Siti Rodiah dkk, Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tenggiri sebagai Sumber Gelatin Halal melalui Hidrolisis Larutan Asam dengan Variasi Rasio Asam, *Alkimia*, 2018, 2(1), h. 34-42

³² Bhayu Gita Bhernama, 2020, Ekstraksi Gelatin Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa, 10(2), h. 43-54

2. Preparasi Asam

Buah belimbing wuluh sebanyak dipotong kecil-kecil, diblender tanpa penambahan air. Kemudian disaring untuk memisahkan sari dengan ampasnya. Hasil filtrat belimbing wuluh diukur volume ekstrak belimbing

3. Demineralisasi

Sisik ikan selanjutnya direndam dalam larutan ekstrak belimbing wuluh dengan konsentrasi 1:3% (b/v) hingga 1:10% (b/v) menggunakan variasi waktu selama 24 hingga 60 jam dan terbentuk *ossein*.

4. Ekstraksi

Ossein sebanyak 30 gram dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi aquades 150 mL (dengan perbandingan 1:5)³³, selanjutnya dipanaskan di *hot plate* dengan suhu stabil 70 °C selama 5 jam³⁴ dan diaduk dengan menggunakan batang pengaduk. Kemudian disaring menggunakan kertas saring, ekstrak yang didapatkan diletakkan dalam lemari pendingin dengan suhu 4-10 °C selama 4 jam³⁵. Ekstrak akan menjadi gel.

5. Pengeringan

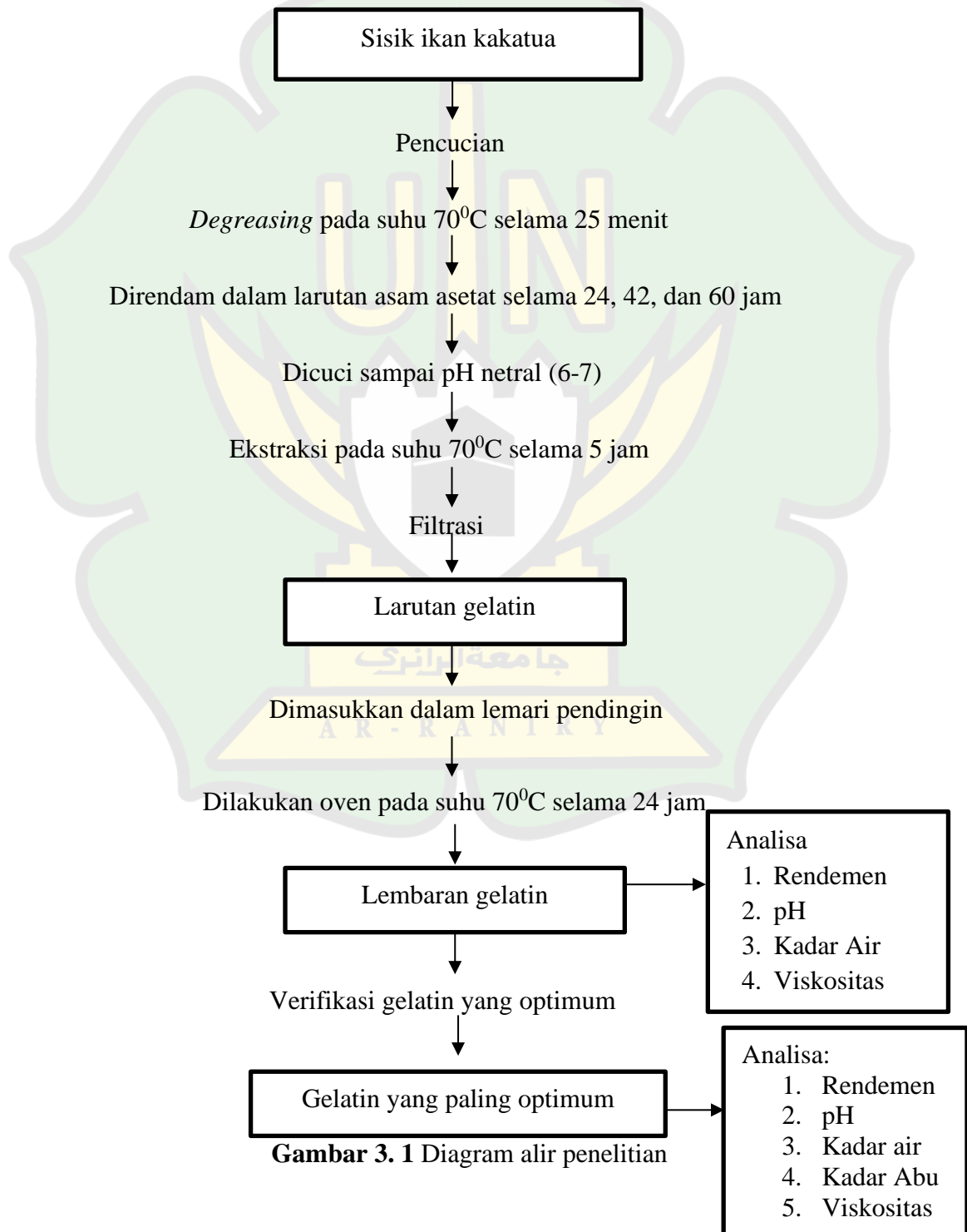
Ekstrak yang berbentuk gel kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 70 °C selama 24 jam. Bubuk gelatin yang diperoleh siap untuk dianalisis

³³ Bhayu Gita Bhername.....

³⁴ Yoni Atma dkk, "Karakteristik Fisikokimia Gelatin Tulang Ikan Patin (*Pangasius sutchi*) Hasil Ekstraksi Menggunakan Limbah Buah Nanas", *AgriTech*, 38(1), 2018, h. 56-63

E. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental yang terdiri dari pembuatan gelatin, karakterisasi dan uji gelatin tersebut. Diagram alir ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1**



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis gelatin FTIR

- a. Nyalakan komputer dan FTIR, tekan tombol on/off
- b. Bersihkan tempat sampel dengan alkohol, serta letakkan sampel di atas tempat sampel
- c. Spektrum FTIR kemudian akan muncul

2. Hasil Rendemen

Randemen didapatkan dari rasio antara berat gelatin yang telah kering dengan berat sampel. Besarnya rendemen dapat dihitung melalui persamaan berikut

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

3. Analisa Kadar Air

Uji kadar air dalam penelitian ini menggunakan metode (AOAC, 1995) dimana sampel sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam cawan porselen, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam, didinginkan dan ditimbang.

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

Keterangan: a = berat cawan kosong (gram)

c = berat cawan dan sampel setelah dikeringkan
(gram)

b = berat sampel dan cawan sebelum dikering (gram)

4. Analisa pH

Analisis pH diukur melalui pH meter. Sebanyak 1 gram sampel dilarutkan dalam 30 mL aquades dengan suhu 50°C dan dihomogenkan. Selanjutnya, elektroda pH meter dicelupkan ke dalam larutan gelatin hingga nilai pH nya terbaca di layar pH meter.

5. Analisa Viskositas

Sebanyak 1 gram gelatin dilarutkan dalam 30 mL aquades, kemudian larutan tersebut dimasukkan dalam Viscometer Oswald, diamati dan dicatat waktu ketika larutan gelatin mulai turun hingga batas garis yang telah ditentukan. Untuk menghitung massa jenis gelatin gunakan piknometer, dan dihitung viskositas gelatin melalui persamaan:

$$\mu_{\text{larutan}} = \mu_{\text{air}} \times \frac{\rho_{\text{larutan}} \times t_{\text{larutan}}}{\rho_{\text{air}} \times t_{\text{air}}}$$

Keterangan: μ_{air} = viskositas air (cp)

ρ_{air} = densitas air (g/ml)

t_{air} = waktu (sekon)

6. Analisa Kadar Abu

Dimasukkan kedalam cawan sebanyak 1 gram sampel, dan selanjutnya dimasukkan ke dalam tanur dengan menggunakan suhu 600°C selama 3 jam, kemudian cawan dikeluarkan dan didinginkan dan ditimbang sampai berat konstan. Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung kadar abu adalah sebagai berikut

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap, yaitu preparasi sampel, produksi gelatin menggunakan sisik ikan kakatua dengan perendaman asam sitrat belimbing wuluh, uji FTIR dan dilanjutkan dengan pengujian kualitas gelatin diantaranya rendemen, viskositas, derajat keasaman (pH), kadar air dan kadar abu.

A. Parameter Ekstraksi Gelatin

Penelitian ini menggunakan rancangan *Response Surface Methodology* (RSM) melalui perangkat lunak *Minitab 21* yang bertujuan untuk menentukan variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap dalam penelitian yaitu jumlah rendemen yang dihasilkan, sedangkan konsentrasi dan lama waktu perendaman menjadi variabel bebas dalam penelitian ini.

Rentang konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1:3% sampai 1:10% (b/v) sedangkan rentang dari lama waktu perendaman berturut-turut 24 hingga 60 jam. Penentuan titik optimum didasarkan pada hasil rendemen gelatin yang didapatkan.

Tabel 4.1 Hasil optimasi konsentrasi dan lama waktu perendaman

Std Order	Run Order	Pt Type	Blocks	Konsentrasi (%)	t (jam)
1	1	1	1	1:10	24
2	2	1	1	1:3	24
3	3	1	1	1:10	60
4	4	1	1	1:3	60
5	5	0	1	1:5	42
6	6	0	1	1:5	42
7	7	0	1	1:5	42
8	8	-1	2	1:10	42
9	9	-1	2	1:3	42
10	10	-1	2	1:5	24
11	11	-1	2	1:5	60

12	12	0	2	1:5	42
13	13	0	2	1:5	42
14	14	0	2	1:5	42
15	15	1	1	1:10	24
16	16	1	1	1:3	24
17	17	1	1	1:10	60
18	18	1	1	1:3	60
19	19	0	1	1:5	42
20	20	0	1	1:5	42
21	21	0	1	1:5	42
22	22	-1	2	1:10	42
23	23	-1	2	1:3	42
24	24	-1	2	1:5	24
25	25	-1	2	1:5	60
26	26	0	2	1:5	42
27	27	0	2	1:5	42
28	28	0	2	1:5	42

Optimasi dengan metode RSM adalah suatu metode statistik modern yang bertujuan untuk memperoleh hasil yang terbaik dari percobaan tertentu. Penggunaan metode RSM dikarenakan metode ini dianggap efektif untuk digunakan untuk optimasi dan memantau proses pengolahan makanan³⁶. Penelitian ini dilakukan dengan mengontrol konsentrasi dan lama waktu perendaman untuk mendapatkan perlakuan yang paling optimum dalam menghasilkan kualitas gelatin yang bagus.

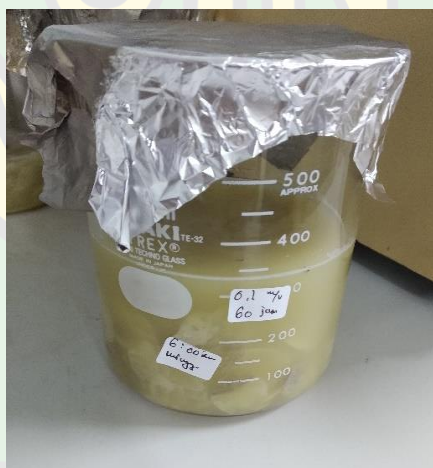
B. Ekstraksi Gelatin

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan gelatin ini adalah sisik ikan kakatua. Tahap ini dimulai dari *degreasing* bertujuan untuk menghilangkan sisik ikan dari lemak-lemak yang mungkin masih menempel pada sisik. Pada tahap ini

³⁶M. Asif Ahmed dkk. "Extraction and Characterization of Gelatine from Camel Skin (Potential Halal Gelatin) and Production of Gelatin Nanoparticles" *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2020, DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.03.022

dilakukan dengan merendam sisik dalam air dengan suhu 70°C selama 25 menit. Suhu 70°C yang digunakan dalam tahap *degreasing* adalah sesuai dengan titik kelarutan lemak yaitu berkisar antara 32-80°C³⁷, sedangkan waktu yang optimum untuk mengurangi jumlah lemak dalam ossein adalah maksimal 30 menit³⁸.

Proses selanjutnya demineralisasi, yaitu dengan cara merendam bahan baku dengan larutan asam, dimana dalam penelitian ini digunakan asam sitrat yang diperoleh dari belimbing wuluh dengan variasi konsentrasi 1:3%, 1:5%, dan 1:10% (b/v) dan variasi lama waktu perendaman 24, 42 dan 60 jam. Hasil dari perendaman ini berupa terbentuknya *ossein*.



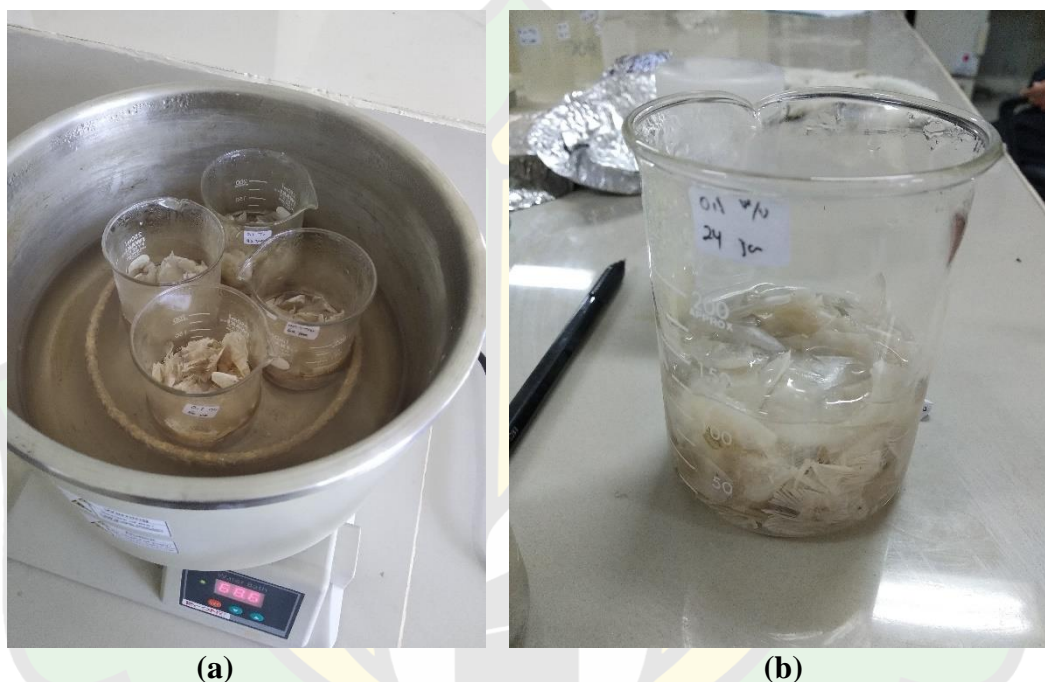
Gambar 4. 1 Proses demineralisasi

Proses selanjutnya yaitu ekstraksi. *Ossein* yang terbentuk pada tahap demineralisasi selanjutnya akan diekstraksi menggunakan aquades (perbandingan antara aquades dengan ossein adalah 1:5) dengan menggunakan suhu 70°C selama 5 jam (lihat Gambar 4.2 (a)). Ekstraksi ini dilakukan untuk melanjutkan perusakan

³⁷ Musfiq Amiruldin, Pembuatan dan Analisis Karakteristik Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus albacares*), *skripsi*, (Bogor: IPB, 2007)

³⁸R. Hinterwaldner (1977) *Raw Material*. Dalam Ward, A. G dan A. Courts. *The Science Technology of Gelatin*. New York: Academic Press

ikatan silang dan ikatan hidrogen yang menjadi penstabil rantai tunggal struktur kolagen sehingga membentuk susunan kolagen yang larut air, yang dikenal sebagai gelatin³⁹

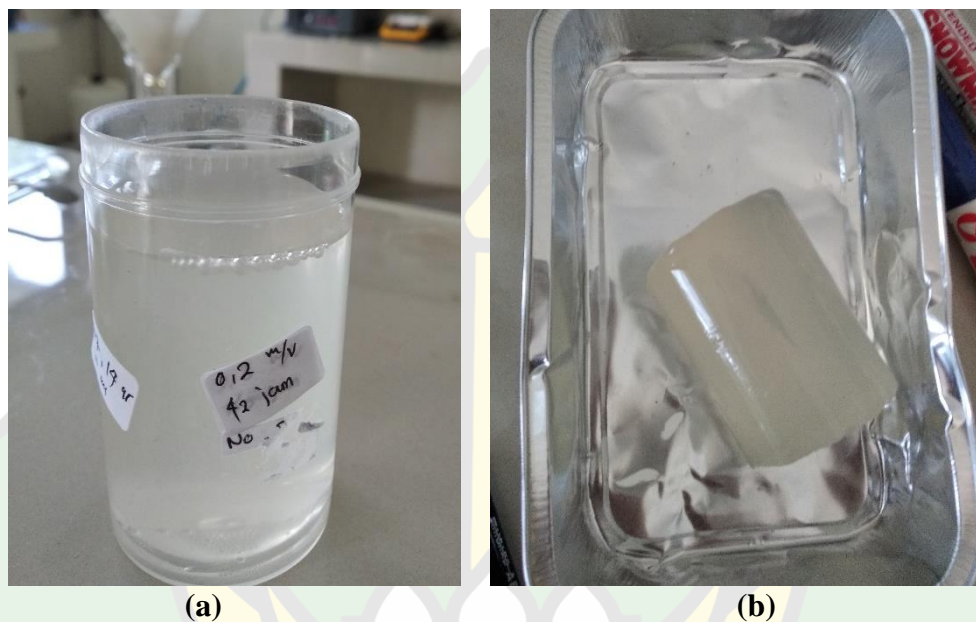


Gambar 4. 2 Tahap ekstraksi (a) Proses ekstraksi, (b) Hasil ekstraksi (sumber: document pribadi)

Tahap selanjutnya adalah penyaringan ekstrak gelatin untuk menghasilkan filtrat yang jernih (lihat **Gambar 4.3 (a)**). Hasil filtrat yang jernih ini akan dilakukan proses pendinginan dalam *freezer*. Proses ini bertujuan untuk memadatkan struktur gel dari gelatin sehingga akan terbentuk gel yang *thermoreversibel*. Tahap ini juga dapat mengubah struktur gulungan yang acak menjadi struktur heliks yang baru, sehingga dapat memperkuat kekuatan gel yang

³⁹ Niniet Martianingsih dan L. Atmaja, “Analisis Sifat Kimia, Fisik, dan Thermal Gelatin dari Ekstraksi Kulit Ikan Pari (*Himantura gerradi*) Melalui Variasi Jenis Larutan Asam”, *Prosiding Skripsi*, 2009, Surabaya: ITB

dihasilkan. Struktur *heliks* yang baru berbeda dengan struktur asli kolagen, hal ini dikarenakan terbatasnya jumlah dari *triple helix* yang terbentuk kembali⁴⁰.



Gambar 4.3 Hasil tahap ekstraksi (a) Hasil filtrat (b) Setelah dalam freezer (sumber: document pribadi)

Proses yang terakhir adalah proses pengeringan. Gelatin yang sebelumnya berbentuk gel akan mencair akibat pemanasan, sampai menghasilkan gelatin yang kering dan berbentuk lembaran (lihat **Gambar 4.4**). Pengeringan dilakukan dalam oven dengan suhu 70°C selama 24 jam. Suhu pengeringan yang dibuat tidak terlalu tinggi untuk menghindari denaturasi lanjutan pada rantai polipeptida⁴¹.

⁴⁰ Niniet Martianingsih dan L. Atmaja, “Analisis Sifat Kimia, Fisik,”, *Prosiding Skripsi*, 2009, Surabaya: ITB

⁴¹ Intan Riezky Karlina dan Lukman Atmaja, “ Ekstraksi Gelatin dari Tulang Rawan Ikan Pari (Himantura gerardi) pada Variasi Larutan Asam Untuk Perendaman. *Prosiding Skripsi*. 2010, Jurusan Kimia Fakultas MIPA ITB,



Gambar 4. 4 Lembaran Gelatin (sumber: document pribadi)

C. Karakteristik gelatin dari sisik ikan kakatua

Lembaran gelatin yang dihasilkan selanjutnya dilakukan uji karakteristik gelatin diantaranya karakterisasi FTIR pada gelatin yang memiliki rendemen tertinggi, rendemen, kadar air, pH, viskositas dan kadar abu pada gelatin yang optimum.

Tabel 4.2 Hasil karakteristik gelatin

Std Order	Run Order	Pt Type	Blocks	C (%)	t (jam)	Ren-demen	Visko-sitas	pH
1	1	1	1	1:10	24	5,43%	3,53	4,66±0,07
2	2	1	1	1:3	24	5,90%	3,08	4,32±0,01
3	3	1	1	1:10	60	5,80%	3,50	4,99±0,01
4	4	1	1	1:3	60	5,70%	3,55	5,28±0,03
5	5	0	1	1:5	42	9,77%	3,49	5,43±0,01
6	6	0	1	1:5	42	5,60%	3,24	5,53±0,02
7	7	0	1	1:5	42	5,60%	3,21	5,22±0,01
8	8	-1	2	1:10	42	8,10%	3,84	4,97±0,02
9	9	-1	2	1:3	42	5,60%	3,58	5,05±0,02
10	10	-1	2	1:5	24	5,63%	3,57	4,82±0,04
11	11	-1	2	1:5	60	5,77%	6,78	5,26±0,05
12	12	0	2	1:5	42	6,00%	3,15	6,32±0,01
13	13	0	2	1:5	42	5,63%	4,20	5,36±0,02
14	14	0	2	1:5	42	6,80%	3,48	4,97±0,01
15	15	1	1	1:10	24	6,13%	3,00	4,33±0,02
16	16	1	1	1:3	24	5,37%	3,07	4,93±0,03
17	17	1	1	1:10	60	6,23%	3,95	5,26±0,01

18	18	1	1	1:3	60	6,37%	3,91	5,54±0,01
19	19	0	1	1:5	42	8,80%	3,34	5,36±0,02
20	20	0	1	1:5	42	8,83%	5,76	5,28±0,04
21	21	0	1	1:5	42	6,10%	5,38	4,80±0,00
22	22	-1	2	1:10	42	6,93%	4,16	4,36±0,02
23	23	-1	2	1:3	42	5,77%	3,86	5,26±0,05
24	24	-1	2	1:5	24	5,57%	3,59	4,85±0,01
25	25	-1	2	1:5	60	6,40%	7,47	5,12±0,01
26	26	0	2	1:5	42	6,70%	4,06	4,41±0,03
27	27	0	2	1:5	42	9,37%	4,02	5,12 ±0,03
28	28	0	2	1:5	42	9,20%	3,38	4,44±0,01

Gelatin yang optimum ditentukan oleh perangkat lunak *Minitab 21* berdasarkan respon rendemen yang diperoleh pada perlakuan, sehingga akan dihasilkan konsentrasi dan lama waktu perendaman yang optimum yaitu pada konsentrasi 0,1768% b/v dengan lama waktu perendaman 44 jam. Adapun rendemen yang diperoleh adalah sebagai berikut

Tabel 4.2 Perbedaan rendemen prediksi dengan rendemen verifikasi

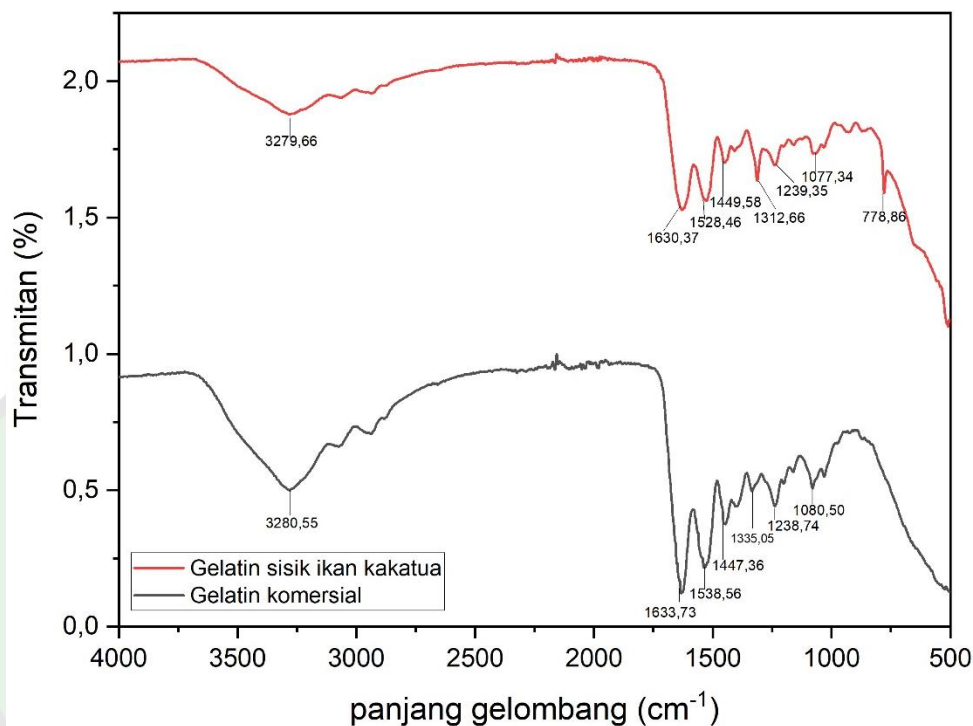
	Konsentrasi (%)	Lama waktu perendaman (jam)	Rendemen (%)
Prediksi	0,1768	44	7,5110
Verifikasi	0,1768	44	8,46

Keterangan: **Prediksi** adalah solusi yang diberikan oleh RSM *Minitab 21*
Verifikasi adalah data dari penelitian

1. Karakterisasi FTIR (*Fourier Transformed Infra Red*)

Karakterisasi FTIR dilakukan untuk mengkonfirmasi serapan gugus fungsi dari gelatin hasil sintesis identik dengan spektrum serapan pada gelatin murni. Terdapat empat kelompok yang menjadi puncak serapan khas gelatin, diantaranya daerah serapan amida A dengan panjang gelombang 3600,00-2300,00 cm^{-1} , daerah amida I pada bilangan gelombang 1636,00-1661,00 cm^{-1} , amida II dengan bilangan gelombang 1560,00-1335,00 cm^{-1} , dan daerah

amida III pada bilangan gelombang 1300,00-1200,00 cm^{-1} .⁴² Berikut hasil dari analisis FTIR gelatin sisik ikan kakatua.



Gambar 4.5 FTIR gelatin sisik ikan kakatua dan gelatin komersial

Berikut adalah keterangan daerah serapan hasil FTIR

Tabel 4.4 Spektrum FTIR gelatin

Amida	Wilayah Serapan (cm^{-1})	Puncak serapan gelatin komersial (cm^{-1})	Puncak serapan gelatin sisik ikan kakatua (cm^{-1})	Keterangan
Amida A	3600-2300	3280,55	3279,66	Vibrasi <i>stretching</i> NH dan OH
Amida I	1700-1600	1633,73	1630,37	Vibrasi <i>stretching</i> C=O, <i>bending</i> ikatan NH

⁴² J. H. Muyonga, C. G. B. Cole dan K. G. Duodu, "Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopic Study of Acid Soluble Collagen and Gelatin from Skins and Bones of Young and Adult Nile Perch (*Lates niloticus*)", *Food Chemistry*, Vol 86, No 3, 2004, h. 325-332

Amida II	1560-1335	1538,56	1528,46	Vibrasi <i>bending</i> NH <i>stretching</i> CN
Amida III	1240-670	1238,74	1239,35	Vibrasi <i>stretching</i> CH ₂ dari glisin dan rantai samping prolin

Sumber: (Muyonga, dkk: 2004; Trisunaryanti, dkk: 2016)

Berdasarkan hasil spektrum FTIR gelatin sisik ikan kakatua (**Gambar 4.5**) memiliki kemiripan dengan spektrum FTIR gelatin komersial. Meskipun begitu, terlihat diantara keduanya intensitas *peak* pada bilangan gelombang yang relatif berbeda. Hal ini juga dapat mempengaruhi perbedaan fisikokimia diantara keduanya.

Daerah serapan amida A pada gelatin sisik ikan kakatua dan gelatin komersial yaitu 3279,66 cm⁻¹ dan 3280,55 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya vibrasi *stretching* NH pada wilayah gelombang tersebut. Bentuk puncak yang melebar pada bilangan gelombang 3279,66 cm⁻¹ dan 3280,55 cm⁻¹ yang menandakan adanya gugus OH dari hidrosiprolin.

Spektra amida selanjutnya terlihat pada bilangan gelombang 1630,37 cm⁻¹ untuk gelatin sisik ikan kakatua dan 1633,73 cm⁻¹ untuk gelatin komersial, dimana serapan ini adalah indikasi dari adanya ikatan amida I. Daerah amida I menunjukkan adanya regangan ikatan C=O, *bending* ikatan NH dan regangan CN. Parameter untuk menganalisa struktur protein dalam FTIR dapat dilihat pada amida I dengan panjang gelombang 1600-1700 cm⁻¹ ⁴³.

⁴³ G. S Al-saidi, A. Al-Alawi, M. S Rahman dan N. Guizani, "Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopic Study of Extracted Gelatin From Shaari (Lithrinus microdon) Skin: Effects of Extraction Conditions", *International Food Research Journal*, 2012, 19(3), h. 1167-1173

Daerah serapan amida II pada gelatin sisik ikan kakatua dan gelatin komersial yaitu $1528,46\text{ cm}^{-1}$; $1538,56\text{ cm}^{-1}$, menunjukkan adanya gugus fungsi C-O dan bending NH_2 yang menandakan struktur primer pada sampel. Adanya struktur primer pada sampel disebabkan pemutusan *triple helix* yang sebelumnya terdapat pada kolagen menjadi gelatin.

Bilangan gelombang selanjutnya berada pada daerah serapan $1239,35\text{ cm}^{-1}$ untuk gelatin sisik ikan kakatua dan $1238,74\text{ cm}^{-1}$ gelatin komersial. Serapan daerah ini menandakan adanya struktur *triple-helix* yang belum terdegradasi sepenuhnya⁴⁴.

Berdasarkan hasil FTIR yang dihasilkan oleh gelatin sisik ikan kakatua pada amida A terdapat NH dan gugus OH, ikatan rangkap C=O, NH dan CN pada amida I. kemudian pada amida II adanya ikatan C-O dan NH_2 , dan pada amida III *triple helix* yang belum terdegradasi. Adanya spektrum serapan OH, NH, CH_2 , C=O, C-H dan CN merupakan gugus fungsi yang identik dengan penyusun gelatin⁴⁵

2. Rendemen

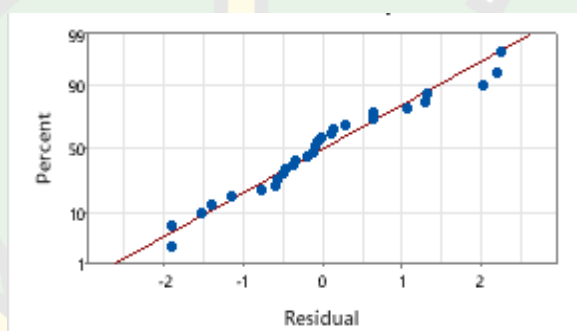
Rendemen adalah suatu parameter yang sangat penting untuk mengetahui efektifitas produksi gelatin dari sisik ikan kakatua. Rendemen gelatin didapatkan dari rasio antara berat kering gelatin yang dihasilkan terhadap berat kering

⁴⁴ Viola Niraputri, Romadhon dan Slamet Suharto, "Pengaruh Perendaman Asam Klorida Terhadap Kekuatan Gel Gelatin Teripang Hitam", *Pena Akuatika*, 2021, 21(1), h. 17-31

⁴⁵ St. Maryam, Nurmaya Effendi dan Kasmah, "Produksi dan Karakterisasi Gelatin dari Limbah Tulang Ayam dengan Menggunakan Spektrofotometer FTIR (Fourier Transform Infra Red)", *Majalah Farmaseutik*, 2019, 15(2), h. 96-104

sampel yang digunakan⁴⁶. Semakin besar rendemen yang dihasilkan, maka semakin efisien dan efektif perlakuan yang diberikan. Tingginya rendemen yang dihasilkan dipengaruhi oleh banyaknya kolagen yang terkonversi menjadi gelatin gelatin pada saat ekstraksi⁴⁷.

Berikut kurva *Normal Probability Plot* dari program *Minitab 21* untuk memberikan pengaruh signifikan atau tidak terhadap respon rendemen.



Gambar 4. 6 Kurva Normal Probability Plot terhadap Rendemen

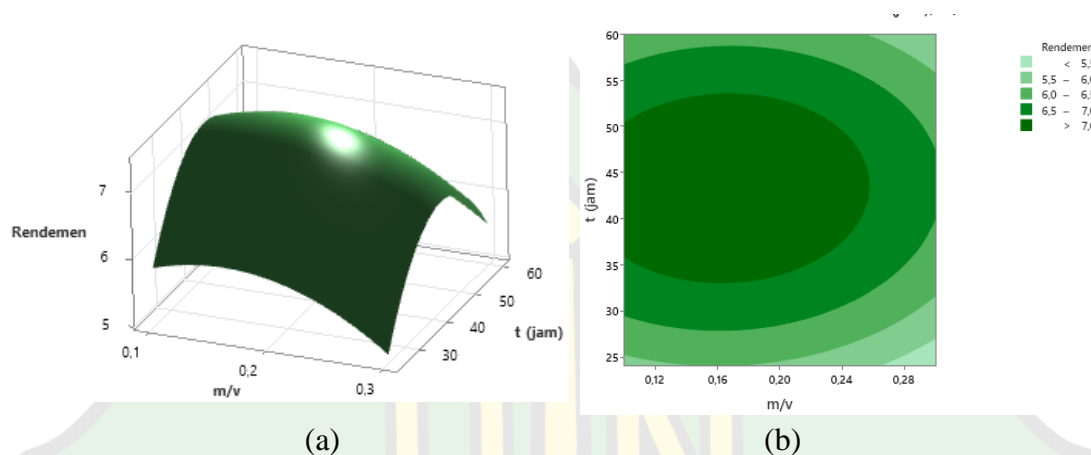
Berdasarkan **Gambar 4.2**, dapat dilihat bahwa meskipun masih ada beberapa titik residual yang berada tidak tepat disepanjang garis tengah, namun titik residual ini masih tersebar disepanjang garis tengah sehingga dapat dikatakan bahwa data berdistribusi normal.

Konsentrasi dan lama waktu perendaman merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kimia dan fisik dari gelatin salah satunya

⁴⁶ Normalina Arpi dkk, "Extraction and Properties of Gelatin from Spotted Oceanic Triggerfish (*Canthidermis maculata*) Skin and Bone", *Advanced Science Engineering Information Technology*, Vol 6, No 5, 2016, h. 561-567

⁴⁷ Ratna C. Rares dkk, "Pengaruh Waktu Perendaman Dalam Larutan Asam Asetat (CH_3COOH) Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Ceker Ayam", *Jurnal Zootehnik*, Vol 37, No 2, 2017, h. 268-275

rendemen yang dihasilkan. Berikut kurva yang memperlihatkan hubungan antara konsentrasi (sisik/volume) dan lama waktu perendaman terhadap gelatin.



Gambar 4.7 Kurva (a) *Plot Surface* variabel rasio (sisik/volume) dan lama waktu perendaman (b) *Contour Plot*

Hasil penelitian menunjukkan nilai rendemen gelatin yang dihasilkan berkisar antara 4,80% hingga 9,37%. **Gambar 4.3** di atas menunjukkan konsentrasi 1:5% (b/v) dengan waktu perendaman 42 jam adalah rendemen yang paling tinggi. Perbedaan hasil rendemen gelatin ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan rasio ekstrak asam. Peningkatan konsentrasi asam, dapat menyebabkan peningkatan jumlah H^+ selama proses perendaman sehingga mempercepat dan memperbanyak *triple helix* yang putus menjadi rantai, gelatin yang dihasilkan akan lebih banyak⁴⁸. Dalam penelitian ini, konsentrasi 1:10% (b/v) memperoleh rendemen lebih kecil dibandingkan dengan rasio ekstrak asam 1:5% (b/v). Hal ini dikarenakan semakin banyak volume asam, semakin banyak

⁴⁸ A. Aziz Jaziri, H. Muyasyaroh dan M. Firdausa, Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Asam Fosfat Terhadap Karakteristik Fisikokimia Gelatin Kulit Ayam-Ayam (*Abalistes stellaris*), Journal of Innovation and Applied Technology, Vol. 5, No. 2, 2019, h. 931-941

kolagen yang larut dalam asam, sehingga kolagen yang dihasilkan menurun⁴⁹. Tingginya lama waktu perendaman juga dapat mempengaruhi kurangnya rendemen yang dihasilkan⁵⁰. Perendaman 60 jam lebih sedikit menghasilkan rendemen dibandingkan perendama 42 jam. Hal ini dapat disebabkan karena ossein yang dihasilkan pada perlakuan tersebut menjadi sangat lunak dan hancur sehingga banyak ossein yang hilang pada saat penetralan. Menurut Munda (2013), lama waktu perendaman menyebabkan jaringan fibril kolagen akan rusak sehingga jumlah kolagen terlarut dalam asam mengakibatkan nilai rendemen rendah. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa waktu perendaman dapat mempengaruhi jumlah kolagen yang terhidrolisis, semakin lama waktu perendaman maka semakin banyak kolagen yang terhidrolisis, sehingga gelatin akan terdegradasi dan rendemen akan berkurang⁵¹. Berdasarkan hasil penelitian (Rodiah dkk: 2018), gelatin dengan menggunakan bahan baku dari tulang ikan tenggiri menggunakan asam organik jeruk nipis dengan variasi konsentrasi 1:3%, 1:5%, dan 1:7% (b/v) didapat rasio 1:3% b/v adalah rasio optimum dengan rendemen tertinggi yaitu 2,4643%.

Berikut merupakan persamaan yang dihasilkan terhadap respon rendemen:

⁴⁹ Siti Rodiah dkk, "Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tenggiri Sebagai Sumber Gelatin Halal Melalui Hidrolisis Larutan Asam Dengan Variasi Rasio Asam", *Alkimia: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, Vol 2, No 1, 2018, h. 34-42

⁵⁰ Mega Pertiwi, "Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin dari Tulang Ikan Patin dengan Pre-Treatment Asam Sitrat". *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. Vol 7, No 2, 2018, h. 83-91

⁵¹ Asih, I D., T. Kemala dan M Nurilmala. 2019. "Halal Gelatin Extraction from Patin Fish Bone (*Pangasius hypophthalmus*) by-Product with Ultrasound-assisted Extraction". *IOP Conf. Series: Earth and Environmental*. 2019, DOI: 10.1088/1755-1315/299/1/012061

$$\text{Rendemen} = -0,79 + 14,5 \text{ m/v} + 0,323 \text{ t (jam)} - 46,7 \text{ m/v} * \text{m/v} - 0,00378 \text{ t (jam)} * \text{t(jam)} + 0,023 \text{ m/v} * \text{t (jam)}$$

Persamaan diatas dapat digunakan untuk menentukan nilai rendemen yang dihasilkan jika konsentrasi dan lama waktu perendaman yang diperlukan berbeda atau sebaliknya.

Hasil nilai randemen pada kondisi optimum adalah 8,46%. Hasil tersebut dapat dikatakan baik karena randemen pada konsentrasi 0,1768% lebih tinggi dibandingkan dengan rendemne yang prediksi yang diberikan oleh perangkat lunak *Minitab 21* yaitu sebesar 7,5110%. Tinggi nya nilai antara hasil verifikasi dengan hasil prediksi menunjukkan model yang digunakan dalam penelitian adalah cocok⁵²

3. Kadar Air

Kadar air termasuk parameter penting untuk produk pangan, karena makanan yang mengandung air dapat mempengaruhi cita rasa, tekstur, mutu makanan dan masa simpan. Air dalam bahan makanan dapat menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroba, enzim dan aktivitas kimia berupa ketengikan dan reaksi-reaksi non-enzimatis sehingga mengakibatkan perubahan sifat organoleptik dan nilai gizinya⁵³.

Berdasarkan hasil penelitian uji kadar air (lampiran 4) diketahui bahwa kadar air gelatin sisik ikan kakatua berkisar antara 2% hingga 12%. Nilai

⁵² Susana E. Ratnawati dkk, “Aplikasi Response Methodology (RSM) pada Optimasi Ekstraksi Kalsium Tulang Lele”, *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*”, Vol. 20, No. 1, 2018, h. 41-48

⁵³ John M Deman, *Kimia Makanan*, (Bandung: ITB, 1997), h. 37

tersebut masih dalam kisaran aman menurut standar SNI (1995) dengan persentase maksimal sebesar 16%. Kadar air tertinggi yaitu 12% ditunjukkan pada saat perendaman selama 60 jam. Hal ini dikarenakan lama waktu perendaman dapat menyebabkan struktur kolagen yang terbuka sehingga daya ikat pada air rendah sedangkan daya ikat air teradsorpsi tinggi⁵⁴. Hasil kadar air pada gelatin dengan kondisi optimum diperoleh adalah 10%. Nilai ini masih sesuai dengan standar SNI.

4. Uji pH

Uji pH gelatin termasuk suatu sifat kimia yang sangat penting dilakukan, karena nilai pH dapat berpengaruh terhadap sifat-sifat gelatin. Nilai pH berhubungan dalam proses pembuatannya. Proses perendaman asam akan menghasilkan pH rendah, sedangkan proses perendaman basa lebih cenderung menghasilkan pH yang tinggi. Nilai pH gelatin yang mendekati netral akan lebih stabil dan lebih baik diaplikasikan pada produk-produk pangan⁵⁵, sehingga proses penetralan sangat penting dilakukan untuk menetralkan sisa-sisa asam maupun basa pada saat proses perendaman.

Berdasarkan hasil pH pada Tabel 2 rentang pH gelatin berkisar antara 4,36 sampai dengan 5,57. Nilai pH tersebut sudah memenuhi standar gelatin tipe A yaitu 3,80-6,00 (GMIA, 2007), tetapi beberapa sampel masih tergolong rendah dibandingkan standar dari SNI 06-3735 (1995) yaitu 4,50-6,50. Nilai pH yang

⁵⁴ Nur Moh. Yusuf, "Pengaruh Lama Perendaman dengan Asam Fosfat dan Suhu Ekstraksi Terhadap Kualitas Gelatin Tulang Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)", *Skripsi*, (Malang: Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim, 2021), h. 53

⁵⁵ Made Astawan, Purwiyanto Hariyadi dan ani Mulyani, "Analisis Sifat Reologi Gelatin Dari Kulit Ikan Cucut". *Jurnal teknologi dan Industri Pangan*. Vol 13 No 1, 2002, h. 38-46

paling mendekati netral (pH 7) dimiliki oleh perlakuan dengan konsentrasi 1:5% b/v dengan lama perendaman 42 jam sebesar 5,57. pH yang diperoleh pada gelatin dengan kondisi optimum yaitu sebesar 4,88. Nilai pH tersebut telah memenuhi standar GMIA dan SNI.

5. Viskositas

Uji viskositas pada gelatin bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan gelatin sebagai larutan pada suhu dan konsentrasi tertentu⁵⁶. Viskositas juga berhubungan erat dengan berat dan distribusi molekul, yang mana berat molekul gelatin berpengaruh terhadap panjang rantai asam aminonya.

Nilai viskositas yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara 4,37 cP hingga 7,47 cP. Hasil pengukuran viskositas gelatin dengan perbedaan perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai viskositas yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi dari (GMIA, 2013) menyatakan bahwa standar viskositas gelatin yang diperbolehkan yaitu 1,50 -7,50 cP, sedangkan Standar Nasional Indonesia (SNI) belum menentukan standardisasinya. Berikut kurva yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi dan lama waktu perendaman.

Viskositas yang tertinggi diperoleh dari konsentrasi 1:10% (b/v) dengan waktu perendaman 60 jam. Terdapat hubungan antara lama waktu perendaman terhadap viskositas, semakin lama waktu perendaman maka nilai viskositas gelatin semakin meningkat⁵⁷. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu

⁵⁶ Mega Pertiwi dkk, "Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Dari Tulang Ikan Patin dengan Pre-Treatment Asam Sitrat", *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, Vol 7, No 2, 2018, h. 83-91

⁵⁷ Ahmad Ridhay Dawin dan Jaya Hardi, "Kajian Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)". *Kovalen*. Vol 4, No 1, 2018, h. 1-15

perendaman maka kontak antara asam dengan tulang semakin meningkat penguraian asam amino. Pada konsentrasi 1:10% (b/v) dengan waktu perendaman 60 jam lebih sedikit dibandingkan konsentrasi 1:5% (b/v). Nilai viskositas akan cenderung menurun sejalan dengan meningkatnya konsentrasi asam yang digunakan dalam proses pembuatan gelatin, hal ini dikarenakan penggunaan asam dalam perendaman dapat memutuskan ikatan peptida asam amino menjadi rantai molekul yang pendek sehingga menurunkan viskositasnya⁵⁸.

Viskositas terendah adalah pada perlakuan konsentrasi 1:10% (b/v) dengan waktu perendaman 24 jam. Perbedaan konsentrasi asam yang digunakan dalam proses pembuatan gelatin dapat berpengaruh terhadap bobot molekul yang dihasilkan⁵⁹. Perbedaan bobot molekul dan distribusi molekulnya ini dapat mempengaruhi perbedaan viskositas gelatin⁶⁰. Adapun nilai viskositas pada gelatin dengan kondisi optimum diperoleh sebesar 4,01 cp dan telah memenuhi standar dari GMIA.

6. Kadar Abu

Kadar abu merupakan sejumlah mineral yang masih terkandung di dalam produk. Terdapat 9 jenis mineral pada sisik ikan kakatua, 5 diantaranya mineral

⁵⁸ Muhammad Iqbal, Choirul Anam dan Achmad Ridwan A, "Optimasi Rendemen dan Kekuatan Gel Gelatin Ekstrak Tulang Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* sp)". *Jurnal Teknosains Pangan*, Vol 4, No 4, 2015, h. 8-14

⁵⁹A.G. Ward, Courts, A., *The Science and Technology of Gelatin*. (Academic Press: New York, 1977), h.73

⁶⁰ Magnus Gudmunsson and Hannes Hafsteinsson, "Gelatin from Cod Skins as Affected by Chemical Treatments", *Journal of Food Science*, Vol 62, No 1, 1999, h. 37-47

makro dan 3 merupakan mineral mikro⁶¹. Berdasarkan hasil analisa, diperoleh kadar abu sebanyak 1,75%. Kandungan mineral yang terdapat pada gelatin sisik ikan kakatua dapat dipengaruhi oleh proses demineralisasi. Tingginya konsentrasi asam yang digunakan pada proses demineralisasi dan tingginya suhu ekstraksi akan menghasilkan kadar abu yang rendah⁶². Pelarut asam yang digunakan akan melarutkan sejumlah mineral yang terdapat pada sisik ikan kakatua sehingga jumlah mineral dalam ossein akan berkurang. Kadar abu yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi standar SNI (1995) yaitu maksimum 3,25% dan standar GMIA (2012).

Karakteristik yang didapatkan akan dibandingkan dengan beberapa literatur dari gelatin yang berasal ikan laut lainnya dengan menggunakan asam organik. Berikut akan disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 4.3 Perbandingan hasil gelatin dengan penelitian sebelumnya

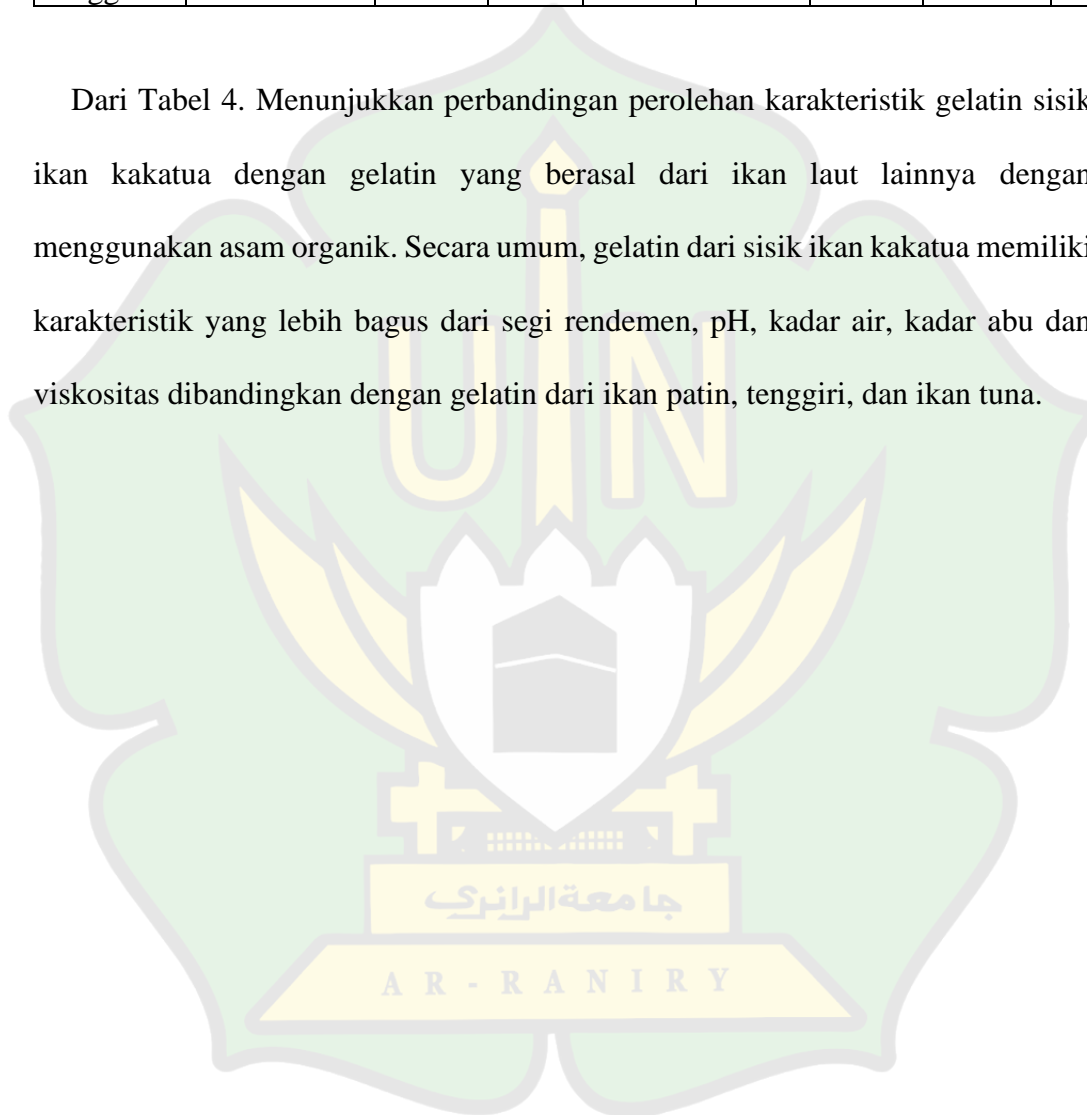
Sumber gelatin	Jenis pelarut organik	Parameter yang di uji						Referensi
		Rendemen (%)	pH	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Viskositas	Kekuatan gel	
Sisik ikan kakatua	Asam sitrat Belimbing wuluh	8,46	4,88	10	1,75	4,01	-	Penelitian ini
Tulang ikan tenggiri	Asam sitrat jeruk nipis	2,4643	-	24,20	-	-	-	Rodiah, 2018
Tulang ikan patin	Asam sitrat Nanas	-	4,52	8,59	0,95	3,17	64,83	Atma, 2018
Kulit ikan tuna	Asam sitrat Nanas	10,06	5,21	-	6,16	2,31	-	Sidabalok, 2021

⁶¹ Cindy Regina Magdalena Loppies dkk, "Komposisi Mineral Sisik Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) dan Kakatua (*Scarus sp.*) dengan Perendaman Asam", Prosiding Simposium, 7(6), 2020, h. 71-84

⁶² Dewi Fernianti, Heni Juniar dan Nila Dwiayu Adinda, Pengaruh Massa Ossein dan Waktu Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Tenggiri dengan Perendaman Asam Sitrat Belimbing Wuluh, *Distilasi*, 2020, 5(2), h. 1-9

Tulang ikan tuna	Asam sitrat cuka aren	6,09	-	-	-	-	-	Zulkifli, 2014
Tulang ikan tenggiri	Asam sitrat Belimbing Wuluh	6	6	8,83	3,75	29,8308	61,0468	Fernianti, 2020

Dari Tabel 4. Menunjukkan perbandingan perolehan karakteristik gelatin sisik ikan kakatua dengan gelatin yang berasal dari ikan laut lainnya dengan menggunakan asam organik. Secara umum, gelatin dari sisik ikan kakatua memiliki karakteristik yang lebih bagus dari segi rendemen, pH, kadar air, kadar abu dan viskositas dibandingkan dengan gelatin dari ikan patin, tenggiri, dan ikan tuna.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Optimasi ekstraksi gelatin dari sisik ikan kakatua dengan menggunakan variasi konsentrasi dan lama waktu perendaman melalui perangkat lunak *Minitab 21* menunjukkan bahwa hasil rendemen yang optimum dengan konsentrasi 0,1768 dan lama waktu perendaman 44 jam. Data prediksi rendemen sebesar 7,5110% dan data rendemen verifikasi didapatkan sebesar 8,64%, perbedaan antara hasil verifikasi dengan hasil prediksi sebesar 12,63% yang menunjukkan bahwa metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah cocok.

Hasil penelitian diperoleh rendemen yang dihasilkan sebesar 8,64%; pH sebesar 4,88; kadar air 10%, kadar abu 2,9%, dan viskositas 4,01. Secara umum, sifat fisik dan sifat kimia dari gelatin sisik ikan kakatua telah memenuhi standar mutu gelatin dari SNI.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan perendaman dengan larutan NaCl sebelum menggunakan perendaman asam untuk mempercepat hilangnya mineral-mineral pada sisik ikan
2. Perlu dilakukan karakteristik lebih lanjut terhadap gelatin dari sisik ikan kakatua seperti kekuatan gel untuk memperoleh informasi lebih lengkap mengenai karakteristik gelatin yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrim, Muhammad. (2008). "Aspek Biologi Ikan Kakatua (Suku Scaridae)". *Oseana*. 33(1). h. 41-50
- Ahmed, M. Asif dkk. (2020). Extraction and Characterization of Gelatine from Camel Skin (Potential Halal Gelatin) and Production of Gelatin Nanoparticles. *Saudi Journal of Biological Sciences*. DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.03.022
- Al-saidi, G. S., A. Al-Alawi, M. S Rahman dan N. Guizani. (2012). Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopic Study of Extracted Gelatin From Shaari (*Lithrinus microdon*) Skin: Effects of Extraction Conditions. *International Food Research Journal*. 19(3). h. 1167-1173
- Amiruldin, Musfiq. (2007). Pembuatan dan Analisis Karakteristik Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus albacares*). *Skripsi*. Bogor: IPB
- Atma, Yoni (2018). "Karakteristik Fisikokimia Gelatin Tulang Ikan Patin (*Pangasius sutchi*) Hasil Ekstraksi Menggunakan Limbah Buah Nanas". *Agritech*. 38(1). h. 56-63
- Agustin, Agnes Triasih. (2013). "Gelatin Ikan: Sumber, Komposisi Kimia dan Potensi Pemanfaatannya". *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 1(2). h. 44-46
- Arpi, N., dkk. (2018). "Isolation of Fish Skin and Bone Gelatin From Tilapia (*Oreochromis niloticus*): Response Surface Approach". Series: Materials Science and Engineering. 334(1). h. 1-7
- Asih, I D., T. Kemala dan M Nurilmala. (2019). Halal Gelatin Extraction from Patin Fish Bone (*Pangasius hypophthalmus*) by-Product with Ultrasound-assisted Extraction.. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental*. DOI: 10.1088/1755-1315/299/1/012061
- Astawan, Made., Purwiyatno Hariyadi dan Ani Mulyani. (2002). Analisis Sifat Reologi Gelatin Dari Kulit Ikan Cucut. *Jurnal teknologi dan Industri Pangan*. Vol 13(1). h. 38-46
- Asriyana, dkk. (2019). "Makanan Ikan Kakatua (*Scarus rivulatus Valenciennes*, 1840) di Perairan Tanjung Tiram, Kecamatan Moramo Utara, Kabupaten Konewa Selatan Sulawesi Tenggara". *Saintek Perikanan*. 6(1)h. 8-14
- Budirahardjo, Roedy. (2010). "Sisik Ikan Sebagai Bahan yang Berpotensi Mempercepat Proses Penyembuhan Jaringan Lunak Rongga Mulut, Regenerasi Dentin Tulang Alveolar". *Stomatognatic*. 7(2). h. 136-140
- Burhanuddin, Andi Iqbal. (2014). *Ikhtologi, Ikan dan Segala Aspek Kehidupannya*. Yogyakarta: Deepublish
- Christianti, Yudith A. (2019). *Proses Ekstraksi Kolagen, Nanokolagen, Gelatin, Kitin, Kitosan, dan Nanokitosan dari Limbah Sisik Ikan Kakatua*. Diakses pada tanggal 24 Desember 2021 dari situs: https://www.academia.edu/42231694/Proses_Ekstraksi_Kolagen_Nanokolagen_Gelatin_Kitin_Kitosan_dan_Nanokitosan_dari_Limbah_Sisik_Ikan_Kakatua
- Darwin, Ahmad Ridhay dan Jaya Hardi. 2018. Kajian Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Kovalen*. 4(1). h. 1-15

- Demam, John M. (1997). *Kimia Makanan*. Bandung: ITB
- Dewan Guru Besar IPB. 2016. *Pengembangan Perikanan, Kelautan dan Maritim Untuk Kesejahteraan Rakyat*. Bogor: IPB Press
- Ferniati, Dewi, Heni Juniar dan Nola Dwiayu Adinda. (2020). “Pengaruh Massa Ossein dan Waktu Ekstraksi Gelatin dari Tukang Ikan Tenggiri dengan Perendaman Asam Sitrat Belimbing Wuluh”. *Distilasi*. 5(2)h. 1-9
- Gomez, G. M. C dan Montero P. (2001). “Extraction of Gelatin from Megrim (*Lepidorhombus boscai*) Skins With Several Organics Acids”. *J Food Sci*. 66(2). h. 213-216
- Gudmunsson, Magnus and Hannes Hafsteinsson. (1999). Gelatin from Cod Skins as Affected by Chemical Treatments. *Journal of Food Science*. 62(1). h. 37-47
- Gusti. (2021). *Pengembangan Gelatin dan Kolagen dari Hewan Lokal Perlu Terus Didorong*. Diakses pada tanggal 16 Desember 2021 dari situs: <https://ugm.ac.id/berita/21308-pengembangan-gelatin-dan-kolagen-dari-hewan-lokal-perlu-didorong>
- Hastutiningrum, Sri. (2009). “Pemanfaatan Limbah Kulit Split Industri Penyamakan Kulit untuk Glue dengan Hidrolisis Kolagen”. *Jurnal Teknologi*. 2(2). h. 208-212
- Hayati, Alfiah. (2019). *Biologi Reproduksi Ikan*. Surabaya: Airlangga University Press
- Hermanto, Sandra dkk. (2014). “Karakteristik Fisikokimia Gelatin Ikan Sapu-Sapu (*Hyposarcus pardalis*) Hasil Ekstraksi Asam”. *Jurnal Kimia Valensi*. 4(2). h. 109-102
- Hinterwaldner, R. (1977) *Raw Material*. Dalam Ward, A. G dan A. Courts. *The Science Technology of Gelatin*. New York: Academic Press
- Hossan, Md. Jakir dkk (2014). Preparation and Characterization of Gelatin Hydroxyapatite Composite for Bone Tissue Engineering. *International Journal of Engineering & Technology Sciences*. 14(1). h. 24-32
- Nurhalimah, E. (2010). *Comparison of Gelatine Extraction Process of Bovine Hide Split by Acid and Base Process*. Diakses pada tanggal 22 Desember 2021 dari situs: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/61883>
- Imamah, Indah Nur. (2019). “Pengaruh Pemberian Kolagen Ikan Terhadap Proses Penyembuhan Luka Insisi (Studi Eksperimen pada Tikus Putih *Rattus Norvegicus*)”. *Jurnal Husada Mahakam*. 4(1). h. 53-62
- Iqbal, Muhammad., Choirul Anam dan Achmad Ridwan A. 2015. Optimasi Rendemen dan Kekuatan Gel Gelatin Ekstrak Tulang Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* sp). *Jurnal Teknosains Pangan*. 4(4). h. 8-14
- Jaziri, A. Aziz, H. Muyasyaroh dan M. Firdausa. (2019). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Asam Fosfat Terhadap Karakteristik Fisikokimia Gelatin Kulit Ayam-Ayam (*Abalistes stellaris*). *Journal of Innovation and Applied Technology*. 5(2). h. 931-941
- Junitasari, Assyifa. (2021). “Metabolisme Lipid pada Daging Babi dan Kemudharatannya Berdasarkan Penjelasan Al-Quran dan Sains”. *Khazanah Multidisiplin*. 2(1). h. 1-11

- Karlina, Intan Riezky dan Lukman Atmaja. (2010). Ekstraksi Gelatin dari Tulang Rawan Ikan Pari (*Himantura grarrdi*) pada Variasi Larutan Asam Untuk Perendaman. *Prosiding Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas MIPA: Bandung
- Katili, Abubakar Sidik. (2009). “Struktur dan Fungsi Kolagen”. *Jurnal Pelangi Ilmu*. 2(5). h. 19-29
- Kong, Jilie and Shaoning Yu. (2007). Fourier Transform Infrared Spectroscopy Analysis of Protein Secondary Structures”, *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*, 39(8). h. 549-559
- Kumari, K. S. and Rao, G. H. (2008). Proses Optimization for Citric Acid Production From Raw Glycerol Using Response Surface Methodology. *Indian Journal of Biotechnology*”, 7(1). h. 496-501
- Lamprou, Dimitris dkk. 2011. Gelatine and Gelatine/Elastin Nanocomposite for Vascular Grafts: Processing and Characterization. *Journal of Biomaterials Applications*. 26(11). h. 209-226
- Latuconsina, Husain. (2021). *Ekologi Ikan Perairan Tropis: Biodiversitas, Adaptasi, Ancaman dan Pengelolaannya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Lisnawati, Nia dan Tria Prayoga. (2020). *Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*)*. Surabaya: CV. Jakad Media Publish
- Liu, Dasong dkk. (2015). Collagen and Gelatin. *Annu Rev Food Sci Technol*. h. 527-557, DOI: 10.1146/annurev-food-031414-111800
- Loppies, Cindy Regina Magdalena. (2020). Komposisi Mineral Sisik Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) dan Kakatua (*Scarus sp.*) dengan Perendaman Asam. *Prosiding Simposium*, 7(6). h. 71-84
- Maryam, St., Nurmaya Effendi dan Kasmah. (2019). Produksi dan Karakterisasi Gelatindari Limbah Tulang Ayam dengan Menggunakan Spektrofotometer FTIR (Fourier Transform Infra Red). *Majalah Farmaseutik*. 15(2). h. 96-104
- Mberato, Shellyn Prastisia dkk. (2020). “Penentuan Struktur Molekul Kolagen Sisik Ikan Kakatua (*Scarus sp*) Berdasarkan Serapan Molekul Terhadap Gelombang FTIR (*Fourier-Transform Infrared Spectroscopy Analisis*)”. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 8(1). h. 7-14
- Muyonga, J. H., C. G. B. Cole dan K. G Duodu. (2004). Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopic Study of Acid Soluble Collagen and Gelatin from Skins and Bones of Young and Adult Nile Perch (*Lates niloticus*), *Food Chemistry*, 86 (3). h. 325-332
- Niraputri, Viola, Romadhon dan Slamet Suharto. (2021). Pengaruh Perendaman Asam Klorida Terhadap Kekuatan Gel Gelatin Teripang Hitam. *Pena Akuatika*. 21(1) h. 17-31
- Nurilmala, Mala, dkk. (2017). “Karakteristik Gelatin Kulit Ikan Tuna Sirip Kuning”. *JPHPI*. 20(2). h. 339-350
- Nurrachmawati, Fety.(2015). “*Mengenal Gelatin, Kegunaan dan Pembuatannya*”. Diakses pada tanggal 19 Desember 2021 dari situs: <http://kesmavet.ditjenpkh.pertanian.go.id/index.php/berita/tulisan-ilmiah-populer/139-mengenal-gelatin-kegunaan-dan-pembuatannya>

- Parenti, P. and J.E Randall. (2000). "An Annotated Checklist of The Spesies of Ite Labroid Fish Families Labridae and Scaridae". *Ichthyological Bulletin*. 68(3). h. 1-97
- Peranginangin, Rosmawaty dkk. (2015). *Pengolahan Kolagen dari Kulit Ikan Nila*. Jakarta: Penerbar Swadaya
- Pertiwi, Mega dkk. 2018. "Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin dari Tulang Ikan Patin dengan Pre-Treatment Asam Sitrat". *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 7(2). h. 83-91
- Puspawati, N., Simpen, I., dan Miwarda, I. N. 2012. Isolasi Gelatin dari Kulit Kaki Ayam Broiler dan Karakteristik Gugus Fungsinya dengan Spektrofotometri FTIR. *Research article*. 6(1). h. 79-87
- Raflelan, Fatemeh, Javad Keramat dan Mahdi Kadivar. 2013. Optimization of Gelatine Extraction from Chicken Deboner Residue Using RSM Method. *J Food Sci Technol*. 50(2). h. 374-380
- Rahman, Vicania Raisa dkk. (2021). "Arikel Review: Potensi Kolagen Sebagai Bahan Aktif Sediaan Farmasi". *Majalah Farmasetika*. 6(3). h. 253-286
- Rapika, Zulfikar, dan Zumarni. (2016). "Kualitas Fisik Gelatin Hasil Ekstraksi Kulit Sapi dengan Lama Perendaman dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) yang Berbeda". *Jurnal Peternakan*. 13(1). h. 26-32
- Ratna C. Rares dkk. (2017). Pengaruh Waktu Perendaman Dalam Larutan Asam Asetat (CH₃COOH) Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Ceker Ayam. *Jurnal Zootehnik*. 37 (2). h. 268-275
- Rumengan, I.F.M P. dkk. (2017). "Characterization of Chitin Extracted from Fish Scales of Marine Fish Species Purchased from Lokal Markets in North Sulawesi, Indonesia. *Earth Environmental Science*. 89(1). h. 1-4
- Rodiah, Siti dkk. 2018. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tenggiri Sebagai Sumber Gelatin Halal Melalui Hidrolisis Larutan Asam Dengan Variasi Rasio Asam. *Alkimia: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*. 2(1). h. 34-42
- Sahubawa, Latif dan Ustadi. (2014). "Teknologi Pengawetan dan Pengolahan Hasil Perikanan". Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Sidabalok, Inawaty, Rera Aga Salihat dan Astri Pujilillah. (2021). The Use of Pineapple Waste Extract on The Extraction of Gelatin From Tuna Skin (Thunnus albacares). *Jurnal Katalisator*. 6(2). h. 197-210
- Sugihartono dkk. (2019). *Kolagen dan Gelatin untuk Industri pangan dan Kesehatan*. Yogyakarta: Lily Publish
- Tourtellote, P. 1980. *Gelatin*. Di dalam Mc. Graw Hill. Encyclopedia of Science and Technology. Mc. Graw Hill Book Co., New York
- Trisunaryati, M. W dkk. 2016. Extraction Gelatin of Bovine Bone and Its Use As Template in Shynthesis of Mesoporous Silica. *Asian Journal of Chemistry*. 28(5). h. 996-1000
- Vincentius, Angelinus. (2020). *Sumber Daya Ikan Ekonomis Penting dalam Habitat Mangrove*. Yogyakarta: Deepublish
- Wahono, Tri. (2020). *Cara Ikan Kakatua Bertahan dari Nyamuk Laut*. Diakses pada tanggal 20 Desember 2021 dari situs: <https://amp.kompas.com/sains/read/2010/11/8/16595376/sainsbiologi>

- Wahyuni, M dan Rosmawati. (2003). *Perbaikan Daya Saing Industri Pengolahan Perikanan Melalui Pemanfaatan Limbah Non Ekonomis Ikan Menjadi Gelatin*. Diakses pada tanggal 16 Desember 2021 dari situs: www.dkp.go.id
- Ward, A. G. and A. Courts. (1977). *The Science and Technology of Gelatin*. (New York: Academic Press)
- Winarno, F. G. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Wiratmaja, Heidi. (2006). “Perbaikan Nilai Tambah Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp*) Menjadi Gelatin Serta Analisis Sifat Fisika-Kimia”. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Yusuf, A. Munir. (2007). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan*. Jakarta: Kencana
- Yusuf, Nur Moh. Pengaruh Lama Perendaman dengan Asam Fosfat dan Suhu Ekstraksi Terhadap Kualitas Gelatin Tulang Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*)”, *Skripsi*, (Malang: Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim, 2021), h. 53



LAMPIRAN

Lampiran I. Optimasi

Central Composite Design

Design Summary

Factors: 2 Replicates: 2

Base 14 Total runs: 28

runs:

Base 2 Total 2

blocks: blocks:

$\alpha = 1$

Two-level factorial: Full factorial

Point Types

Cube points: 8

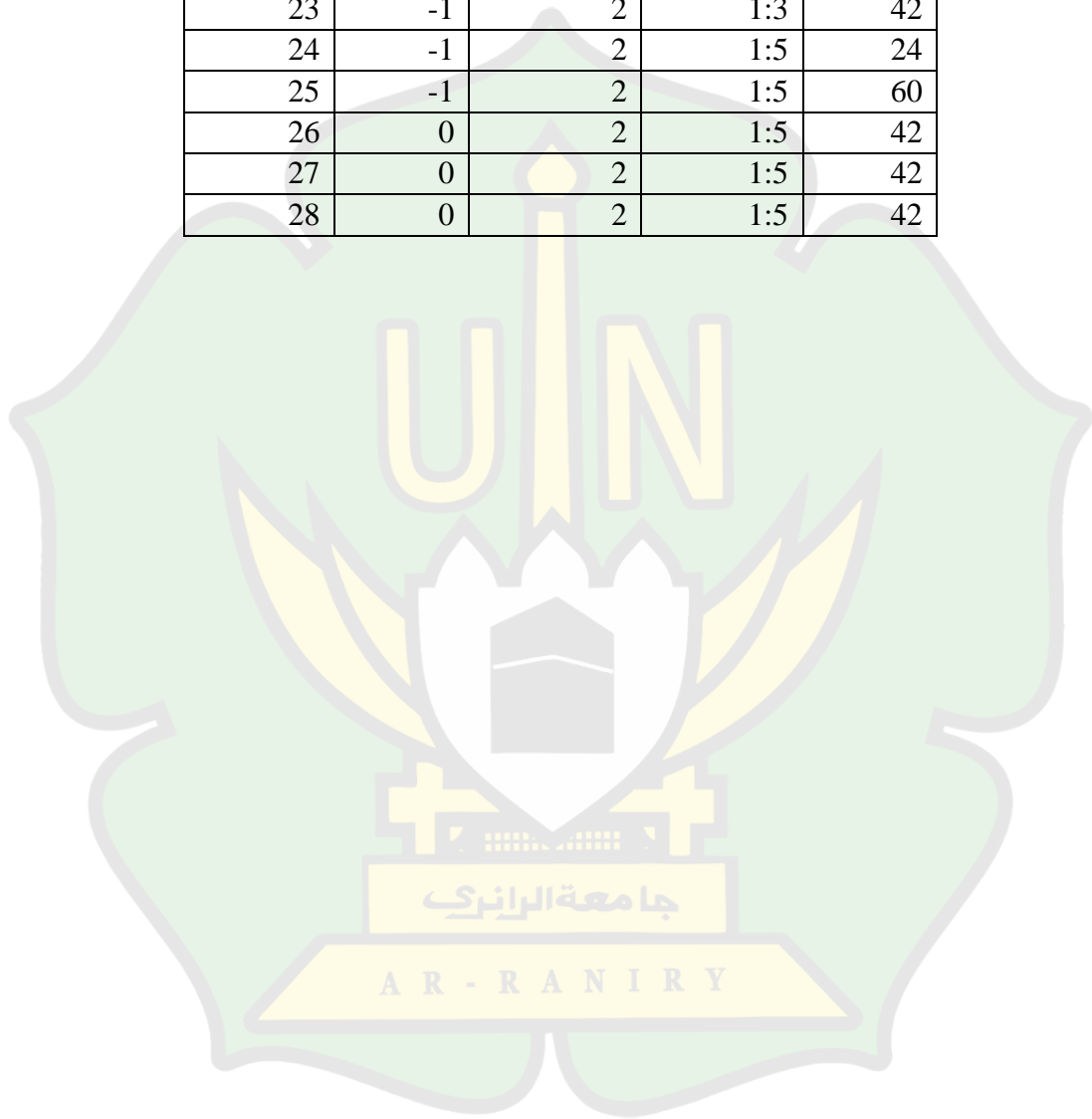
Center points in 6
cube:

Axial points: 8

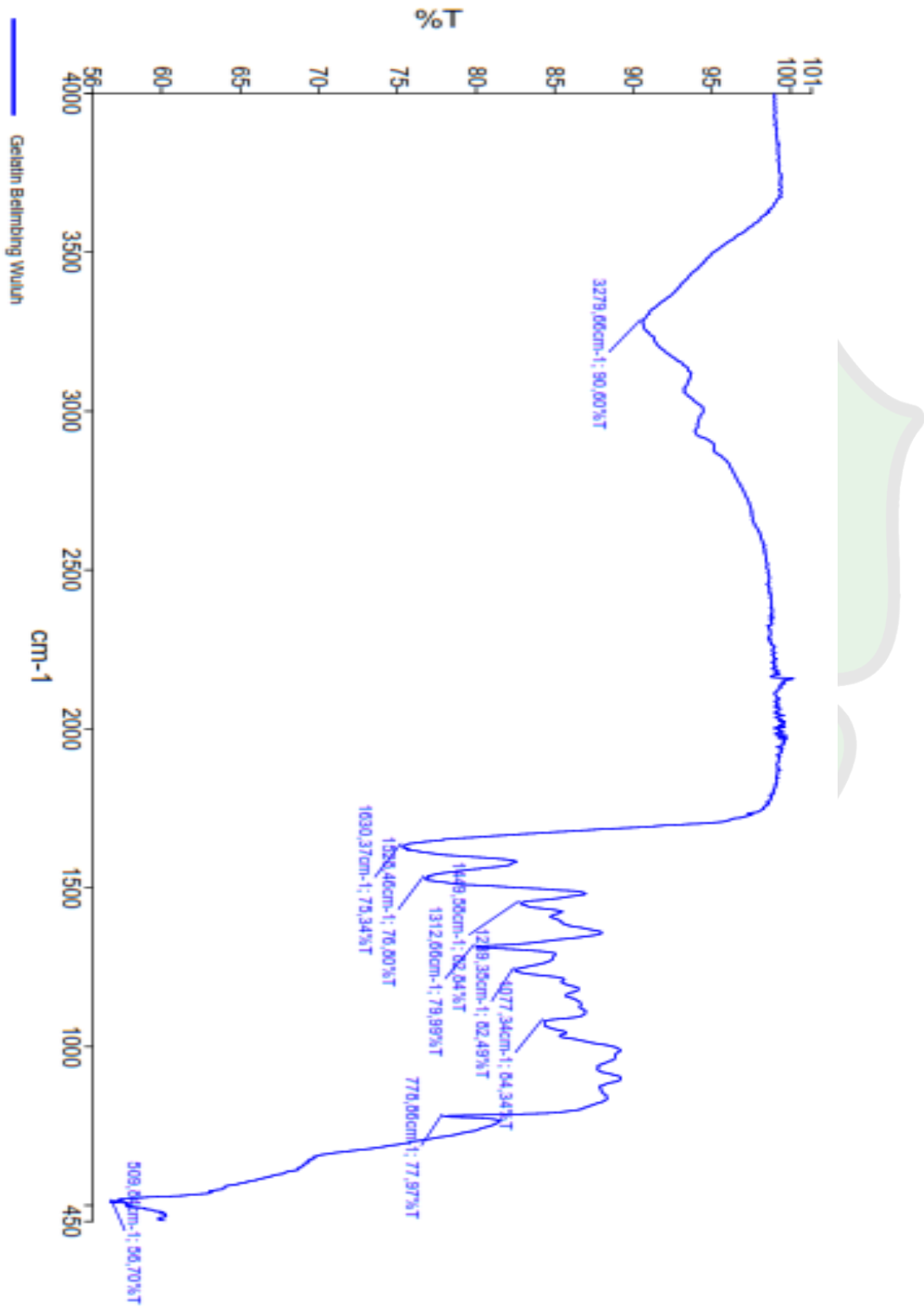
Center points in 6
axial:

RunOrder	PtType	Blocks	m/v	t (jam)
1	1	1	1:10	24
2	1	1	1:3	24
3	1	1	1:10	60
4	1	1	1:3	60
5	0	1	1:5	42
6	0	1	1:5	42
7	0	1	1:5	42
8	-1	2	1:10	42
9	-1	2	1:3	42
10	-1	2	1:5	24
11	-1	2	1:5	60
12	0	2	1:5	42
13	0	2	1:5	42
14	0	2	1:5	42
15	1	1	1:10	24
16	1	1	1:3	24
17	1	1	1:10	60
18	1	1	1:3	60

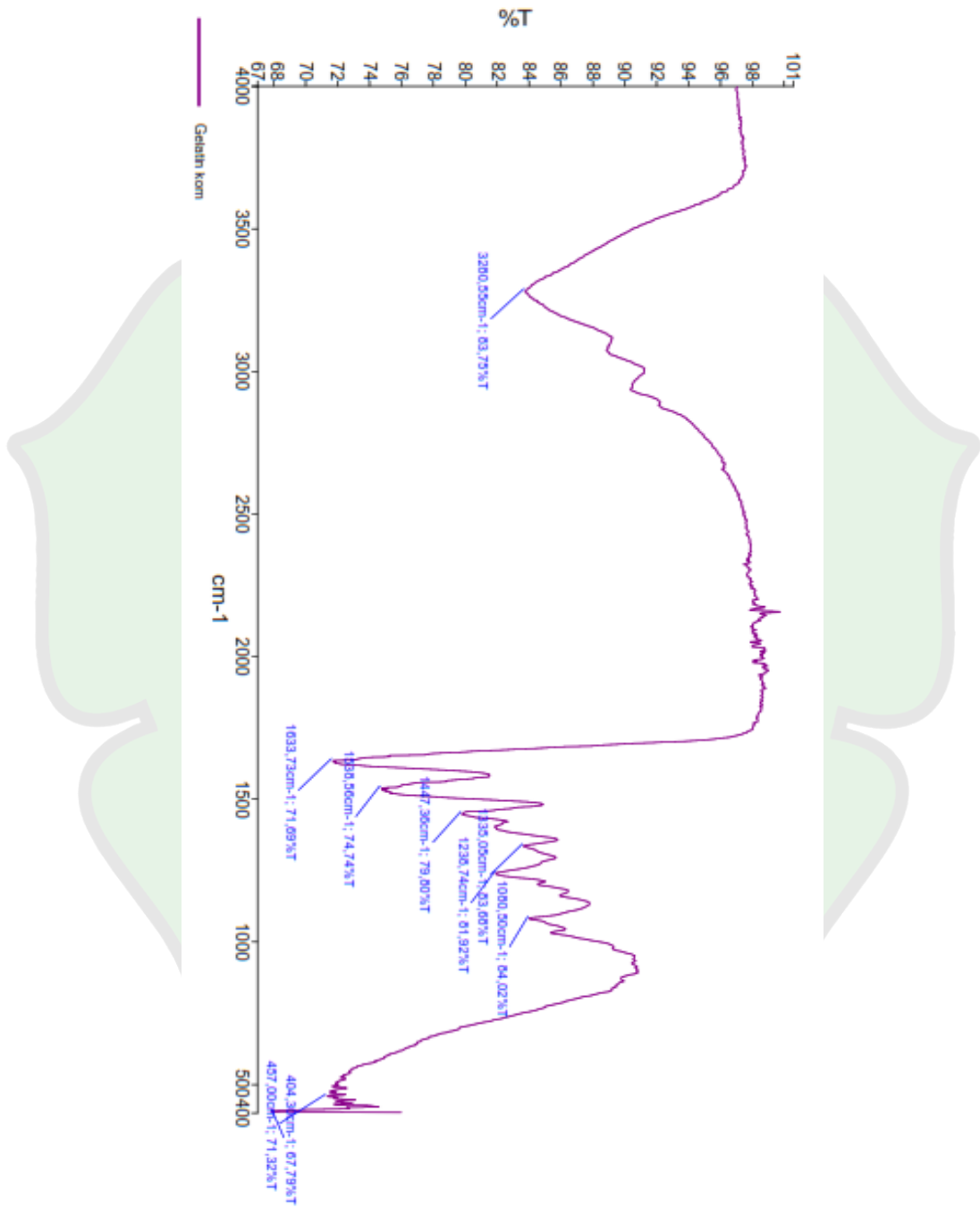
19	0	1	1:5	42
20	0	1	1:5	42
21	0	1	1:5	42
22	-1	2	1:10	42
23	-1	2	1:3	42
24	-1	2	1:5	24
25	-1	2	1:5	60
26	0	2	1:5	42
27	0	2	1:5	42
28	0	2	1:5	42



Lampiran II. FTIR



Lampiran III FTIR Gelatin Komersial



Lampiran IV Data Rendemen

RunOrder	PtType	Blocks	m/v	t (jam)	Berat gelatin	Rendemen
1	1	1	1:10	24	1,63	5,43%
2	1	1	1:3	24	1,77	5,90%
3	1	1	1:10	60	1,74	5,80%
4	1	1	1:3	60	1,71	5,70%
5	0	1	1:5	42	2,93	9,77%
6	0	1	1:5	42	1,68	5,60%
7	0	1	1:5	42	1,68	5,60%
8	-1	2	1:10	42	2,43	8,10%
9	-1	2	1:3	42	1,68	5,60%
10	-1	2	1:5	24	1,69	5,63%
11	-1	2	1:5	60	1,73	5,77%
12	0	p2	1:5	42	1,8	6,00%
13	0	2	1:5	42	1,69	5,63%
14	0	2	1:5	42	2,04	6,80%
15	1	1	1:10	24	1,84	6,13%
16	1	1	1:3	24	1,61	5,37%
17	1	1	1:10	60	1,87	6,23%
18	1	1	1:3	60	1,91	6,37%
19	0	1	1:5	42	2,64	8,80%
20	0	1	1:5	42	2,65	8,83%
21	0	1	1:5	42	1,83	6,10%
22	-1	2	1:10	42	2,08	6,93%
23	-1	2	1:3	42	1,73	5,77%
24	-1	2	1:5	24	1,67	5,57%
25	-1	2	1:5	60	1,92	6,40%
26	0	2	1:5	42	2,01	6,70%
27	0	2	1:5	42	2,81	9,37%
28	0	2	1:5	42	2,76	9,20%

Lampiran V Data Kadar Air

RunOrder	PtType	Blocks	b/v	t (jam)	Kadar air
1	1	1	1:10	24	9
2	1	1	1:3	24	10
3	1	1	1:10	60	12
4	1	1	1:3	60	11
5	0	1	1:5	42	8
6	0	1	1:5	42	10
7	0	1	1:5	42	9
8	-1	2	1:10	42	11
9	-1	2	1:3	42	9
10	-1	2	1:5	24	7
11	-1	2	1:5	60	12
12	0	2	1:5	42	8
13	0	2	1:5	42	8
14	0	2	1:5	42	6
15	1	1	1:10	24	10
16	1	1	1:3	24	9
17	1	1	1:10	60	12
18	1	1	1:3	60	11
19	0	1	1:5	42	10
20	0	1	1:5	42	6
21	0	1	1:5	42	8
22	-1	2	1:10	42	10
23	-1	2	1:3	42	10
24	-1	2	1:5	24	8
25	-1	2	1:5	60	11
26	0	2	1:5	42	9
27	0	2	1:5	42	7
28	0	2	1:5	42	10

Lampiran VI Data pH

Run Order	PtType	Blocks	m/v	t (jam)	Pengulangan			Rata-rata	SD	pH
					pH 1	pH 2	pH 3			
1	1	1	1:10	24	4,60	4,74	4,64	4,66	0,07	4,66±0,07
2	1	1	1:3	24	4,32	4,32	4,33	4,32	0,01	4,32±0,01
3	1	1	1:10	60	4,99	5,00	4,98	4,99	0,01	4,99±0,01
4	1	1	1:3	60	5,25	5,29	5,30	5,28	0,03	5,28±0,03
5	0	1	1:5	42	5,43	5,42	5,43	5,43	0,01	5,43±0,01
6	0	1	1:5	42	5,51	5,55	5,54	5,53	0,02	5,53±0,02
7	0	1	1:5	42	5,23	5,22	5,21	5,22	0,01	5,22±0,01
8	-1	2	1:10	42	4,96	4,97	4,99	4,97	0,02	4,97±0,02
9	-1	2	1:3	42	5,03	5,06	5,05	5,05	0,02	5,05±0,02
10	-1	2	1:5	24	4,82	4,85	4,78	4,82	0,04	4,82±0,04
11	-1	2	1:5	60	5,25	5,32	5,22	5,26	0,05	5,26±0,05
12	0	2	1:5	42	6,32	6,33	6,32	6,32	0,01	6,32±0,01
13	0	2	1:5	42	5,35	5,38	5,36	5,36	0,02	5,36±0,02
14	0	2	1:5	42	4,96	4,98	4,96	4,97	0,01	4,97±0,01
15	1	1	1:10	24	4,33	4,35	4,32	4,33	0,02	4,33±0,02
16	1	1	1:3	24	4,91	4,96	4,93	4,93	0,03	4,93±0,03
17	1	1	1:10	60	5,27	5,27	5,25	5,26	0,01	5,26±0,01
18	1	1	1:3	60	5,53	5,53	5,55	5,54	0,01	5,54±0,01
19	0	1	1:5	42	5,38	5,35	5,35	5,36	0,02	5,36±0,02
20	0	1	1:5	42	5,26	5,33	5,25	5,28	0,04	5,28±0,04
21	0	1	1:5	42	4,80	4,80	4,80	4,80	0,00	4,80±0,00
22	-1	2	1:10	42	4,36	4,34	4,38	4,36	0,02	4,36±0,02
23	-1	2	1:3	42	5,25	5,32	5,22	5,26	0,05	5,26±0,05
24	-1	2	1:5	24	4,85	4,85	4,84	4,85	0,01	4,85±0,01
25	-1	2	1:5	60	5,12	5,13	5,12	5,12	0,01	5,12±0,01
26	0	2	1:5	42	4,39	4,40	4,44	4,41	0,03	4,41±0,03
27	0	2	1:5	42	5,21	5,23	5,21	5,22	0,01	5,22±0,01
28	0	2	1:5	42	4,45	4,43	4,43	4,44	0,01	4,44±0,01

Lampiran VII Data Viskositas

Run Order	PtType	Blocks	m/v	t (jam)	Pengulangan			rata-rata	massa gelatin	viskositas
					t1	t2	t3			
1	1	1	1:10	24	1,25	1,27	1,29	1,27	43,92	3,53±0,02
2	1	1	1:3	24	1,15	1,19	1,14	1,16	43,91	3,08±0,03
3	1	1	1:10	60	1,32	1,32	1,31	1,32	43,92	3,50±0,01
4	1	1	1:3	60	1,26	1,28	1,29	1,28	43,90	3,55±0,02
5	0	1	1:5	42	1,25	1,27	1,25	1,26	43,90	3,49±0,01
6	0	1	1:5	42	1,21	1,22	1,23	1,22	43,91	3,24±0,01
7	0	1	1:5	42	1,19	1,21	1,22	1,21	43,91	3,21±0,02
8	-1	2	1:10	42	1,38	1,37	1,39	1,38	43,91	3,84±0,01
9	-1	2	1:3	42	1,33	1,34	1,37	1,35	43,91	3,58±0,02
10	-1	2	1:5	24	1,29	1,27	1,29	1,28	43,92	3,57±0,01
11	-1	2	1:5	60	2,43	2,43	2,45	2,44	43,90	6,78±0,01
12	0	2	1:5	42	1,19	1,18	1,19	1,19	43,91	3,15±0,01
13	0	2	1:5	42	1,58	1,58	1,58	1,58	43,91	4,20±0,01
14	0	2	1:5	42	1,27	1,35	1,31	1,31	43,92	3,48±0,04
15	1	1	1:10	24	1,12	1,13	1,13	1,13	43,93	3,00±0,01
16	1	1	1:3	24	1,16	1,16	1,15	1,16	43,90	3,07±0,01
17	1	1	1:10	60	1,49	1,48	1,49	1,49	43,93	3,95±0,01
18	1	1	1:3	60	1,46	1,47	1,49	1,47	43,91	3,91±0,02
19	0	1	1:5	42	1,23	1,26	1,28	1,26	43,92	3,34±0,03
20	0	1	1:5	42	2,12	2,2	2,19	2,17	43,90	5,76±0,04
21	0	1	1:5	42	2,03	2,01	2,03	2,02	43,91	5,38±0,01
22	-1	2	1:10	42	1,55	1,56	1,59	1,57	43,91	4,16±0,02
23	-1	2	1:3	42	1,45	1,46	1,45	1,45	43,91	3,86±0,01
24	-1	2	1:5	24	1,34	1,36	1,35	1,35	43,91	3,59±0,01
25	-1	2	1:5	60	2,51	2,52	2,52	2,52	43,91	7,47±0,01
26	0	2	1:5	42	1,53	1,52	1,53	1,53	43,91	4,06±0,01
27	0	2	1:5	42	1,45	1,42	1,43	1,43	43,92	3,21±0,02
28	0	2	1:5	42	1,29	1,25	1,27	1,27	43,93	3,38±0,02

Lampiran VIII Perhitungan

1. Mencari rasio

Berat sisik yang digunakan 30 gram

Volume asam sitrat belimbing wuluh 90 mL, 150 mL, dan 300 mL.

Sehingga menjadi:

$$\begin{aligned} \text{a. Rasio} &= \frac{\text{Berat sisik}}{\text{volume asam}} \\ &= \frac{30}{90} \\ &= 1:3 \text{ b/v} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Rasio} &= \frac{\text{Berat sisik}}{\text{volume asam}} \\ &= \frac{30}{150} \\ &= 1:5 \text{ b/v} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Rasio} &= \frac{\text{Berat sisik}}{\text{volume asam}} \\ &= \frac{30}{300} \\ &= 1:10 \text{ b/v} \end{aligned}$$

$$2. \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat Kering}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{1,63}{30} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = 5,43\%$$

3. Perhitungan Viskositas

Dik = massa piknometer = 18,17 gram

Massa air = 43,64 gram

$t_{\text{air}} = 0,32; 0,33; 0,32$ menit

Dit = viskositas gelatin

Jawab

$$\rho_{\text{larutan}} = \frac{\text{massa gelatin} - \text{massa piknometer}}{\text{massa air} - \text{massa piknometer}}$$

$$\rho_{\text{larutan}} = \frac{43,92 - 18,17}{43,64 - 18,17}$$

$$\rho_{\text{larutan}} = \frac{25,75}{25,47}$$

$$\rho_{\text{larutan}} = 1,011 \text{ gram/ml}$$

$$\mu_{\text{larutan}} = \mu_{\text{air}} \times \frac{\rho_{\text{larutan}} \times t_{\text{larutan}}}{\rho_{\text{air}} \times t_{\text{air}}}$$

$$\mu_{\text{larutan}} = 0,89 \times \frac{1,011 \times 1,27}{1 \times 0,32}$$

$$\mu_{\text{larutan}} = 3,53 \text{ cP}$$

4. Perhitungan Kadar Air

Dik = cawan porselen + gelatin = 41,85 gram

Cawan + gelatin setelah oven = 41,75

$$\text{Kadar air} = \frac{(41,85 - 41,75)}{1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{(0,1)}{1} \times 100\%$$

Kadar air = 10%

5. Perhitungan kadar abu

Dik = berat cawan kosong = 46,7441

Berat cawan + sampel setelah ditanur = 46,7617

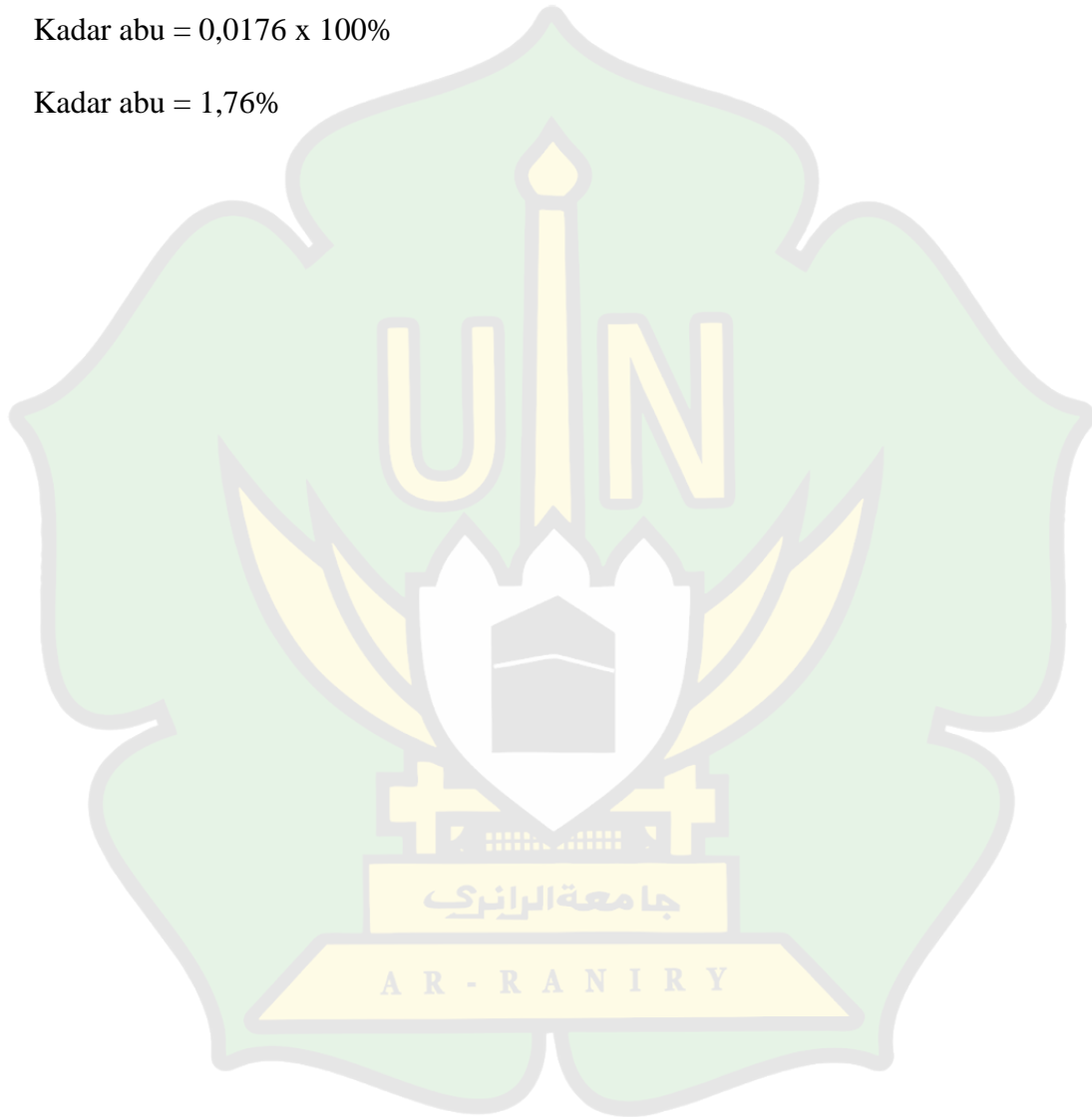
Dit = kadar abu

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

$$\text{Kadar abu} = \frac{(46,7617 - 46,7441)}{1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar abu} = 0,0176 \times 100\%$$

$$\text{Kadar abu} = 1,76\%$$



Lampiran IX

Response Goal Lower Target Upper Weight Importance

rendemen Maximum 5,37 9,77 1 1

Solution

Solution	m/v	t (jam)	rendemen	Composite Fit Desirability
1	0,176768	44	7,51100	0,486590

Multiple Response Prediction

Variable Setting

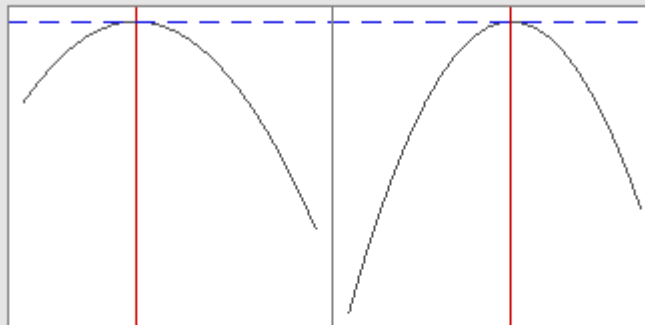
m/v 0,176768

t (jam) 44

Response	Fit	SE	95% CI	95% PI
Rendemen	7,511	0,336	(6,813; 8,209)	(4,917; 10,105)

Optimal		m/v	t (jam)
D: 0,4866	High	0,30	60,0
	Cur	[0,1768]	[44,0]
	Low	0,10	24,0

rendemen
Maximum
y = 7,5110
d = 0,48659



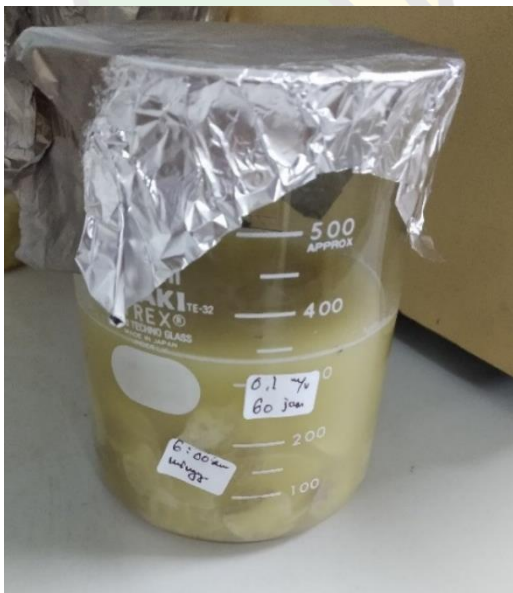
Lampiran X. Dokumentasi



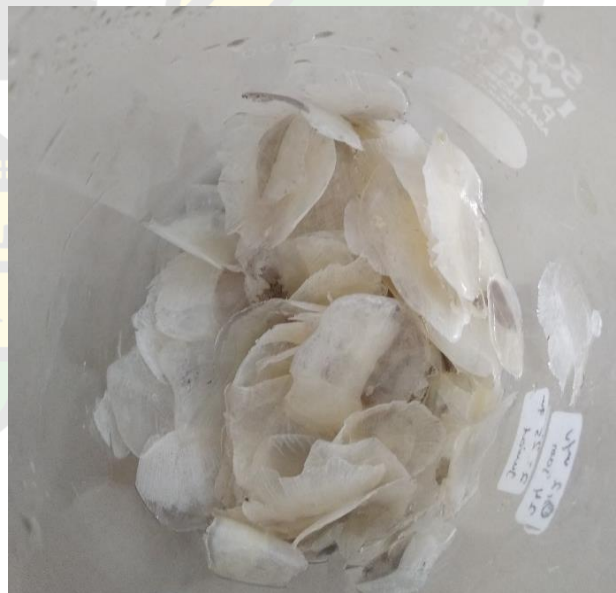
Gambar Ikan Kakatua



Gambar Proses *Degreasing*



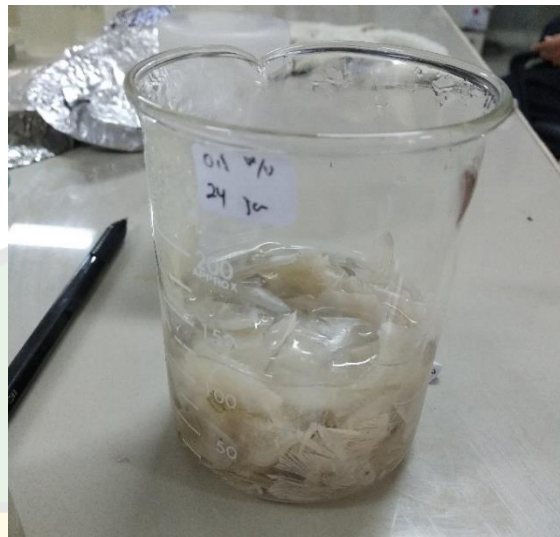
Gambar Demineralisasi



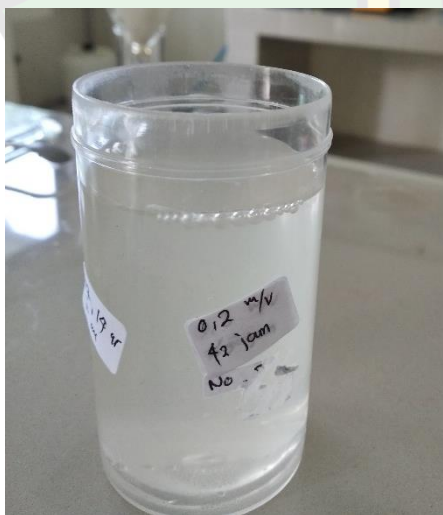
Gambar Ossein



Gambar Ekstraksi



Gambar Hasil Ekstraksi



Gambar Larutan gelatin



Gambar Gel



Gambar Oven



Gambar Lembaran gelatin

Lampiran XI. Dokumentasi Analisis



Gambar Uji pH



Gambar Uji Viskositas



Gambar Uji kadar air



Gambar Kadar abu