

SKRIPSI

**KARAKTERISASI EKSTRAK KOLAGEN DARI
KULIT KAKI AYAM (*Gallus domesticus*)**

***CHARACTERIZATION OF COLLAGEN EXTRACT FROM
CHICKEN (*Gallus domesticus*) FEET SKIN***



**Rahmat Setiawan
05031381621046**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

KARAKTERISASI EKSTRAK KOLAGEN DARI KULIT KAKI AYAM (*Gallus domesticus*)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Rahmat Setiawan
05031381621046

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**KARAKTERISASI EKSTRAK KOLAGEN DARI
KULIT KAKI AYAM (*Gallus domesticus*)**

SKRIPSI

**Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya**

**Oleh:
Rahmat Setiawan
05031381621046**

**Indralaya, Januari 2021
Pembimbing II**

Pembimbing I


Ir. Nura Malahayati, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196201081987032008


Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P.
NIP. 196305101987012001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian


Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP. 196012021986031003

Skripsi dengan judul “Karakteristik Ekstrak Kolagen dari Kulit Kaki Ayam (*Gallus domesticus*) oleh Rahmat Setiawan telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Desember 2020 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Ir. Nura Malahayati, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196201081987032008

Ketua



2. Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P.
NIP. 196305101987012001

Sekretaris



3. Dr. Ir. Anny Yanuriati, M.Appl.Sc..
NIP: 196801301992032003

Anggota



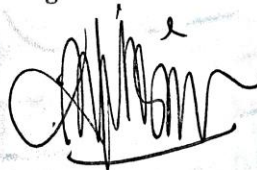
Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian

25 JAN 2021



Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.
NIP. 196208011988031002

Indralaya, Januari 2021
Koordinator Program Studi
Teknologi Hasil Pertanian



Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P.
NIP. 196305101987012001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmat Setiawan

NIM : 05031381621046

Judul : Karakterisasi Ekstrak Kolagen dari Kulit Kaki Ayam (*Gallus domesticus*)

Menyatakan bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Desember 2020

Yang membuat pernyataan



Rahmat Setiawan

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di kota Palembang, Sumatera Selatan pada tanggal 15 Mei 1998. Penulis adalah anak ke tiga dari empat bersaudara dari Orang tua bernama Amin Masa dan Neti Mulyaningsih.

Riwayat pendidikan yang telah ditempuh penulis yaitu Taman Kanak-kanak Nikita, lulus pada tahun 2004. Pendidikan sekolah dasar di Sekolah Dasar Negeri 27 Palembang, lulus pada tahun 2010. Pendidikan menengah pertama di Sekolah Menengah Pertama Negeri 22 Palembang, lulus pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di Sekolah Menengah Atas Negeri 11 Palembang dan lulus pada tahun 2016.

Pada bulan Agustus 2016, penulis tercatat sebagai mahasiswa pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Ujian Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (USM). Selama menjadi mahasiswa penulis mengikuti kegiatan Himpunan Mahasiswa Peduli Pangan Indonesia sebagai Anggota periode 2018-2019, kegiatan Badan Wakaf dan Pengkajian Islam sebagai Ketua Divisi Departemen periode 2019-2020, kegiatan Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian sebagai Anggota periode 2016-2020, aktif sebagai Asisten Satuan Operasi I di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian pada tahun ajaran 2019-2020 dan aktif sebagai Asisten Teknologi Fermentasi di Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian tahun ajaran 2019-2020. Penulis mengikuti Praktek Lapangan yang dilaksanakan di PT. Lestari Magris pada tahun 2019 dan mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Reguler Universitas Sriwijaya, angkatan 91 tahun 2019 yang dilaksanakan di Desa Muara Siban Kecamatan Pulau Pinang, Kabupaten Lahat.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil‘alamin, segala puji hanya milik Allah SWT, Rabb semesta alam yang telah memberikan segala kesempatan lahir dan batin sehingga penulis dapat menyelesaikan proses penyusunan skripsi ini dengan judul “Karakterisasi Ekstrak Kolagen dari Kulit Kaki Ayam (*Gallus domesticus*)”. Shalawat serta salam tak lupa penulis haturkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta sahabat, keluarga, dan umatnya hingga akhir zaman.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas dedikasinya dalam membantu, membimbing, serta mendukung selama melaksanakan penelitian hingga selesainya skripsi ini, terutama kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayahnya kepada penulis sehingga penulis menjadi orang yang bersyukur atas segala nikmat yang dikaruniakan-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan penulis dalam kehidupan ini sehingga penulis mampu menjalani kehidupan yang terarah.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S. selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian dan Bapak Hermanto, S.TP., M.Si. selaku Sekertaris Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian.
5. Ibu Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P. selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian sekaligus pembimbing ke dua skripsi penulis yang telah mendedikasikan waktu, tenaga dan pikiran sepenuh hati untuk membimbing, memberikan saran, arahan, nasihat, solusi, semangat, dukungan dan motivasi serta doa kepada penulis dalam pelaksanaan tugas akhir skripsi ini.
6. Ibu Ir. Nura Malahayati, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing akademik penulis, pembimbing praktek lapangan, dan pembimbing pertama skripsi yang telah mendedikasikan waktu, tenaga dan pikiran sepenuh hati untuk membimbing, memberikan saran, arahan, nasihat, solusi, semangat,

dukungan dan motivasi serta doa kepada penulis dalam pelaksanaan tugas akhir skripsi ini.

7. Ibu Dr. Ir. Anny Yanuriati, M.Appl.Sc. selaku pembahas makalah dan penguji skripsi yang telah mendedikasikan waktu, tenaga dan pikiran sepenuh hati untuk memberikan saran, masukan, arahan, dan nasihat kepada penulis dalam pelaksanaan tugas akhir skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian yang telah mendedikasikan dirinya sepenuh hati untuk berbagi ilmu, pengetahuan dan pengalaman selama masa perkuliahan.
9. Ke dua orang tua penulis Bapak Amin Masa dan Ibu Neti Mulyaningsih, serta keluarga penulis yang telah mendedikasikan hidupnya dalam memberikan nasihat, dukungan, semangat dan segala doa.
10. Staf Jurusan Teknologi Pertanian Kak John, Mba Desi, Mba Siska dan Mba Nike yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir skripsi ini, serta Staf laboratorium Mba Hafsah, Mba Elsa, Mba Lisma, dan Mba Tika yang telah membantu, dan membimbing penulis selama penelitian.
11. Kekasih hati penulis Reni Dwiyaniti yang telah menemani, memberi semangat, doa, dukungan, dan bantuan kepada penulis selama perkuliahan.
12. Semua teman-teman seperjuangan Teknologi Hasil Pertanian angkatan 2016 atas rasa kekeluargaan, segala tawa, tangis, haru dan canda meski tanpa ikatan darah.

Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari terdapat banyak ketidaksempurnaan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu kritik dan saran dari para pembaca sangat penulis harapkan. Terima kasih.

Indralaya, Desember 2020

Rahmat Setiawan

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Hipotesis.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Kolagen	4
2.1.1. Definisi Kolagen	4
2.1.2. Struktur Kolagen	4
2.1.3. Jenis Kolagen	5
2.2. Enzim	7
2.3. Enzim Protease.....	9
2.4. Enzim Papain	10
2.5. Ekstraksi Kolagen	11
2.6. Kulit Kaki Ayam.....	14
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	17
3.1. Tempat dan Waktu	17
3.2. Bahan dan Alat.....	17
3.3. Metode Penelitian.....	17
3.4. Analisis Statistik Parametrik	18
3.5. Cara Kerja	20
3.5.1. Preparasi Kulit Kaki Ayam	20
3.5.2. <i>Pretreatment</i> Kulit Kaki Ayam menggunakan Larutan Alkali Sebelum Ekstraksi.....	20
3.5.3. Ekstraksi Enzimatis Kolagen	21

3.6. Parameter.....	22
3.6.1. Karakteristik Kimia Kulit Kaki Ayam	22
3.6.1.1. Kadar Air	22
3.6.1.2. Kadar Abu	22
3.6.1.3. Kadar Protein	23
3.6.2. Karakteristik Ekstrak Kolagen	24
3.6.2.1. Rendemen	24
3.6.2.2. Warna	24
3.6.2.3. Analisis <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) Kolagen	25
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Karakteristik Kimia Kulit Kaki Ayam	26
4.2. Rendemen.....	27
4.1.1. Rendemen Kolagen Basis Basah.....	27
4.1.2. Rendemen Kolagen Basis Kering	30
4.1.3. Rendemen Kolagen Basis Protein.....	31
4.3. Kadar Protein Kolagen.....	32
4.4. Analisis <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) Kolagen	36
4.5. Analisa Warna	39
4.5.1. <i>Lightness</i> (L*)	39
4.5.2. <i>Redness</i> (a*)	41
4.5.3. <i>Yellowness</i> (b*)	42
4.5.4. Derajat Putih	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Daftar Analisis Keragaman Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF)	18
Tabel 4.1. Karakteristik Kimia Kulit Kaki Ayam	26
Tabel 4.2. Uji BNJ 5% Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Rendemen Kolagen Basis Basah.....	28
Tabel 4.3. Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Waktu Ekstraksi terhadap Rendemen Kolagen Basis Basah.....	29
Tabel 4.4. Uji BNJ 5% Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Rendemen Kolagen Basis Kering	30
Tabel 4.5. Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Ekstraksi terhadap Rendemen Kolagen Basis Kering	31
Tabel 4.6. Uji BNJ 5% Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Protein Kolagen	33
Tabel 4.7. Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Waktu Ekstraksi terhadap Protein Kolagen	34
Tabel 4.8. Uji BNJ 5% Interaksi Perlakuan Konsentrasi Enzim dan Lama Waktu Ekstraksi terhadap Protein Kolagen	35
Tabel 4.9. Spektra FTIR Kolagen	37
Tabel 4.10. Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Waktu Ekstraksi terhadap Nilai <i>Lightness</i> Kolagen.....	40
Tabel 4.11. Uji BNJ 5% Pengaruh Konsentrasi Enzim terhadap Nilai <i>Yellowness</i> Kolagen	42
Tabel 4.12. Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Waktu Ekstraksi terhadap Nilai <i>Yellowness</i> Kolagen	43
Tabel 4.13. Uji BNJ 5% Pengaruh Lama Waktu Ekstraksi terhadap Nilai Derajat Putih Kolagen	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur Tiga <i>Helix</i> Kolagen	5
Gambar 2.2. Mikroskopi Kelompok Kolagen yang Paling Umum.....	6
Gambar 2.3. Representasi Pengikatan Substrat ke Situs Aktif Molekul Enzim	8
Gambar 2.4. Kulit Kaki Ayam	15
Gambar 4.1. Rendemen Rata-Rata kolagen	27
Gambar 4.2. Nilai Rata-Rata Kadar Protein Kolagen Kulit Kaki Ayam	33
Gambar 4.3. Pola Spektra FTIR Kolagen A ₁ B ₁	38
Gambar 4.4. Pola Spektra FTIR Kolagen A ₂ B ₁	38
Gambar 4.5. <i>Lightness</i> Rata-Rata Kolagen	40
Gambar 4.6. Nilai Rata-Rata <i>Redness</i> Kolagen	41
Gambar 4.7. Nilai Rata-Rata <i>Yellowness</i> Kolagen.	42
Gambar 4.8. Nilai Rata-Rata Derajat Putih Kolagen	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Preparasi Kulit Kaki Ayam Sebelum Ekstraksi ..	54
Lampiran 2. Diagram Alir <i>Pretreatment</i> Kulit Kaki Ayam	55
Lampiran 3. Diagram Alir Ekstraksi Enzimatis Kolagen	56
Lampiran 4. Foto-Foto Penelitian	57
Lampiran 5. Hasil Analisis Rendemen Kolagen Basis Basah.....	60
Lampiran 6. Hasil Analisis Rendemen Kolagen Basis Kering	63
Lampiran 7. Hasil Analisis Rendemen Kolagen Basis Protein.....	66
Lampiran 8. Hasil Analisis Kadar Protein Kolagen.....	68
Lampiran 9. Hasil Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR	72
Lampiran 10. Hasil Analisis Nilai <i>Lightness</i> Kolagen.....	73
Lampiran 11. Hasil Analisis Nilai <i>Redness</i> Kolagen	76
Lampiran 12. Hasil Analisis Nilai <i>Yellowness</i> Kolagen	78
Lampiran 13. Hasil Analisis Derajat Putih Kolagen.....	81

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kolagen merupakan salah satu protein penghubung jaringan yang sifatnya tidak larut air. Sepertiga dari seluruh protein penyusun tubuh manusia adalah kolagen (Hukmi dan Sarbon, 2018). Lebih lanjut, peranan kolagen dalam tubuh manusia adalah sebagai struktur organik pembangun tulang, gigi, sendi, otot dan kulit. Secara alami sedikitnya 1% kolagen dalam tubuh manusia mengalami penurunan setiap tahun, sehingga pada usia 30 tahun manusia kehilangan kolagen sekitar 15-20%, kemudian pada usia 40 tahun tubuh manusia tidak lagi memproduksi kolagen, dan tubuh kehilangan kolagen sebesar 35-40% pada usia tersebut (Alhana *et al.*, 2015).

Salah satu cara untuk mengatasi kolagen tubuh yang hilang adalah dengan cara menerapkan pola hidup yang sehat, termasuk mengkonsumsi makanan dan suplemen yang kaya akan kolagen, agar jumlah kolagen dalam tubuh tetap terjaga. Kolagen komersial yang paling banyak dipasarkan umumnya berasal dari tulang dan kulit mamalia seperti sapi dan babi (Hoyer *et al.*, 2014).

Semakin banyaknya penyakit yang ditemukan dalam mamalia seperti *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE), *Transmissible Spongiform Encephalopathy* (TSE), *Foot and Mouth Disease* (FMD) (Setyowati dan Setyani, 2015), dan penyakit flu babi yang berasal dari hewan babi akan menimbulkan kebingungan di kalangan produsen terhadap kualitas kolagen yang dihasilkan. Selain itu, kolagen yang bersumber dari babi tidak dibenarkan akan kehalalannya bagi umat beragama islam dan etnis tertentu. Maka alternatif pencarian bahan baku kolagen dari bahan yang aman, halal, serta bisa diterima secara luas oleh masyarakat sangat diperlukan.

Kaki ayam termasuk kulitnya merupakan sumber kolagen tipe 1 (Zhou *et al.*, 2016) yang baik dan mungkin dapat menjadi alternatif yang perlu dikembangkan untuk menghindari penggunaan kolagen dari mamalia karena alasan kesehatan dan kehalalan. Kulit kaki ayam diperoleh dengan cara menguliti kulit luar dari kaki ayam. Di Indonesia kulit kaki ayam merupakan limbah yang umumnya dijumpai di rumah potong ayam dan pedangang ayam, sehingga sangat mudah

diperoleh dan dikumpulkan. Kulit kaki ayam masih memiliki nilai gizi yang mendukung seperti kadar air 66%, kadar abu 3,5%, kadar lemak 5,5% dan kadar protein 22% (Said *et al.*, 2014). Oleh karena itu, kulit kaki ayam mempunyai potensi sebagai sumber kolagen.

Proses produksi kolagen dari kulit kaki ayam dapat dilakukan melalui proses ekstraksi secara kimiawi maupun kombinasi secara kimiawi dan enzimatis. Ekstraksi asam dengan hidrolisis pepsin adalah metode umum untuk mengekstrak kolagen. Secara khusus, pepsin yang digunakan umumnya berasal dari hewan babi yang tidak dibenarkan kehalalannya bagi agama Islam. Oleh karena itu, sangat menarik untuk mengeksplorasi sumber alternatif lain menggunakan enzim nabati seperti enzim papain. Enzim papain dipilih karena memiliki beberapa keunggulan antara lain tahan terhadap panas, dimana pada suhu 55^o-70^oC aktivitas papain mulai mengalami penurunan dan memiliki kisaran pH yang luas, dimana rentang pH 2-6 enzim papain optimal dalam melarutkan kolagen (Song *et al.*, 2014).

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja enzim dalam mengekstraksi kolagen diantaranya pH, konsentrasi, suhu, dan lama hidrolisis (Ortiz *et al.*, 2015). Suhu dan pH optimal dalam menghidrolisis telah diketahui dari beberapa hasil penelitian. Menurut Hashim *et al.* (2014) suhu yang umumnya digunakan untuk mengekstraksi kolagen adalah suhu 4^oC. Menurut Song *et al.* (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa, pH 3 merupakan pH optimum dalam ekstraksi kolagen menggunakan enzim papain. Li *et al.* (2013) juga menjelaskan bahwa pH 3 dan 4 merupakan pH optimum dalam mengekstraksi menggunakan enzim, sehingga tinggal konsentrasi dan lama hidrolisis yang perlu diketahui agar kinerja enzim dalam menghidrolisis dapat lebih dioptimalkan. Jumlah konsentrasi enzim yang digunakan akan mempengaruhi karakteristik kolagen yang dihasilkan. Tingginya konsentrasi enzim akan mempengaruhi banyaknya substrat protein yang dapat ditransformasi menjadi kolagen. Namun, konsentrasi enzim yang berlebihan akan menyebabkan proses ekstraksi tersebut menjadi tidak efisien. Dalam reaksi enzimatik, bila konsentrasi substrat tetap maka kenaikan laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi enzim (Haryati *et al.*, 2019). Menurut Wu *et al.* (2019) konsentrasi enzim 3% dengan kondisi ekstraksi di suhu 4^oC dan pH 3 adalah

kondisi dan konsentrasi yang optimum dalam mengekstrak kolagen dari sisik ikan mas perak.

Lamanya waktu ekstraksi memberikan kesempatan enzim untuk kontak dengan bahan baku. Kelarutan senyawa dalam bahan akan sebanding dengan peningkatan waktu ekstraksi, namun setelah mencapai waktu yang optimal jumlah senyawa yang terekstrak dari bahan akan mengalami penurunan. Hal ini diduga disebabkan oleh jumlah senyawa yang terdapat pada bahan memiliki kuantitas yang terbatas dan kemampuan pelarut yang digunakan untuk melarutkan bahan memiliki batas, sehingga walaupun waktu ekstraksi ditingkatkan, solute yang ada di dalam bahan sudah tidak ada (Raymundus *et al.*, 2020). Menurut Raymundus *et al.* (2020) waktu yang optimum untuk ekstraksi kolagen menggunakan asam asetat adalah 24 jam dengan kondisi ekstraksi di suhu 4°C dan pH 3, sedangkan menurut Simamora *et al.* (2019) waktu yang optimum untuk ekstraksi kolagen menggunakan enzim papain adalah 48 jam dengan kondisi optimum ekstraksi di suhu 4°C dan rentang pH asam 3-4. Perbedaan karakteristik kolagen yang dihasilkan tergantung dari jenis bahan baku, kondisi ekstraksi dan metode ekstraksi yang digunakan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai ekstraksi dan karakterisasi fisikokimia kolagen kulit kaki ayam menggunakan hidrolisis enzim papain perlu dilakukan dalam menghasilkan ekstrak kolagen dengan konsentrasi enzim dan lama hidrolisis yang sesuai. Hasil penelitian juga dapat mendukung pengembangan lebih lanjut terkait aplikasi kolagen dari limbah pada produk pangan dan non pangan.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim papain dan lama ekstraksi terhadap karakteristik fisikokimia kolagen kulit kaki ayam.

1.3. Hipotesis

Diduga konsentrasi enzim papain dan lama ekstraksi berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisikokimia ekstrak kolagen yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhana., Suptijah, P. dan Tarman, K. 2015. Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagen dari Daging Teripang Gamma. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18 (2), 150-161.
- Anggraini, A. dan Yunianta. 2015. Pengaruh Suhu dan Lama Hidrolisis Enzim Papain terhadap Sifat Kimia, Fisik dan Organoleptik Sari Edamame. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (3), 1015–1025.
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). 2012. *Official Methods of Analysis, 19th Edition*. Washington DC. USA.
- Asa, F.N.M., Sumarsih,S., Zaidan, A.H., Fahmi, M.Z., Hikmawati, D. dan Astuti, S.D. 2016. Komposit Kolagen Fibril-Alginat sebagai Kandidat Membran Hidrogel *Skin Substitute*. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 18 (2), 112-126
- Astiana, I., Nurjanah dan Nurhayati, T. 2016. Karakteristik Kolagen Larut Asam dari Kulit Ikan Ekor Kuning. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19 (1), 79-93.
- Baehaki, A., Rinto dan Budiman, A. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Protease dari Bakteri Tanah Rawa Indralaya, Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 22 (1), 40-45.
- Baehaki, A., Lestari, S.D. dan Romadhoni, A.R. 2015. Hidrolisis Protein Ikan Patin Menggunakan Enzim Papain dan Aktivitas Antioksidan Hidrolisatnya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18 (3), 230-239.
- Budiman, F.T., Gozali dan Suliasih, N. 2016. Pengaruh Konsentrasi Enzim Papain (*Carica Papaya L*) dan Suhu Fermentasi Terhadap Karakteristik *Crackers*. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 1–16.
- Cardoso, V.S., Quelemes, P.V., Amorin, A., Primo, F.L., Gobo, G.G., Tedesco, A.C., Mafud, A.C., Mascarenhas, Y.P., Corrêa, J.R. dan Kuckelhaus, S.A. 2014. Collagen Based Silver Nanoparticles for Biological Applications: Synthesis and Characterization. *Journal of Nanobiotechnology*, 12 (36): 1-9.
- Depkes RI. 2017. *Farmakope Herbal Indonesia (Edisi 2)*, Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Di, Y.C., Bin, W., Guo-fang, D. dan Zhong-rui, L. 2014. Characterization of Acid and Pepsin-soluble Collagens from Spines and Skulls of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*). *Chinese Journal of Natural Medicines*. 12 (9), 712–720.
- Fawzya, Y., Chasanah, E., Poernomo, A. dan Khirzin, M.H. 2016. Isolasi dan Karakterisasi Parsial Kolagen dari Teripang Gamma. *Jurnal Daya Saing*

Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. 2 (3), 67-78.

- Gadi, D.S., Trilaksani, W. dan Nurhayati, T. 2017. Histologi, Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagen Gelembung Renang Ikan Cunang (*Muarenesox talabon*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9 (2), 665-683.
- Gunde, M.C. dan Amnerkar, N.D. 2016. Nutritional, Medicinal and Pharmacological Properties of Papaya (*Carica papaya* linn.): A Review. *Journal of Innovations in Pharmaceutical and Biological Sciences*. 3, 162-169
- Hartati, I. dan Kurniasari, L. 2010. Kajian Produksi Kolagen dari Limbah Sisik Ikan Secara Ekstraksi Enzimatis. *Jurnal Ilmiah Momentum*. 6 (1), 33-35.
- Haryati, D., Nadhifa, L., Humairah dan Abdullah, N. 2019. Ekstraksi dan Karakterisasi Gelatin Kulit Ikan Baronang (*Siganus canaliculatus*) dengan Metode Enzimatis Menggunakan Enzim Bromelin. *Canrea Journal*. 2 (1), 19-25.
- Hashim, P., Ridzwan, M.S.M. dan Bakar, J. 2014. Isolation and Characterization of Collagen from Chicken Feet. *International Journal of Bioengineering and Life Sciences*. 8 (3), 250-254.
- Hasnaliza, H., Maskat, M.Y., Wan, A.W.M. dan Mamot, S. 2010. The Effect of Enzyme Concentration, Temperature and Incubation Time on Nitrogen Content and Degree of Hydrolysis of Protein Precipitate from Cockle (*Anadara granosa*) Meat Wash Water. *International Food Research Journal*. 17 (1), 147-152.
- Hoyer, B., Bernhardt, A., Lode, A., Heinemann, S., Sewing, J., Klinger, M., Notbohm, H. dan Gelinsky, M. 2014. Jelly Fish Collagen Scaffolds for Cartilage Tissue Engineering. *Journal Acta Biomaterialia*. 10 (2):883– 892.
- Hukmi, N.M.M. dan Saebon, N.M. 2018. Isolation and Characterization of Acid Soluble Collagen (ASC) and Pepsin Soluble Collagen (PSC) Extracted from Silver Catfish (*Pangasius* sp.) Skin. *International Food Research Journal*. 1 25 (6), 2601-2607.
- Kementerian Pertanian. 2015. *Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Peternakan Daging Ayam*. Jakarta : Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Koesoemawardani, D., Nurainy F. dan Hidayati, S. 2011. Proses Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan Rucah. *Jurnal Natur Indonesia*. 13 (1), 256-261
- Li, Z.R., Wang, B., Chi, C.F., Zhang, Q.H., Gong, Y.D., Tang, J.J. dan Ding, G.F. 2013. Isolation and characterization of Acid Soluble Collagens and Pepsin Soluble Collagens from the Skin and Bone of Spanish Mackerel (*Scomberomorous niphonius*). *Food Hydrocolloids Journal*. 31(1): 103-113.

- Nurhayati., Tazwir dan Murniyati. 2013. Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagen Larut Asam dari Kulit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *JPB Kelautan dan Perikanan*. 8 (1), 85–92.
- Oktaviani, R.Z.I., Perdana, F. dan Nasution, A.Y. 2017. Perbandingan Sifat Gelatin yang Berasal dari Kulit Ikan Patin dan Gelatin yang Berasal dari Kulit Ikan Komersil. *Journal of Pharmacy Science*. 1 (4), 1-8.
- Ortiz, M.A.M., Fuentes, A.D.H., Gonzales, D.J.P., Montiel, R.G.C., Torres, A.F. dan Alvarez, G.A. 2015. Extraction and Characterization of Collagen from Rabbit Skin: Partial Characterization. *Journal of Food*.13 (2), 253–258.
- Permata, D.A., Ikhwan, H. dan Aisman. 2013. Aktivitas Proteolitik Papain Kasar Getah Buah Pepaya dengan Berbagai Metode Pengeringan. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. 20 (2), 58–64.
- Raymundus, J.T., Mentang, F., Agustin, T.A., Onibala, H., Kaseger, B.E., Makapedua, D.M. dan Sanger, G. 2020. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Asam Asetat dan Lama Waktu Ekstraksi Kolagen dari Kulit Ikan Situhuk Hitam (*Makaira indica*). *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 8 (2), 44–49.
- Riaz, T., Zeeshan, R., Zarif, F., Ilyas, K., Muhammad, N., Safi, Z.S., Rahim, A., Syed, A.A., Rizvi dan Rehman, I.U. 2018. FTIR Analysis of Natural and Synthetic Collagen. *Applied Spectroscopy Reviews Journal*. 53 (9), 703–746.
- Robinson, P. K. 2015. Enzymes: Principles and Biotechnological Applications. *Essays Biochem*. 59, 1–41
- Rodríguez, A.M.I., Barroso, R. L.G. dan Sánchez, M.L. 2017. Collagen: a Review on Its Sources and Potential Cosmetic Applications. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 17 (1), 20–26.
- Safithri, M., Tarman, K., Suptijah, P. dan Widowati, N. 2019. Karakteristik Fisikokimia Kolagen Larut Asam dari Kulit Ikan Parang-Parang (*Chirocentrus dorab*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22 (3), 441-452.
- Said, M.I., Abustam, E. dan Ariffudin. 2014. Kualitas Organoleptik Kerupuk Kulit Kaki Ayam yang Diproduksi dari Jenis Ras Ayam dan Larutan Perendam Berbeda. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. 9 (2), 72-80.
- Samosir, A.S.K. Idiawati, N. dan Destiarti, L. 2018. Ekstraksi Gelatin dari Kulit Ikan Toman (*Channa micropelthes*) dengan Variasi Konsentrasi dari Asam Asetat. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 7 (3), 104-108.
- Setyowati, H. dan Setyani, W. 2015. Potensi Nanokolagen Limbah Sisik Ikan Sebagai *Cosmeceutical*. *Jurnal Farmasi Sains Dan Komunitas*. 12 (1), 30-40..

- Simamora, G.R.R., Trilaksani, W. dan Uju. 2019. Profiling Kolagen Gelembung Renang Ikan Patin (*Pangasius sp.*) Melalui Proses Enzimatis. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22 (2), 299-310.
- Shon, J., Eo, J., Hwang, S.J. dan Eun, J. 2011. Effect of Processing Condition on Fuctional Properties of Collagen Powder from Skate (*Raja kenoei*). *Food Science Biotechnology*. 20 (1), 99-106.
- Singh, P., Benjakul, S., Maqsood, S. dan Kishimura, H. 2011. Isolation and Characterisation of Collagen Extracted from the Skin of Striped Catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Food Chemistry Journal*. 124 (1), 97-105.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2014. SNI 8076:2014. *Kolagen Kasar dari Sisik Ikan - Syarat Mutu dan Pengolahan*. Jakarta (ID): Badan Standar Nasional.
- Song, W., Chen, W., Yang, Y., Li, C. dan Qian, G. 2014. Extraction Optimization and Characterization of Collagen from the Lung of Soft-Shell Turtle. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. 3 (4): 270- 278.
- Suhaemi, Z. 2011. Metode Penelitian dan Rancangan Percobaan. *Diktat*. Padang: Fakultas Petanian Universitas Taman Siswa.
- Suhartono, S. dan Artika, W. 2017. Isolasi dan Uji Aktivitas Protease dari Aktinobakteri Isolat Lokal (AKJ-09) Aceh. *Jurnal Bioleuser*. 1 (3), 116-120.
- Sukandar, U., Syamsuriputra, A.A., Lindawati dan Trusmiyadi, Y. 2011. Sakarifikasi Pati Ubi Kayu Menggunakan Amilase *Aspergillus niger* ITB CC L74. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. 10 (1), 1-8.
- Sulistyowati., Salirawati, D. dan Amanatie. 2016. Karakterisasi Beberapa Ion Logam terhadap Aktivitas Enzim Tripsin. *Jurnal Penelitian Saintek*. 21 (2), 107-109.
- Suliasi, , N., Sutrisno, A.D. dan Respatyana, N. 2020. Variasi Waktu Ekstraksi dan Jenis Asam pada Proses Produksi Gelatin Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Pasundan Food Technology Journal*. 7 (2), 65-69.
- Suptijah, P., Indriani, D. dan Wardoyo, S.E. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Kolagen dari Kulit Ikan Patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*. 8 (1), 8-23.
- Supriyatna, A., Amalia, D., Jauhari, A.A. dan Holydaziah, D. 2015. Aktivitas Enzim Amilase, Lipase, dan Protease dari Larva *Hermetia Illucens* yang Diberi Pakan Jerami Padi. *Jurnal Istek*. 9 (2), 18-32.
- Susantiningih, T. 2014. Enzymes Functions in Metabolism. *Jurnal Majority*. 1 (1), 1-8.
- Suyanti., Setyadjit dan Arif, A. 2012. Produk Diversifikasi Olahan untuk Meningkatkan Nilai Tambah dan Mendukung Pengembangan Buah Pepaya

- (*Carica Papaya* L) di Indonesia. *Jurnal Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. 8 (2), 62-70.
- Ulfah, M. 2011. Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat dan Lama Waktu Perendaman terhadap Sifat-Sifat Gelatin Ceker Ayam. *Jurnal Agritech*. 31 (3), 161-167.
- Vasquez, A.E.T., Brauer, J.M.E., Rioz, E.M., Suarez, J.C.R., Ocampo, J.A.H., Ortega, H.S. dan Arreola, W.T. 2020. Proteomic Identification and Physicochemical Characterisation of Paramyosin and Collagen from Octopus (*Octopus vulgaris*) and Jumbo Squid (*Dosidicus gigas*). *International Journal of Food Science and Technology*. 55 (10), 1-8.
- Wahyuna, D., Agustien, A. dan Periadnadi. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Thermo-Proteolitik Sumber Air Panas Sungai Medang, Sungai Penuh, Jambi. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 1 (2), 93-98.
- Wang, W., Li, Z., Liu, J., Wang, Y., Liu, S. dan Sun, M. 2013. Comparison between Thermal Hydrolysis and Enzymatic Proteolysis Processes for the Preparation of Tilapia Skin Collagen Hydrolysates. *Czech Journal of Food Sciences*. 31 (2), 1-4.
- Wu, J., Kong, L., Zhang, J. dan Chen, W. 2019. Extraction and Properties of Acid-Soluble Collagen and Pepsin-Soluble Collagen from Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) Scales: Prerequisite Information for Fishery Processing Waste Reuse. *Polish Journal of Environmental Studies*. 28 (4), 2923-2930.
- Widiastuti, R., Ismiyati dan R. Aini. 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Kadar Getah Buah Pepaya (*Carica Papaya* L.) terhadap Jumlah Kumulatif Kematian Larva *Aedes Aegypti*. *Jurnal Kesmas*. 9 (1), 61–68.
- Yuniati, R., Nugroho, T.T. dan Puspita, F. 2015. Uji Aktivitas Enzim Protease dari Isolat *Bacillus* sp. Galur Lokal Riau. *Jurnal Online Mahasiswa FMIPA*. 1(2), 116-122.
- Zhang, J., Duan, R. Ye, C. dan Konno, K. 2010. Isolation and characterization of collagens from scale of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Journal of Food Biochemistry*. 34 (6), 1343–1354.
- Zhou, C., Li, Y., Yu, X., Yang, H., Ma, H., Yagoub, A.E.A., Cheng, Y., Hu, J. dan Otu, P.N.Y. 2016. Extraction and Characterization of Chicken Feet Soluble Collagen. *Journal Food Science and Technology*. 74, 145-153