

**STUDI LITERATUR MENGENAI HIDROLISAT KOLAGEN:
KARAKTERISTIK DAN MANFAAT SEBAGAI SUPLEMENTASI
ORAL UNTUK ANTI-AGING**

***A LITERATURE STUDY OF HYDROLYZED COLLAGEN:
CHARACTERISTICS AND BENEFICIAL EFFECTS AS AN ORALLY
ADMINISTERED ANTI-AGING SUPPLEMENT***

SKRIPSI

Oleh:

ANGELICA TASHA SATIOGROHO

18.II.0025



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2022

**STUDI LITERATUR MENGENAI HIDROLISAT KOLAGEN:
KARAKTERISTIK DAN MANFAAT SEBAGAI SUPLEMENTASI
ORAL UNTUK ANTI-AGING**

***A LITERATURE STUDY OF HYDROLYZED COLLAGEN:
CHARACTERISTICS AND BENEFICIAL EFFECTS AS AN ORALLY
ADMINISTERED ANTI-AGING SUPPLEMENT***

SKRIPSI

Diajukan dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknologi Pangan

Oleh:

ANGELICA TASHA SATIOGROHO

18.II.0025



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2022

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Angelica Tasha Satiogroho

NIM : 18.11.0025

Progdi / Konsentrasi : Teknologi Pangan

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul “Studi Literatur mengenai Hidrolisat Kolagen: Karakteristik dan Manfaat sebagai Suplementasi Oral untuk *Anti-Aging*” tersebut bebas plagiasi. Akan tetapi apabila terbukti melakukan plagiasi maka bersedia menerima segala akibat dan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku dalam Universitas Katolik Soegijapranata.

Semarang, 7 April 2022

Yang menyatakan,



Angelica Tasha Satiogroho

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI LITERATUR MENGENAI HIDROLISAT KOLAGEN:
KARAKTERISTIK DAN MANFAAT SEBAGAI SUPLEMENTASI
ORAL UNTUK ANTI-AGING**

***A LITERATURE STUDY OF HYDROLYZED COLLAGEN:
CHARACTERISTICS AND BENEFICIAL EFFECTS AS AN ORALLY
ADMINISTERED ANTI-AGING SUPPLEMENT***

Diajukan Oleh:

Angelica Tasha Satiogroho

NIM : 18.11.0025

Program Studi : Teknologi Pangan

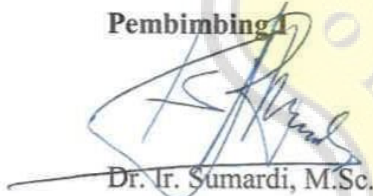
**Skripsi ini telah disetujui dan dipertahankan
di hadapan sidang penguji pada tanggal : 7 April 2022**

Semarang, 7 April 2022

Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Katolik Soegijapranata

Pembimbing I



Dr. Ir. Sumardi, M.Sc.

NPP : 0581.1995.179

Dekan



Dr. Dra. Laksmi Hartajanie, MP.

NPP : 0581.2012.281

Pembimbing II



Dea Nathania Hendryanti, S.TP., MS

NPP : 0581.2015.297

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Angelica Tasha Satiogroho

Program Studi : Teknologi Pangan

Fakultas : Teknologi Pertanian

Jenis Karya : Skripsi *Literature Review*

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneklusif atas karya ilmiah yang berjudul **“STUDI LITERATUR MENGENAI HIDROLISAT KOLAGEN: KARAKTERISTIK DAN MANFAAT SEBAGAI SUPLEMENTASI ORAL UNTUK ANTI-AGING”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 7 April 2022

Yang menyatakan,



Angelica Tasha Satiogroho

RINGKASAN

Kolagen merupakan komponen terbesar matriks ekstraseluler lapisan dermis kulit manusia, yang menentukan struktur, elastisitas, dan kekuatan kulit. Proses penuaan memicu degradasi komponen penyusun kulit, dan memunculkan tanda-tanda penuaan seperti garis halus dan kulit kendur. Penelitian klinis dan artikel *review* membuktikan bahwa suplementasi oral hidrolisat kolagen dapat memperbaiki kerusakan kulit akibat penuaan. Hidrolisat kolagen diproduksi melalui hidrolisis enzimatis untuk menghasilkan peptida dengan berat molekul lebih rendah yang mudah dicerna di dalam tubuh. Penelitian mengenai hidrolisis enzimatis kolagen menemukan adanya perubahan karakteristik kolagen, terutama kelarutan, viskositas, dan bioavailabilitas hidrolisat yang dihasilkan. *Review* bertujuan untuk mengulas berbagai penelitian mengenai karakteristik hidrolisat kolagen untuk mempelajari penggunaannya sebagai suplementasi kolagen, berdasarkan penelitian mengenai mekanisme kerja suplementasi oral hidrolisat kolagen untuk *anti-aging*. *Review* dilakukan di Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang, diawali pada bulan September 2021 sampai dengan Maret 2022. *Review* dilakukan berdasarkan metodologi yang bertahap, diawali dengan analisis kesenjangan, dilanjutkan dengan pembuatan desain penelitian, perumusan kata kunci dengan diagram tulang ikan, pengumpulan literatur, penyaringan literatur berdasarkan penilaian Hawker, dan akhirnya literatur dengan kualitas minimal sedang ditabulasi dan dianalisa. Studi literatur menunjukkan hasil berupa hubungan berbanding lurus antara berat molekul dengan pengaruh pH terhadap kelarutan hidrolisat kolagen dan dengan pengaruh suhu terhadap viskositas hidrolisat, serta antara bioavailabilitas dengan dosis suplementasi. Selain itu, konsumsi hidrolisat kolagen mampu memperbaiki struktur, elastisitas, kelembaban, dan penampilan kulit. Berdasarkan hasil studi, kelarutan, viskositas, dan bioavailabilitas hidrolisat kolagen mempengaruhi pH dan suhu pengolahan, serta dosis pengaplikasian hidrolisat dalam produk suplementasi untuk *anti-aging*. Hidrolisat kolagen berat molekul rendah diaplikasikan sebagai suplementasi *anti-aging* karena fleksibilitas kelarutan dan viskositas yang lebih baik, serta mampu menyediakan bahan baku dan menstimulasi sintesis komponen penyusun kulit, membuktikan bioavailabilitas peptida kolagen di dalam tubuh.

SUMMARY

Collagen is a major component of the dermal extracellular matrix in humans, which determines skin structure, elasticity, and integrity. Aging promotes dermal component degradation, resulting in cutaneous signs of aging, such as wrinkles and sagging skin. Orally administered hydrolyzed collagen supplementation has been proven effective by clinical trials and reviews to repair aging related skin damages. Hydrolyzed collagen with lower average molecular weight, which is easily digested in the body, is obtained through enzymatic hydrolysis. However, researchers find functional properties alterations alongside the decrease in molecular weight. Particularly, in collagen's solubility, viscosity, and bioavailability. Therefore, the objective of this article is to review available data regarding the effect of those changes to collagen hydrolysate application as an oral supplementation for anti-aging, and the mechanism of said supplement. The study was done in Soegijapranata Catholic University, Semarang, starting from September 2021 until March 2022 in continuous steps. To start, an analysis to identify the main topic was done, followed by formulating research design and keywords, searching related literatures, literature screening with Hawker's tool of assessment, and finally, tabulating and analyzing literatures with the desired quality. The analysis resulted in directly proportionate relationships between molecular weight with the influence of pH to collagen hydrolysate's solubility as well as the influence of temperature to collagen hydrolysate's viscosity, and between collagen hydrolysate's bioavailability with the dose given. Collagen hydrolysate consumption was found to be able to improve skin's structure, elasticity, hydration, and appearance. According to those results, collagen's functional properties determine the processing pH and temperature, as well as the dose of the supplement. In addition to its highly flexible solubility and viscosity, application of low molecular weight collagen hydrolysate as an anti-aging supplement offers sufficient bioavailability, by providing building blocks and stimulation, for dermal components synthesis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas rahmat dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir *review* dengan judul **“STUDI LITERATUR MENGENAI HIDROLISAT KOLAGEN: KARAKTERISTIK DAN MANFAAT SEBAGAI SUPLEMENTASI ORAL UNTUK ANTI-AGING”**. Penyusunan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana S1 Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.

Penyelesaian tugas akhir ini bukanlah hal yang mudah, dan tidak akan tercapai tanpa bantuan dari beberapa pihak yang memberikan dukungan serta dampingan selama proses penyusunan tugas akhir. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah menyumbangkan bantuan, yaitu kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus, atas berkat dan anugerah-Nya yang memungkinkan penulis untuk menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan baik.
2. Dr. Ir. Sumardi, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, pengetahuan, serta dedikasi untuk membimbing penulis dari awal hingga akhir proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Dea Nathania Hendryanti, S.TP., MS. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, pengetahuan, serta dedikasi untuk membimbing penulis dari awal hingga akhir proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Fakultas Teknologi Pangan yang telah membimbing dan menyumbangkan pengetahuan kepada penulis selama proses pembelajaran.
5. Seluruh staf administrasi yang telah memberikan berbagai informasi selama proses pembelajaran.
6. Keluarga penulis, khususnya Papa dan Kakak yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat yang luar biasa kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir.
7. Rekan penulisan tugas akhir penulis, yaitu Rachelita Agnes S., dan teman-teman lainnya, yaitu Felicia, Graciela, Jessica, dan Vita, yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir.

Akhir kata, penulis berharap tugas akhir *review* ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata. Penulis juga menyadari bahwa artikel tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis mengharap kritik dan saran yang membangun untuk masa mendatang. Terima kasih dan Tuhan memberkati.



Semarang, 7 April 2022

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Tasha'.

Angelica Tasha Satiogroho

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
<i>SUMMARY</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR ISTILAH	vii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tinjauan Pustaka	3
1.2.1. Struktur Kolagen	3
1.2.2. Morfologi Kulit Manusia	4
1.2.3. Penuaan pada Kulit dan Upaya Pencegahannya dengan Suplementasi Hidrolisat Kolagen	6
1.2.4. Hidrolisat Kolagen	7
1.2.5. Karakteristik Hidrolisat Kolagen	10
1.3. Identifikasi Masalah	11
1.4. Tujuan Penelitian	12
2. METODOLOGI PENELITIAN	13
2.1. Tempat dan Waktu Penelitian	13
2.2. Tahapan Penelitian	13
2.3. Analisis Kesenjangan	14
2.4. Desain Penelitian.....	14
2.5. Perumusan Kata Kunci	15
2.6. Pengumpulan Literatur	15
2.7. Penyaringan Literatur	16
2.8. Tabulasi dan Analisis Data	19
3. HASIL PENELITIAN.....	20
3.1. Karakteristik Hidrolisat Kolagen	20
3.1.1. Kelarutan Hidrolisat Kolagen dan Pengaruh pH terhadap Kelarutan Hidrolisat Kolagen	20
3.1.2. Viskositas Hidrolisat Kolagen	24
3.1.3. Bioavailabilitas Oral Hidrolisat Kolagen.....	26
3.2. Suplementasi Oral Hidrolisat Kolagen dan Dampak Positifnya pada Kulit	30

4.	PEMBAHASAN.....	34
4.1.	Kelarutan Hidrolisat Kolagen dan Pengaruh pH terhadap Kelarutan	34
4.2.	Viskositas Hidrolisat Kolagen	38
4.3.	Bioavailabilitas Hidrolisat Kolagen sebagai Suplemen Oral <i>Anti-Aging</i>	43
4.3.1.	Bioavailabilitas Suplementasi Hidrolisat Kolagen di dalam Tubuh Manusia.....	44
4.3.2.	Penurunan Bioavailabilitas Hidrolisat Kolagen Akibat Kandungan Zat Anti Nutrisi	48
4.4.	Karakteristik Penuaan pada Kulit.....	50
4.5.	Manfaat Penggunaan Hidrolisat Kolagen sebagai Suplemen Kesehatan Kulit dan Mekanisme Kerjanya	52
4.5.1.	Peningkatan Elastisitas Kulit	54
4.5.2.	Peningkatan Tingkat Hidrasi Kulit	56
4.5.3.	Pengamatan Histologi Kulit setelah Suplementasi Hidrolisat Kolagen	57
4.5.4.	Penampilan Fisik Kulit setelah Suplementasi Hidrolisat Kolagen.....	59
4.6.	Pertimbangan yang Muncul selama Proses Konsumsi Suplementasi Hidrolisat Kolagen	62
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1.	Kesimpulan	64
5.2.	Saran	64
6.	DAFTAR PUSTAKA	66
	LAMPIRAN	76
	HASIL PLAGSCAN.....	81

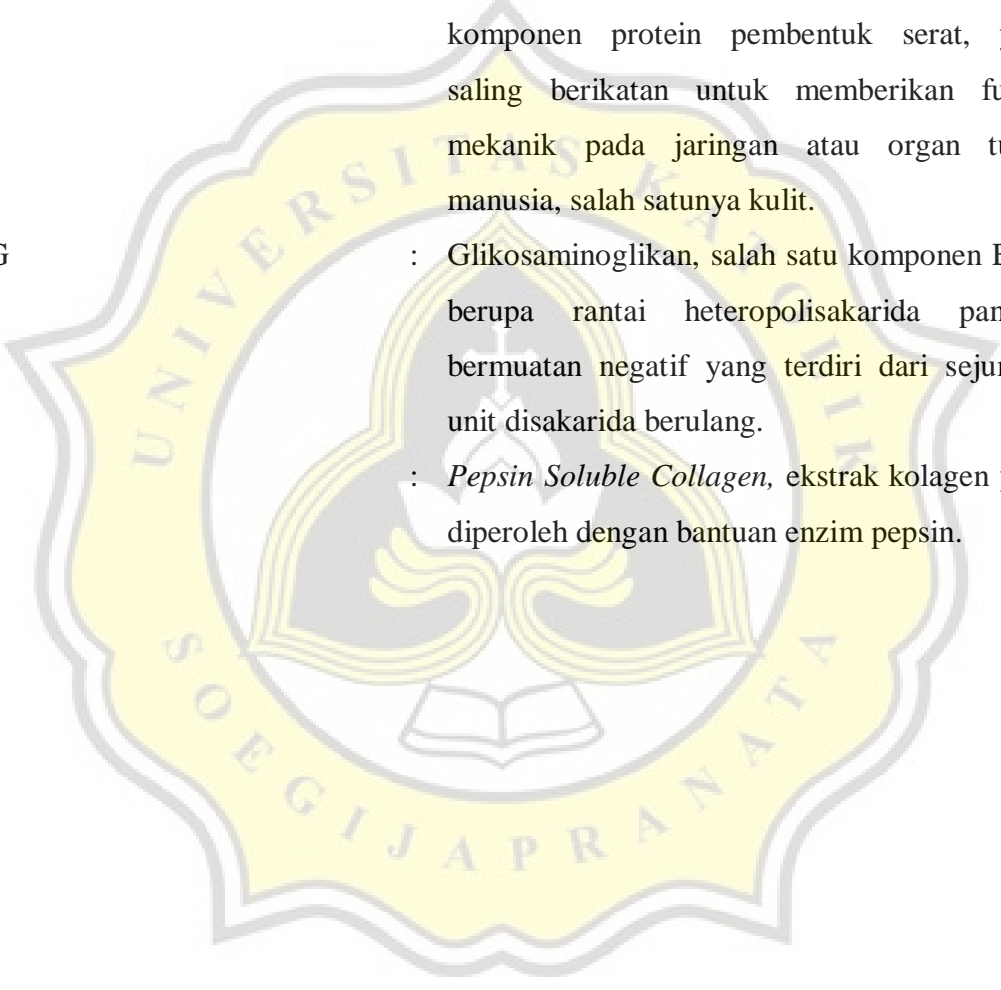
DAFTAR ISTILAH

- Bioavailabilitas hidrolisat kolagen : Jumlah relatif hidrolisat kolagen yang dapat diserap dari saluran pencernaan ke dalam usus hingga terdistribusi dalam sirkulasi darah untuk disebarkan ke jaringan tubuh.
- Bovine* : Sumber kolagen dari kelompok hewan sapi, kerbau, bison, dan spesies sejenisnya.
- Dasyatis akajei* : Pari merah jepang, salah satu spesies ikan pari cambuk.
- Efikasi formulasi : Kemampuan formulasi produk suplementasi untuk mencapai tujuan penggunaan yang diinginkan.
- Gadus macrocephalus* : *Pacific cod*, salah satu spesies ikan kod.
- Hydrolyzed collagen* atau hidrolisat kolagen : Kolagen yang telah melalui proses ekstraksi dan hidrolisis, tersusun atas tripeptida, dipeptida, dan asam amino bebas. Disebut juga sebagai peptida kolagen.
- Kelarutan hidrolisat kolagen : Kemampuan hidrolisat kolagen untuk terdistribusi secara homogen dalam cairan pelarut.
- Kolagen *native* : Kolagen yang masih berada di dalam jaringan hewan.
- Marine* : Sumber kolagen dari hewan laut.
- Naso thynnoides* : *Oneknife unicornfish*, salah satu spesies ikan yang berhabitat di perairan tropis.
- Oreochromis niloticus* : *Nile tilapia*, salah satu spesies ikan tilapia.
- Oreochromis spp.* : Kelompok ikan tilapia.
- Ovine* : Sumber kolagen dari hewan domba.
- Pangasius hypophthalmus* : Patin siam, dikenal juga sebagai *striped catfish*, salah satu spesies ikan patin.

<i>Porcine</i>	: Sumber kolagen dari hewan babi.
<i>Raja porosa</i>	: Salah satu spesies <i>skate</i> atau ikan bertulang rawan.
<i>Random coil</i>	: Bentuk rantai peptida yang tidak beraturan dan tidak mengikuti pola tertentu akibat degradasi protein kolagen.
Rantai dimer β -	: Bentuk ikatan silang antara dua rantai tunggal α -.
Rantai trimer γ -	: Bentuk ikatan silang antara tiga rantai tunggal α -.
Rantai tunggal α -	: Rantai polipeptida tunggal penyusun molekul kolagen yang terdiri atas rangkaian asam amino.
Reologi	: Kemampuan bahan pangan untuk mengalir atau mengalami perubahan bentuk pada kondisi tertentu, mengacu pada karakteristik viskoelastisitas bahan pangan.
<i>S. niphonius</i>	: <i>Spanish mackerel</i> , salah satu spesies ikan makerel.
<i>Sphyrna lewini</i>	: Hiu martil bergigi, salah satu spesies hiu martil.
Struktur molekul kolagen	: Susunan molekul atau rantai asam amino yang membentuk empat tingkatan struktur protein kolagen.
<i>Subcritical water</i>	: Air panas bertekanan, air yang dikondisikan dalam bentuk cair pada suhu di atas titik didih normal (100-374°C) dan tekanan 0,1-22 MPa.
<i>Topical</i>	: Pengaplikasian produk secara langsung pada permukaan kulit.
Viskositas hidrolisat kolagen	: Kekentalan dari larutan hasil campuran hidrolisat kolagen dengan suatu cairan pelarut.

DAFTAR SINGKATAN

- ASC : *Acid Soluble Collagen*, ekstrak kolagen yang diperoleh dengan bantuan asam.
- ECM : *Extracellular Matrix* atau matriks ekstraseluler, rangkaian makromolekul non-seluler tiga dimensi yang tersusun sebagian besar atas komponen protein pembentuk serat, yang saling berikatan untuk memberikan fungsi mekanik pada jaringan atau organ tubuh manusia, salah satunya kulit.
- GAG : Glikosaminoglikan, salah satu komponen ECM berupa rantai heteropolisakarida panjang bermuatan negatif yang terdiri dari sejumlah unit disakarida berulang.
- PSC : *Pepsin Soluble Collagen*, ekstrak kolagen yang diperoleh dengan bantuan enzim pepsin.



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat Penilaian Kualitas Literatur menurut Hawker <i>et al.</i> , (2002).....	17
Tabel 2. Kelarutan Hidrolisat Kolagen berdasarkan Berat Molekul Rata-rata Dipengaruhi oleh pH Pelarut (4, 7, dan 10).....	22
Tabel 3. Kelarutan Hidrolisat Kolagen Kulit <i>Naso thynnoides</i> Berat Molekul Rendah (≤ 10 kDa) Dipengaruhi oleh pH pelarut (Alolod <i>et al.</i> , 2019)	24
Tabel 4. Viskositas Hidrolisat Kolagen	26
Tabel 5. Bioavailabilitas Peptida dan Asam Amino Hidroksiprolin Berdasarkan Hasil Pengujian Klinis Suplementasi Oral Hidrolisat Kolagen	28
Tabel 6. Potensi Pengaruh Komponen Anti Nutrisi Fenolik di dalam Anggur Hijau terhadap Bioavailabilitas Produk Suplementasi Sari Buah dengan Kandungan Hidrolisat Kolagen (Bilek & Bayram, 2015)	30
Tabel 7. Dampak Suplementasi Hidrolisat Kolagen untuk Kulit Berdasarkan Penelitian Klinis	33



DAFTAR GRAFIK

- Grafik 1. Hubungan antara kelarutan dengan berat molekul rata-rata hidrolisat kolagen dipengaruhi oleh pH pelarut 23



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur molekul kolagen tipe I: (a) Bentuk primer, (b) bentuk sekunder <i>helix</i> dan bentuk tersier <i>triple helix</i> , (c) bentuk kuartener (Friess, 1998).....	4
Gambar 2. Struktur kulit sehat dengan pemisahan yang jelas antar lapisannya (Sibilla <i>et al.</i> , 2015).....	5
Gambar 3. Produksi hidrolisat kolagen (Sibilla <i>et al.</i> , 2015).....	10
Gambar 4. Diagram alir penelitian	13
Gambar 5. Diagram tulang ikan.....	15
Gambar 6. Hubungan antara berat molekul dan viskositas kolagen <i>ovine</i> selama proses hidrolisis (Fuentes-Jiménez <i>et al.</i> , 2019)	39
Gambar 7. Titik isoelektrik hidrolisat kolagen <i>ovine</i> selama proses hidrolisis (León-López <i>et al.</i> , 2019).....	41
Gambar 8. Viskositas hidrolisat gelatin dan gelatin pada berbagai tingkat suhu (Mohammad <i>et al.</i> , 2015).....	42
Gambar 9. Modifikasi struktural ECM (kolagen, serat elastis, dan glikosaminoglikan) pada kulit yang telah mengalami penuaan intrinsik dan ekstrinsik (75 tahun) dibandingkan dengan kulit yang berusia lebih muda (23 tahun) (Naylor <i>et al.</i> , 2011).....	51
Gambar 10. Pengaruh suplementasi 10 g peptida kolagen pada fragmentasi jaringan kolagen dibandingkan dengan plasebo pada awal (minggu ke-0) dan akhir (minggu ke-12) penelitian (Asserin <i>et al.</i> , 2015).....	56
Gambar 11. Pengamatan histologi kulit subjek suplementasi peptida kolagen (<i>Subject II-IV</i>), dan plasebo (<i>Subject I</i>) pada hari ke- 0 (bagian atas) dan hari ke-90 (bagian bawah) penelitian (Czajka <i>et al.</i> , 2018).....	58
Gambar 12. Pengamatan histologi kulit subjek suplementasi peptida kolagen pada hari ke-0 (bagian atas) dan hari ke-90 (bagian bawah) penelitian (Genovese <i>et al.</i> , 2017).....	59
Gambar 13. Penampilan garis halus pada bagian periorbital dan lipatan nasolabial pada hari ke-0 sebelum suplementasi, dan hari ke-90 setelah suplementasi hidrolisat kolagen: (a) Hasil penelitian Czajka <i>et al.</i> (2018), dan (b) Hasil penelitian Genovese <i>et al.</i> (2017).....	60

Gambar 14. Penampilan garis halus pada bagian periorbital pada hari ke-0 dan minggu ke-12 penelitian pada subjek yang menerima plasebo (bagian atas), dan subjek yang menerima suplementasi hidrolisat kolagen (bagian bawah) (Koizumi *et al.*, 2017)..... 61



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Formulir penilaian kualitas literatur (Hawker et al., 2002)	76
Lampiran 2. Hasil penilaian kualitas literatur yang ditinjau	76
Lampiran 3. Kualitas jurnal sumber literatur berdasarkan ScopusPreview	77
Lampiran 3. Kelarutan larutan PSC (0,3%) kulit dorsal <i>Thunnus albacares</i> pada berbagai jenis pH (Woo et al., 2008).....	78
Lampiran 4. Kelarutan PSC <i>byssus Mytilus sp.</i> hasil hidrolisis dengan kondisi berbeda pada berbagai jenis pH (Rodriguez et al., 2017).....	78
Lampiran 5. Rumus perhitungan bioavailabilitas relatif (F_r) dan absolut (F_s) (Wang et al., 2014, 2015).....	78
Lampiran 6. Tabel parameter farmakokinetik Hyp di dalam plasma darah tikus setelah konsumsi kolagen dan Hyp (Wang et al., 2015)	79
Lampiran 7. Tabel parameter farmakokinetik Hyp di dalam plasma darah tikus setelah konsumsi gelatin dan Hyp (Wang et al., 2014)	79
Lampiran 8. Peptida yang terdeteksi di dalam darah manusia setelah konsumsi hidrolisat kolagen (Iwai <i>et al.</i> , 2005).....	80
Lampiran 9. Peptida yang terdeteksi di dalam darah manusia setelah konsumsi hidrolisat kolagen (Ohara <i>et al.</i> , 2007).....	80
Lampiran 10. Bioavailabilitas <i>in vitro</i> minuman whey dengan berbagai konsentrasi hidrolisat kolagen (León-López et al., 2020).....	80