

**POTENSI ANTIOKSIDAN FRAKSI 3-50 kDa HIDROLISAT GELATIN
SISIK IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer*) DENGAN EKSTRAKSI
SONIKASI METODE FRAP DAN ABTS**

Skripsi

**Untuk melengkapi syarat – syarat guna memperoleh gelar Sarjana Farmasi
pada Program Studi Farmasi**

Disusun Oleh:

DITA NUR RIAYANINGRUM

2004015039



PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS FARMASI DAN SAINS

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA

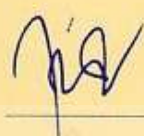
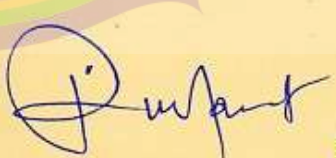
JAKARTA

2024

Skripsi dengan Judul

**POTENSI ANTIOKSIDAN FRAKSI 3-50 kDa HIDROLISAT GELATIN SISIK
IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer*) DENGAN EKSTRAKSI SONIKASI
METODE FRAP DAN ABTS**

Telah disusun dan dipertahankan dihadapan penguji oleh:
DITA NUR RIAYANINGRUM, 2004015039

	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua Wakil Dekan I Dr. apt. Fith Khaira Nursal, M.Si.		26-08-2024
Penguji I Rizky Arcintha Rachmania, M.Si.		15-08-2024
Penguji II Dr. apt. Mirawati Siregar, M.Si.		19-8-2024
Pembimbing I Fitri Yuniarti, M.Si.		12-08-2024
Pembimbing II Dr. apt. Hariyanti, M.Si.		14-08-2024
Mengetahui:		
Ketua Program Studi Farmasi Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Si.		21/8/2024

Dinyatakan lulus pada tanggal: 30 Juli 2024

ABSTRAK

POTENSI ANTIOKSIDAN FRAKSI 3-50 kDa HIDROLISAT GELATIN SISIK IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer*) DENGAN EKSTRAKSI SONIKASI METODE FRAP DAN ABTS

Dita Nur Riyaningrum
2004015039

Hidrolisis gelatin melalui proses enzimatis bertujuan untuk memecah protein menjadi peptida yang memiliki ukuran lebih kecil sehingga menghasilkan aktivitas antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kimia serta potensi aktivitas antioksidan dari hidrolisat gelatin dan fraksi hidrolisat gelatin sisik ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) yang diekstraksi menggunakan metode sonikasi. Gelatin dihidrolisis menggunakan enzim alkalase 1,5% dan difraksinasi menggunakan *Molecular Weight Cut-Off* (MWCO) dengan ukuran 50 kDa, 30 kDa, 10 kDa, dan 3 kDa. Diperoleh rendemen hidrolisat gelatin 80,99% dengan nilai Derajat Hidrolisis (DH) sebesar 64,76%. Evaluasi aktivitas antioksidan menggunakan metode FRAP dan ABTS. Uji antioksidan fraksi < 3 kDa metode FRAP memiliki kesetaraan antara aktivitas antioksidan dengan ion feri sebesar 1.881,667 FeEAC (mol/g)±15,28 dan nilai uji BHT sebagai kontrol positif yaitu 2.395 FeEAC (mol/g) ± 10. Uji aktivitas antioksidan dengan metode ABTS nilai IC50 yang didapatkan sebesar 56,29 ppm ± 0,03 menggunakan trolox sebagai kontrol positif dengan IC50 16,21 ppm ± 0,08. Fraksi hidrolisat gelatin dibawah 3 kDa diketahui memiliki aktivitas antioksidan golongan kuat.

Kata Kunci : Hidrolisat Gelatin, Fraksinasi 3-50 kDa, Antioksidan, FRAP, ABTS.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, penulis memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi, dengan judul “ **POTENSI ANTIOKSIDAN FRAKSI 3-50 kDa HIDROLISAT GELATIN SISIK IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer*) DENGAN EKSTRAKSI SONIKASI METODE FRAP DAN ABTS**”

Penulis skripsi ini dimaksud untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi, pada Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi dan Sains, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta.

Pada kesempatan yang baik ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. apt. Hadi Sunaryo, M.Si., selaku Dekan Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
2. Ibu Dr. apt. Fith Khaira Nursal, M.Si., selaku Wakil Dekan I Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
3. Ibu Dr. apt. Kori Yati, M.Farm., selaku Wakil Dekan II Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
4. Bapak apt. Kriana Effendi, M.Farm., selaku Wakil Dekan III Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
5. Bapak Anang Rohwiyono, M.Ag., selaku Wakil Dekan IV Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
6. Ibu Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Farmasi Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
7. Ibu Fitri Yuniarti, M.Si., selaku Pembimbing I yang telah banyak membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Ibu Dr. apt. Hariyanti, M.Si., selaku Pembimbing II yang telah banyak membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Ibu Rizky Arcintha Rachmania, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan nasihatnya selama penulis menempuh perkuliahan di Farmasi Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
10. Cinta pertama dan panutanku, Bapak Turaji dan pintu surgaku Ibu Siti Rohani. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan bangku perkuliahan, namun mereka mampu senan tiasa memberikan yang terbaik, selalu mendo'akan dan memberikan dorongan semangatnya kepada penulis, baik moral maupun materi. Semoga bapak dan ibu sehat, panjang umur dan bahagia selalu.
11. Kakak, adik-adik, dan teman seangkatan 2020 tercinta, yang banyak memberikan dukungan kepada penulis.
12. Pasukan Bodrex dan keluarga tercinta yang senantiasa menemani, mendengarkan keluh kesah, serta menghibur penulis.

13. Para dosen dan staff yang telah memberikan ilmu dan masukan-masukan yang berguna selama perkuliahan dan selama penulisan skripsi ini.
14. Semua pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih mempunyai banyak kekurangan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan penulis. Untuk itu saran dan kritik dari pembaca sangat diharapkan penulis untuk perbaikan kedepannya. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Jakarta, Juli 2024

Penulis



DAFTAR ISI

	Hlm.
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
PERNYATAAN PENULIS	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan Penelitian	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Teori	4
1. Ikan Kakap Putih (<i>Lates calcarifer</i>)	4
2. Gelatin	5
3. Hidrolisis Enzimatis	6
4. Hidrolisat Protein	6
5. Fraksinasi dengan <i>Molecular Weight Cut Off</i> (MWCO)	6
6. Analisis Kadar Protein	7
7. Spektrofotometer FT-IR	8
8. Antioksidan	9
9. FRAP (<i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i>)	9
15. ABTS (<i>2,2-Azinobis 3-ethyl benzothiazoline 6-sulfonic acid</i>)	10
B. Kerangka Berfikir	12
C. Hipotesis	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
A. Tempat dan Jadwal Penelitian	13
B. Alat dan Bahan Penelitian	13
1. Alat	13
2. Bahan	13
C. Prosedur Penelitian	13
1. Determinasi Ikan Kakap Putih (<i>Lates calcarifer</i>)	13
2. Produksi Gelatin	14
3. Identifikasi Gelatin	14
4. Hidrolisis Gelatin	16

5. Fraksinasi dengan MWCO (<i>Molecular Weight Cutt-Off</i>)	16
6. Analisis FTIR (<i>Fourier Transform InfraRed</i>)	16
7. Kadar Protein	17
8. Uji Aktivitas Antioksidan dengan FRAP	17
9. Uji Aktivitas Antioksidan dengan ABTS	19
D. Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
A. Hasil Determinasi Sisik Ikan Kakap Putih (<i>Lates calcarifer</i>)	22
B. Produksi Gelatin	22
C. Karakteristik Gelatin	23
D. Hidrolisis Gelatin	24
E. Fraksinasi dengan <i>Molecular Weight Cut-Off</i> (MWCO)	25
F. Analisis FTIR Gelatin dan Hidrolisat Gelatin	26
G. Analisis Kadar Protein Gelatin dan Hidrolisat Gelatin	28
H. Aktivitas Antioksidan dengan Metode FRAP	29
I. Aktivitas Antioksidan Metode ABTS	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
A. Kesimpulan	35
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	41



DAFTAR TABEL

	Hlm.
Tabel 1. Hasil Parameter Mutu Gelatin Ikan Kakap Putih Metode Jeruk Nipis	6
Tabel 2. Karakteristik Kimia Gelatin	23
Tabel 3. Hasil Hidrolisat	25
Tabel 4. Hasil Spektra FTIR Gelatin dan Hidrolisat Gelatin	27



DAFTAR GAMBAR

	Hlm.
Gambar 1. Ikan Kakap Putih (<i>Lates calcarifer</i>)	4
Gambar 2. Struktur Kimia Gelatin	5
Gambar 3. Milipore Amicon MWCO	7
Gambar 4. Skema Reaksi Analisa Protein Menggunakan Bradford	8
Gambar 5. Rumus Bangun TPTZ	9
Gambar 6. Reaksi BHT Dengan Radikal Bebas	10
Gambar 7. Rumus Bangun ABTS	11
Gambar 8. Reaksi Trolox Dengan Radikal Bebas	11
Gambar 9. Hasil Fraksinasi	25
Gambar 10. Spektra FTIR Gelatin dan Hidrolisat	26
Gambar 11. Kurva Standar BSA	28
Gambar 12. Hasil Kadar Protein	29
Gambar 13. Kurva Standar AFS	30
Gambar 14. Mekanisme Peptida Sebagai Antioksidan	31
Gambar 15. Hasil Uji Antioksidan Metode ABTS	32



DAFTAR LAMPIRAN

	Hlm.
Lampiran 1. Skema Kerja	41
Lampiran 2. Determinasi Sisik Ikan Kakap	42
Lampiran 3. Organoleptis Gelatin, Hidrolisat, dan Fraksi	43
Lampiran 4. Perhitungan Rendemen	44
Lampiran 5. Perhitungan Kadar Abu	45
Lampiran 6. Perhitungan Kadar Air	46
Lampiran 7. Perhitungan Viskositas	47
Lampiran 8. Perhitungan Hidrolisis	48
Lampiran 9. Perhitungan Fraksinasi	50
Lampiran 10. Hasil Spektrofotometri FTIR Gelatin dan Hidrolisat Gelatin	51
Lampiran 11. Perhitungan Kadar Protein	52
Lampiran 12. Hasil Panjang Gelombang Maksimum FRAP	59
Lampiran 13. Perhitungan Aktivitas Antioksidan Metode FRAP	60
Lampiran 14. Hasil Uji ANOVA <i>One-wey</i> FRAP	65
Lampiran 15. Hasil Panjang Gelombang Maksimum ABTS	66
Lampiran 16. Hasil <i>Oprating Time</i>	67
Lampiran 17. Perhitungan Aktivitas Antioksidan Metode ABTS	69
Lampiran 18. Hasil Uji ANOVA <i>One-wey</i> ABTS	83
Lampiran 19. <i>Certificate of Analysis</i> ABTS	84
Lampiran 20. <i>Certificate of Analysis</i> Trolox	85
Lampiran 21. <i>Certificate of Analysis</i> TPTZ	86
Lampiran 22. <i>Certificate of Analysis</i> AFS	87

PERNYATAAN PENULIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **DITA NUR RIAYANINGRUM**

NIM : **2004015039**

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penelitian dalam skripsi ini **BEBAS** dari unsur **PLAGIARISME**. Apabila di kemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar maka dengan ini saya sebagai penulis naskah skripsi ini bersedia mendapatkan sanksi akademik sesuai ketentuan yang berlaku di UHAMKA.

Jakarta, 11 Juli 2024

Penulis



Dita Nur Riyaningrum



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gelatin merupakan produk hidrolisis secara parsial dari suatu kolagen yang terdiri dari rantai polipeptida dan polidispersi yang memiliki berat molekul lebih dari 30 kDa. Karena terdapat banyak pertimbangan pada produk gelatin yang dihasilkan dari sapi dan babi, seperti larangan mengonsumsi babi pada umat Islam dan pada umat Hindu dilarang mengonsumsi sapi. Hal tersebut memunculkan ide pengembangan terbaru isolasi gelatin dari limbah perikanan. Sisik ikan kakap putih merupakan ikan konsumsi masyarakat Indonesia yang limbahnya dapat diisolasi menjadi gelatin (Dian P.P Darmawan *et al.*, 2012). Menurut penelitian yang telah dilakukan sebelumnya hidrolisis sisik ikan kakap putih menggunakan metode enzimatis dan diekstraksi dengan metode sonikasi pada suhu 60°C dari pelarut jeruk nipis 1:3 menghasilkan rendemen sebesar 14,79% (Nafiah, 2022).

Hidrolisis menggunakan enzimatis mempengaruhi karakter dari gelatin yang didapatkan. Hidrolisat gelatin yang didapat memiliki nilai viskositas dan kekuatan gel yang terbaik (Hidayat *et al.*, 2016). Gelatin memiliki mekanisme donor atom hidrogen yang dapat menghambat oksidasi sehingga gelatin memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Prastyo *et al.*, 2020). Hidrolisis menggunakan enzimatis sangat efektif untuk menghasilkan senyawa peptida bioaktif yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Saat ini hidrolisis menggunakan enzimatis sedang menjadi topik perbincangan kalangan industri farmasi (Nurilmala *et al.*, 2020).

Hidrolisat protein mengandung beberapa asam amino, seperti triptofan, metionin, histidine, lisin, sistein, arginine, dan tirosin yang berfungsi sebagai antioksidan (Xu *et al.*, 2017). Antioksidan merupakan senyawa dengan kadar rendah yang dapat menghambat proses oksidasi dari senyawa lain. Senyawa antioksidan dibutuhkan untuk mencegah kondisi stres oksidatif yang menyebabkan ketidakseimbangan radikal bebas dan antioksidan dalam tubuh (Yuliawati, 2022). Peptida antioksidan sangat berperan penting dalam dunia

makanan dan kosmetik, dengan efek samping lebih kecil dibandingkan dengan antioksidan sintetik lainnya. Dalam pembuatan makanan peptida antioksidan dapat menghambat oksidasi lipid dan protein pada produk daging sehingga kualitas produk daging tetap terjamin baik. Pada dunia kecantikan peptida antioksidan memiliki kemampuan mempertahankan kelembapan kulit, antipenuaan, dan kemampuan untuk menghambat aktivitas tyrosinase dan melanin (Zhang *et al.*, 2024). Pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa limbah sisik ikan kakap putih memiliki aktivitas antioksidan menggunakan DPPH (2,2-difenil-1-pikrihidrazil) dengan nilai IC_{50} 4.329,9 ppm dan metode FRAP mendapatkan nilai 24.407,14 FeEAC (mol/g) (Ellyana, 2023). Pada penelitian ini akan dilanjutkan dengan meneliti hidrolisat gelatin dari fraksinasi dengan membran dialisis menggunakan metode *Molecule Weight Cut Off* (MWCO) >30 kDa, 30-10 kDa, 10-3 kDa, dan <3 kDa.

Uji antioksidan yang akan dilakukan menggunakan metode FRAP. Prinsip kerja dari metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) yaitu terjadinya transferasi elektron dari antioksidan kedalam senyawa Fe^{3+} -TPTZ. Kelebihan dari metode FRAP yaitu murah, reagen mudah disiapkan, cukup sederhana dan cepat (Maryam *et al.*, 2016). Selain menggunakan metode FRAP antioksidan di uji menggunakan ABTS. Metode ABTS (2,2-Azinobis 3-ethyl benzothiazoline 6-sulfonic acid) merupakan senyawa yang mengandung atom nitrogen. Prinsip kerja ABTS yaitu menstabilkan radikal bebas dengan pendonoran proton. ABTS larut dalam pelarut organik dan air, maka ABTS dapat digunakan untuk uji pada senyawa yang bersifat lipofilik atau hidrofilik (Wulansari, 2018).

Dari penjelasan di atas gelatin sisik ikan kakap putih memiliki manfaat pada bidang kesehatan seperti aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan yang tinggi dapat mencegah penuaan dini. Maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil gelatin dengan nilai antioksidan lebih optimal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah potensi aktivitas antioksidan dengan fraksi hidrolisat berukuran lebih kecil dapat menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih baik.

B. Permasalahan Penelitian

Berdasarkan penjabaran uraian diatas, maka permasalahan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik kimia hidrolisat gelatin dari fraksi >30 kDa, 30-10 kDa, 10-3 kDa, dan <3 kDa sisik ikan kakap putih dengan metode sonikasi?
2. Bagaimana potensi aktivitas antioksidan hidrolisat gelatin dari fraksi >30 kDa, 30-10 kDa, 10-3 kDa, dan <3 kDa sisik ikan kakap putih dengan metode FRAP dan ABTS?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik kimia hidrolisat gelatin ikan kakap putih dari fraksi < 3 kDa, 10-3 kDa, dan > 30 kDa.
2. Untuk menentukan potensi aktivitas antioksidan hidrolisat gelatin dari fraksi < 3 kDa, 10-3 kDa, dan > 30 kDa dengan metode FRAP dan ABTS.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat menambah wawasan baru secara ilmiah terkait pengolahan dan pemanfaatan limbah sisik ikan kakap sebagai gelatin, sehingga dapat mengurangi tingkat impor gelatin dari beberapa negara, dan dapat meminimalisir limbah sisik ikan kakap dari industri fillet ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, F. (2023). Analisis Profil Asam Amino Protein Gelatin dan Hidrolisat Gelatin dari Sisik Ikan Kakap Putih (*Lates calcalifer*) Metode Sonikasi. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Jakarta
- Amin, A., Khairi, N., & Hendrarti, W. (2022). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Batang, Daun, dan Akar Kopasanda (*Chromolaena odorata L.*) dengan Metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 4(5), 473–480. <https://doi.org/10.25026/jsk.v4i5.1271>
- Angelita Hermaya, A. (2020). Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Ikan Cunang (*Congresox talabon*) Menggunakan Metode Bradford. *Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitas Riau Pekanbaru*, 21(1), 1–9.
- Anwar, K., Lokana, F. M., & Budiarti, A. (2022). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Dewandaru (*Eugenia Uniflora L.*) serta Penetapan Flavonoid dan Fenolik Total. *Jurnal Ilmiah Sains*, 22(2), 161–171.
- Azizah, R. A. (2023). Analisis Profil Berat Molekul Hidrolisat Gelatin Dari Sisik Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) Metode Sonikasi Dengan SDS Page. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Jakarta
- Bhernama, B. G. (2020). Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) Dengan Variasi Konsentrasi Asam HCl. *Jurnal Sains Natural*, 10(2), 1–43. <https://doi.org/10.31938/jsn.v10i2.282>
- Cahyasani, R. D., & Rezeki, S. (2015). Pengolahan Dan Pemanfaatan Limbah Sisik Ikan Kakap (*Lutjanus sp.*) Menjadi Gelatin Dengan Metode Hidrolisis. *Skripsi*. Program Studi D III Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Dian P.P Darmawan, Erizal, & Tjahyono. (2012). Isolasi dan Sintesis Gelatin Sisik Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) Berikatan Silang dengan Teknik Induksi Iradiasi Gamma. *Indonesian Journal of Material Science*, 14(1), 40–46.
- Djanas, V. B., Fatimawali, & J. South, E. (2023). Analisis Sidik Jari Buah Sirih (*Piper betle L.*) Sebagai Bahan Baku Obat Tradisional Dengan Spektroskopi FTIR. *Pharmacon*, 12(2), 193–198.
- Ellyana, F. D. (2023). Potensi Antioksidan Hidrolisat Gelatin Sisik Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) Dengan Ekstraksi Sonikasi Metode DPPH dan FRAP. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Jakarta
- Esfandi, R., Walters, M. E., & Tsopmo, A. (2019). *Antioxidant properties and potential mechanisms of hydrolyzed proteins and peptides from cereals*. *Heliyon*, 5(4), 15–38. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01538>

- Fitriana, W. D., Fatmawati, S., & Ersam, T. (2015). Uji Aktivitas Antioksidan terhadap DPPH dan ABTS dari Fraksi-fraksi Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015*, SNIP, Bandung.
- GMIA. (2019). GMIA Handbook. *Gelatin Handbook*, 25.
- Hadinoto, S., & Syukroni, I. (2019). Pengukuran Protein Terlarut Air Cucian Gelembung Renang Dan Kulit Ikan Tuna Menggunakan Metode Bradford. *Majalah BIAM*, 15(1), 15–20.
- Halim, A. P., Wijayanti, N., Hidayati, L., & Nuringtyas, T. R. (2022). *Antioxidant Activity Evaluation of Agarwood Aquilaria malaccensis Lamk. Leaves Extract Using DPPH, FRAP and ABTS Assays. Proceedings of the 7th International Conference on Biological Science (ICBS 2021)*, 22(7), 18–25. <https://doi.org/10.2991/absr.k.220406.004>
- Hameed-Abdel, H. s, Ahmed, N. S., & Nassar, A. M. (2016). *Some Ashless Detergent/Dispersant Additives for Lubricating Engine Oil*. *Lap Lambert Academic Phubling*, 93 (112), 1–195.
- Hariyanti, H., Nafi'ah, K., Azizah, N., & Gantini, S. N. (2024). Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Gelatin dari Sisik Ikan *Lates calcarifer* dan *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 18(2), 95–104. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v18i2.918>
- Hasdar, M., & Rahmawati, Y. D. (2016). Nilai pH, Titik Leleh Dan Viskositas Pada Gelatin Kulit Domba Asal Brebes Yang Dikatalis Berbagai Konsentrasi NaOH. *Parapemikir : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 5(2), 98–102. <https://doi.org/10.30591/pjif.v5i2.387>
- Hidayat, G., Nurcahya Dewi, E., & Rianingsih, L. (2016). Karakteristik Gelatin Tulang Ikan Nila Dengan Hidrolisis Menggunakan Asam Fosfat Dan Enzim Papain. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(1), 69–78. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2016.19.1.69>
- Htet, Y., & Tennyson, A. G. (2016). *Catalytic radical reduction in aqueous solution: Via oxidation of biologically-relevant alcohols*. *Chemical Science*, 7(7), 4052–4058. <https://doi.org/10.1039/c6sc00651e>
- Indah, J. (2017). Penetapan Kadar Alkaloid Total Ekstrak Etanol 70% Daun Pletekan (*Ruellia tuberosa L.*) Secara Refluks Dan Uji Aktivitas Antioksidan Metode ABTS ((2,2-Azinobis(3-ethylbenzothiazoline)6-sulfonic acid). *Skripsi*. Fakultas Farmasi Dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta
- Islami, A. D., Junianto, & Rostika, R. (2018). Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Kulit Kakap pada Hasil Ekstraksi Suhu yang Berbeda. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 9(2), 34–40.
- Kommareddy, S., Shenoy, D. B., & Amiji, M. M. (2003). *Gelatin Nanoparticles*

- and Their Biofunctionalization. *Nanotechnologies for the Life Sciences*, 1329(3), 330–352. <https://doi.org/10.1002/9783527610419.ntls0011>
- Lestari, D., Evan, J., & Suhartono, M. T. (2020). Fraksi Peptida Antioksidan Dari Kasein Susu Kambing. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 31(2), 188–196. <https://doi.org/10.6066/jtip.2020.31.2.188>
- Limpisophon, K., Iguchi, H., Tanaka, M., Suzuki, T., Okazaki, E., Saito, T., Takahashi, K., & Osako, K. (2015). Cryoprotective effect of gelatin hydrolysate from shark skin on denaturation of frozen surimi compared with that from bovine skin. *Fisheries Science*, 81(2), 383–392. <https://doi.org/10.1007/s12562-014-0844-5>
- Maryam, S., Baits, M., & Nadia, A. (2016). Pengukuran Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Menggunakan Metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2(2), 115–118. <https://doi.org/10.33096/jffi.v2i2.181>
- Maryam, S., Effendi, N., & Kasmah, K. (2019). Produksi dan Karakterisasi Gelatin dari Limbah Tulang Ayam dengan Menggunakan Spektrofotometer Ftir (Fourier Transform Infra Red). *Majalah Farmaseutik*, 15(2), 96–104. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v15i2.47542>
- Mohammad, A. W., Kumar, A. G., & Basha, R. K. (2015). Optimization of enzymatic hydrolysis of tilapia (*Oreochromis Spp.*) scale gelatine. *International Aquatic Research*, 7(1), 27–39. <https://doi.org/10.1007/s40071-014-0090-6>
- Mus, S., Gani, S. A., & Inkristi Bubua, K. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Etil Asetat Daun kersen (*Muntingia calabura* L.) Menggunakan Metode ABTS. *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 2(2), 59–62.
- Muthia, R., Azhari, F., & Jamaludin, W. Bin. (2024). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etil Asetat Daun Karamunting (*Melastoma Malabatchricum* L.) dengan Metode ABTS. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 8(3), 129–138.
- Nafi'ah, K. (2022). Ekstraksi Dan Identifikasi Gelatin Dari Sisik Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) Dengan Metode Sonikasi. *Skripsi*, Fakultas Farmasi Dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta
- Nurhayati, N., Qonitah, F., & Ahwan, A. (2022). Aktivitas Antioksidan Fraksi N-Heksan Dan Fraksi Kloroform Ekstrak Etanol Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* D.C) Dengan Metode FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1), 84. <https://doi.org/10.31764/lf.v3i1.7457>
- Nurilmala, M., Hizbullah, H. H., Karnia, E., Kusumaningtyas, E., & Ochiai, Y. (2020). Characterization and Antioxidant Activity of Collagen, Gelatin, and the Derived Peptides from Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) Skin. *Marine Drugs*, 18(2), 1–12.

- Nursakinah, I., Zulkhairi, H. A., Norhafizah, M., Hasnah, B., Zamree Md, S., Farrah Shafeera, I., Razif, D., & Hamzah Fansuri, H. (2012). *Nutritional content and in vitro antioxidant potential of garcinia atroviridis (asam gelugor) leaves and fruits. Malaysian Journal of Nutrition*, 18(3), 363–371.
- Poli, A. R., Katja, D. G., & Aritonang, H. F. (2022). Potensi Antioksidan Ekstrak dari Kulit Biji Matoa (*Pometia pinnata* J. R & G. Forst). *Program Studi Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi*, 15(1), 25–30.
- Prastyo, D. T., Trilaksani, W., & Nurjanah. (2020). Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Kolagen Kulit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3), 423–433. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i3.31732>
- Prihatini, I., & Dewi, R. K. (2021). Kandungan Enzim Papain pada Pepaya (*Carica papaya* L) Terhadap Metabolisme Tubuh. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(3), 449–458. <https://doi.org/10.21154/jtii.v1i3.312>
- Renol, R., Finarti, F., Wahyudi, D., Akbar, M., & Ula, R. (2018). Rendemen Dan pH Gelatin Kulit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Direndam Pada Berbagai Konsentrasi HCl. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 3(1), 22–27. <https://doi.org/10.31970/pangan.v3i1.9>
- Sanjiwani, N. M. S., Paramitha, D. A. I., Chandra, A. A., Ariawan, I. M. D., Megawati, F., Dewi, T. W. N., Miarati, P. A. M., & Sudiarsa, I. W. (2020). Pembuatan Hair Tonic Berbahan Dasar Lidah Buaya Dan Analisis Dengan *Fourier Transform Infrared*. *Jurnal Widyadari*, 21(1), 249–262. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3756902>
- Sari, N. W., & Fajri, M. (2018). Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa Acuminata* (L)). *IJOB (Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity)*, 2(1), 30–34.
- Suryanti, S., Marseno, D. W., Indrati, R., & Irianto, H. E. (2017). Karakteristik Emulsi Beberapa Fraksi Gelatin dari Kulit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 12(1), 43–54. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v12i1.331>
- Suryati, S., ZA, N., Meriatna, M., & Suryani, S. (2017). Pembuatan dan Karakterisasi Gelatin dari Ceker Ayam dengan Proses Hidrolisis. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 66–79. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.74>
- Tanjung, N. A. (2023). Optimasi Reaksi Hidrolisis Gelatin Dari Sisik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Metode Autoklaf Dengan Enzim Protease, *Skripsi*, Fakultas Farmasi Dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta
- Utami, P., Lestari, S., Lestari, S. D., Teknologi, J., Perikanan, H., & Pertanian, F. (2016). Pengaruh Metode Pemasakan Terhadap Komposisi Kimia dan Asam Amino Ikan Seluang (*Rasbora argyrotaenia*). *Jurnal Teknologi Hasil*

Perikanan, 5(1), 73–84.

Werdhawati, A. (2014). Peran Antioksidan Untuk Kesehatan. *Biotek Medisiana Indonesia*, 3(1), 59–68.

Wulansari, A. N. (2018). Alternatif Cantigi Ungu (*Vaccinium Varingiaefolium*) Sebagai Antioksidan Alami : Review. *Farmaka*, 16(2), 419–429.

Xu, N., Chen, G., & Liu, H. (2017). *Antioxidative categorization of twenty amino acids based on experimental evaluation*. *Molecules*, 22(12), 1–8. <https://doi.org/10.3390/molecules22122066>

Yuliawati, K. M. (2022). Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode FRAP dan Penentuan Kadar Fenol Total pada Ekstrak Air Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Journal of Pharmacopolium*, 5(2), 205–210. <https://doi.org/10.36465/jop.v5i2.917>

Yumni, G. G., Sumantri, S., Nuraini, I., & Nafis, I. J. (2022). Profil Antioksidan Dan Kadar Flavonoid Total Fraksi Air Dan Etil Asetat Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.). *Cendekia Eksakta*, 7(1), 12–17. <https://doi.org/10.31942/ce.v7i1.6547>

Zhang, Y., Li, Y., Quan, Z., Xiao, P., & Duan, J. A. (2024). *New Insights into Antioxidant Peptides: An Overview of Efficient Screening, Evaluation Models, Molecular Mechanisms, and Applications*. *Antioxidants*, 13(2), 1–31. <https://doi.org/10.3390/antiox13020203>

Zou, T. Bin, He, T. P., Li, H. Bin, Tang, H. W., & Xia, E. Q. (2016). *The structure-activity relationship of the antioxidant peptides from natural proteins*. *Molecules*, 21(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/molecules21010072>