

**TEKNOLOGI PROSES
NANO-KONSENTRAT PROTEIN IKAN GABUS (*Channa
striata*)**

***PROCESS TECHNOLOGY OF NANOPARTICLES OF
SNAKEHEAD FISH PROTEIN CONCENTRATE (*Channa
striata*)***

**MUHAMMAD ASFAR
P0100313402**



**UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2018**

**TEKNOLOGI PROSES
NANO-KONSENTRAT PROTEIN IKAN GABUS (*Channa striata*)**

Disertasi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Doktor

Program Studi
Ilmu Pertanian

Disusun dan Diajukan Oleh

MUHAMMAD ASFAR

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2018**

DISERTASI

**TEKNOLOGI PROSES NANO KONSENTRAT PROTEIN IKAN
GABUS (*Channa striata*)**

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD ASFAR
Nomor Pokok P0100313402

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi

pada tanggal 06 Agustus 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

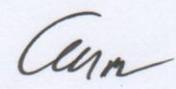
Komisi Penasihat,

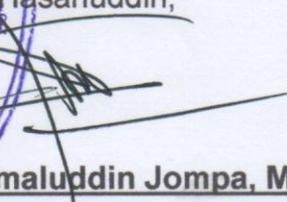

Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali.
Promotor


Prof. Dr. Ir. Amran Laga, MS.
Ko-Promotor


Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta.
Ko-Promotor

Ketua Program Studi
Ilmu Pertanian


Prof. Dr. Ir. Darmawan Salman, MS.


Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,

Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.

HALAMAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Asfar

Nomor Mahasiswa : P0100313402

Program Studi : Ilmu Pertanian

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa disertasi yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebahagian atau keseluruhan disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Mei 2018

Yang Menyatakan,

Muhammad Asfar

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji Hanya Bagi Allah *Subhanahu Wata'ala*, Tuhan Semesta Alam, yang tiada *ilah* yang berhak disembah selain-Nya, yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga disertasi ini dapat diselesaikan sebagaimana mestinya. Shalawat dan salam kepada Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wasallam* beserta para keluarganya, sahabat dan orang-orang yang tetap istiqomah dalam mengikuti dan memperjuangkan sunnahnya sampai akhir zaman.

Disertasi ini merupakan salah satu persyaratan dalam rangka penyelesaian pendidikan pascasarjana pada program studi S3 Ilmu Pertanian Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa disertasi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada mereka semua.

Kepada kedua orang tuaku tercinta Alimin dan Hasrah, terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala do'a, kasih sayang, dukungan moral maupun material yang kesemuanya itu tak mungkin pernah saya bisa balas dengan apapun. Kepada kedua mertuaku H. Mampawa, HM., A.Ma dan Hj. Halijah, dan kepada kakakku Serma Asdar/Andi Dewiani, S.Pd terima kasih atas segala do'a, pengertian, dan dukungan baik moral maupun materil sehingga saya bisa melanjutkan studi dan menyelesaikan penulisan disertasi ini.

Teristimewa kepada istriku tercinta Irawati, SP yang telah setia mendampingi, terima kasih atas segalanya sehingga disertasi ini bisa diselesaikan. Kepada anakku tersayang Abdullah Azzam dan Muhammad Hafizh semoga engkau menjadi anak-anak yang sholeh, cerdas dan tumbuh sehat serta berguna untuk ummat islam, bangsa dan negara, aamiin.

Penyusunan disertasi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa arahan dan bimbingan dari tim promotor kami. Oleh karena itu, pada kesempatan ini izinkanlah kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali selaku Promotor, Prof. Dr. Ir. Amran Laga, MS dan Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta selaku co-promotor. Semoga dengan segala bimbingan dan arahan yang diberikan kepada penulis bernilai ibadah dan mendapatkan balasan dengan sebaik-baik balasan dari Allah *Subhanahu Wata'ala, Aamiin.*

Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Rektor dan Direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk bisa melanjutkan pendidikan sampai ke jenjang pascasarjana Universitas Hasanuddin
2. Ketua Program Studi S3 Ilmu Pertanian Pascasarjana Unhas, Staf dan karyawan pascasarjana Unhas yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis demi kelancaran penulisan disertasi ini.
3. Tim penguji internal disertasi yaitu Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc., Prof. Dr. Metusalach, M.Sc., Prof. Dr. M. Natsir Djide, M.Si., Apt., dan Dr.rer.nat. Zainal, STP., M.Food.Tech yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis.
4. Penguji eksternal yaitu Ir. Hj. Hasnawaty Habibie, M.App.Sc., Ph.D Kepala Unit Pelaksana Teknis Pengawasan Mutu dan Keamanan Pangan Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan dan Holtikultura Provinsi Sulawesi Selatan yang telah bersedia menjadi penguji eksternal.
5. Kepada Direktorat Perguruan Tinggi (DIKTI) yang telah memberikan beasiswa kepada penulis melalui Program Beasiswa Unggulan (BU)/BPP-DN 2013-2016 dan Kementrian Riset, Teknologi dan

Perguruan Tinggi (RISTEKDIKTI) melalui Hibah Penelitian Disertasi Doktor (PDD 2017).

6. Dekan Fakultas Pertanian, Ketua Departemen Teknologi Pertanian, dan Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan studi doktoral ini.
7. Kepala Balai Besar Pascapanen Pertanian Bogor, Kepala Laboratorium Nanoteknologi, staf, dan laboran yang telah membantu penulis menganalisa sampel.
8. Ketua Program Studi, Staf, dan Laboran Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah membantu kelancaran penelitian dan administrasi penulis.
9. Teman-teman angkatan Program S3 Ilmu Pertanian atas motivasi, semangat dan kerjasamanya sehingga tulisan ini dapat diselesaikan.
10. Teman-teman staf Pusat Studi Pangan, Gizi dan Kesehatan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Ilmu-ilmu Kesehatan, PKP UNHAS (Sigit Angriawan S.Gz., M.Kes., Indra Yuliana STP., Kak ifah, dan pak Umar) atas bantuan dan semangatnya.
11. Para staf Pusat Litbang Informasi, Diseminasi dan Haki LPPM UNHAS, dan teman-teman di Laboratorium Pengembangan produk Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Hasanuddin.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan hasil penelitian ini, semoga segala bantuannya bernilai ibadah dan mendapatkan balasan dari Allah *Subhanahu Wata'ala*.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari bahwa tulisan ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kami sangat mengharapkan segala bentuk masukan dan saran demi penyempurnaan dan perbaikan hasil penelitian ini.

Makassar, Mei 2018

Muhammad Asfar

ABSTRAK

MUHAMMAD ASFAR. *Teknologi Proses Nano-Konsentrat Protein Ikan Gabus (Channa striata)* (dibimbing oleh Abubakar Tawali, Amran Laga, dan Meta Mahendradatta).

Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan protein dan asam amino berdasarkan kelompok ukuran ikan gabus, mengolah menjadi konsentrat protein ikan gabus (KPIG), kemudian mengarakterisasi sifat fisikokimianya, dan mengembangkan teknologi proses untuk menghasilkan nano-KPIG.

Metode yang dilakukan adalah pengelompokan ikan gabus, analisis kandungan proteinnya dan komposisi asam aminonya. Pengolahan menjadi KPIG berdasarkan kelompok ukuran ikan dan mengarakterisasi sifat fisikokimianya. Pengembangan teknologi proses nano-KPIG dilakukan dengan proses homogenisasi-ultrasonikasi dan proses enzimatik.

Hasil pengelompokan memperoleh kandungan protein pada kelompok ukuran berat-panjang ikan gabus, yaitu ukuran kecil (<29 cm; <200 g) $13,92 \pm 1,08\%$, sedang (30-39 cm; 200-500 g) $14,81 \pm 1,52\%$, dan besar (>40 cm, >500 g) $16,25 \pm 1,86\%$. Komposisi asam amino meningkat seiring semakin besarnya kelompok ukuran ikan gabus. Karakterisasi sifat fisik KPIG menunjukkan bahwa ukuran partikel berkisar 10-150 μm dan adanya perbedaan sifat fisik konsentrat protein pada ketiga kelompok meskipun tidak signifikansi. Peningkatan sifat fisik terlihat seiring dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus. Pola serupa juga terlihat pada sifat kimia KPIG. Sifat kimia KPIG meningkat secara signifikan dengan semakin besar ukuran ikan gabus. Teknologi proses kombinasi homogenisasi-ultrasonifikasi dan proses enzimatik mampu menghasilkan nano konsentrat protein ikan gabus dengan ukuran <100 nm.

Kata kunci: asam amino, konsentrat protein, ikan gabus, nanoteknologi, teknologi proses



ABSTRACT

MUHAMMAD ASFAR. *The Technological Process of Nano-Concentrate Protein of Gabus Fish (Channa striata)* (supervised by **Abu Bakar Tawali, Amran Laga, and Meta Mahendradatia**)

This research aimed (1) to analyze the protein and amino acid contents based on a sixe group of gabus fish; (2) to identify characteristics of its physic-chemical; (3) to develop the technological process in order to produce Nano-KPIG.

The method used was to put gabus fish into groups, analyze their protein content, and their amino acid composition. The process to become KPIG was based on the size group of the fish and the characteristics of thew physico-chemical. The development of the technological process of Nano-KPIG was conducted using the process of Homogenisation-ultrasonication and Enzimatic Process.

From the grouping results it was found that the protin contents in each size group of gabus fish were as follows: the small size (<29 cm, <200 g) = $13.92 \pm 1.08\%$, medium (30-39 cm, 200-500 g) = $14.81 \pm 1.52\%$, and big (>40 cm, >500 g) = $16.25 \pm 1.86\%$. The composition of amino acid increased following the growth of the sizes of gabus fish. The characteristics of physical KPIG indicated that the particle sizes were around 10 -150 μm , and the presence of the physical characteristics of the protein concentrate in the three groups was insignificant though. The increase of the physical characteristics was shown in line with the the growth of the group sizes of gabus fish. The similar pattern was also shown in the chemical characteristics of KPIG. The KPIG chemical characteristics increased significantly when gabus fish grew up. The combination process of technology of homogenization-ultrasonication and the enzymatic process were capable of producing nano concentrate of protein of gabus fish with the sizes of >100 nm.

Keywords: *amino acid, protein concentrate, Channa striata, nanotecgnology, processing technology*



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
PENGESAHAN UJIAN PROMOSI.....	iii
HALAMAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian	9
E. Kebaruan Penelitian.....	10
F. Daftar Pustaka	11
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	16
A. Ikan Gabus.....	16
B. Kandungan Ikan Gabus.....	17
C. Aspek Klinis Protein Ikan Gabus	20
D. Ekstraksi Albumin Ikan Gabus.....	21
E. Pemisahan/Fraksinasi Albumin	23
F. Struktur Kimia Protein dan Albumin Ikan Gabus.....	26
G. Konsentrat Protein Ikan Gabus	28
H. Nanoteknologi	31
I. Teknik Nanoteknologi.....	33
J. Nanopartikel.....	36

K.	Aplikasi Nanoteknologi pada Pangan	39
L.	Homogenisasi Rotor Stator	45
M.	Ultrasonikasi	46
N.	Enzim Papain.....	49
O.	Kerangka pikir penelitian.....	51
P.	Daftar Pustaka	54
BAB III. METODE PENELITIAN.....		64
A.	Waktu dan Tempat Penelitian	64
B.	Prosedur Penelitian.....	64
C.	Desain Penelitian	71
D.	Parameter Penelitian.....	73
E.	Daftar Pustaka	81
BAB IV. KANDUNGAN PROTEIN DAN ASAM AMINO IKAN GABUS (<i>Channa striata</i>) BERDASARKAN KELOMPOK UKURAN		82
A.	Abstrak.....	82
B.	Pendahuluan.....	83
C.	Metode Penelitian	85
D.	Hasil dan Pembahasan	86
E.	Simpulan.....	99
F.	Daftar Pustaka	99
BAB V. KARAKTERISASI SIFAT FISIKOKIMIA KONSENTRAT PROTEIN IKAN GABUS		104
A.	Abstrak.....	104
B.	Pendahuluan.....	105
C.	Metode Penelitian	108
D.	Hasil dan Pembahasan	108
E.	Simpulan.....	127
F.	Daftar pustaka.....	128

BAB VI. TEKNOLOGI PROSES NANOKPIG METODE KOMBINASI HOMOGENISASI-ULTRASONIKASI.....	134
A. Abstract.....	134
B. Pendahuluan.....	135
C. Bahan dan Metode.....	138
D. Hasil dan Pembahasan	139
E. Simpulan.....	149
F. Daftar pustaka.....	150
 BAB VII. TEKNOLOGI PROSES NANO-KPIG METODE ENZIMATIK.....	155
A. Abstract.....	155
B. Pendahuluan.....	156
C. Bahan dan Metode.....	158
D. Hasil dan Pembahasan	159
E. Simpulan.....	165
F. Daftar Pustaka	166
 BAB VIII. RANGKUMAN.....	167
BAB IX. REKOMENDASI.....	173
LAMPIRAN	174

DAFTAR GAMBAR

	Keterangan	Halaman
Gambar 1.	Ikan Gabus	17
Gambar 2.	Struktur Primer Bovine Serum Albumin dengan Indikasi Tiga Domain A -Helikal (I, II Dan III), Masing-Masing Terdiri Dua Subdomain (A dan B), dan Ikatan SS Cross-Links	28
Gambar 3.	Skema Produksi Nanopartikel dengan Pendekatan <i>Top-Down</i> dan <i>Bottom-Up</i>	35
Gambar 4.	Fokus Aplikasi Nanoteknologi di Asia Pasifik 2016	40
Gambar 5.	Kerangka Pikir Penelitian	53
Gambar 6.	Diagram Alir Penelitian secara Umum.....	65
Gambar 7.	Diagram Alir Penelitian Tahap Pengelompokan Ikan Gabus.....	66
Gambar 8.	Diagram Alir Penelitian pada Tahap Pembuatan dan Karakterisasi KPIG.....	68
Gambar 9.	Diagram Alir Penelitian Tahap Proses Nano KPIG Metode Homogenisasi Ultrasonikasi.....	69
Gambar 10.	Diagram Alir Penelitian Tahap Proses Nano KPIG Metode Enzimatik	71
Gambar 11.	Hubungan antara Panjang dengan Berat Ikan Gabus budidaya	87
Gambar 12.	Hubungan antara Berat dengan Protein Ikan Gabus Budidaya.....	88
Gambar 13.	Hubungan antara Panjang dengan Protein Ikan Gabus Budidaya.....	89
Gambar 14.	Hubungan antara Panjang dengan Berat Ikan Gabus liar.	90
Gambar 15.	Hubungan antara Berat dengan Protein Ikan Gabus Liar.....	92

Keterangan	Halaman
Gambar 16. Hubungan antara Panjang dengan Protein Ikan Gabus Liar	92
Gambar 17. Morfologi Partikel KPIG Pembesaran 2000 Kali Pada Berbagai Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus.....	109
Gambar 18. Densitas Kamba KPIG pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus	110
Gambar 19. Kapasitas Emulsi KPIG pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus	112
Gambar 20. Daya Serap Air KPIG pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus	113
Gambar 21. Daya Serap Minyak KPIG pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus.....	115
Gambar 22. Kadar Air KPIG pada berbagai kelompok ukuran bahan baku ikan gabus.....	117
Gambar 23. Kadar Abu KPIG Pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus	118
Gambar 24. Kadar Lemak KPIG pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus	120
Gambar 25. Kadar Protein KPIG Pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus	121
Gambar 26. Profil asam amino antara HSA, KPIG, dan HAS.	126
Gambar 27. Pengaruh Lama Ultrasonikasi Terhadap Ukuran Partikel KPIG	139
Gambar 28. Hubungan Antara Kecepatan dan Waktu Homogenisasi KPIG dengan Indeks Polidispersitas pada Metode Homogenisasi-ultrasonikasi	142
Gambar 29. Distribusi Ukuran Berdasarkan Intensitas pada Perlakuan A1X (Homogenisasi Kecepatan 6500 rpm Selama 5 Menit)..	147
Gambar 30. Distribusi Ukuran Berdasarkan Intensitas pada Perlakuan A1X (Homogenisasi Kecepatan 6500 rpm Selama 5 Menit)..	147

Keterangan	Halaman
Gambar 31. Distribusi Ukuran Berdasarkan Intensitas pada Perlakuan B1Y (Homogenisasi Kecepatan 9500 rpm Selama 10 Menit).....	164
Gambar 32. Distribusi Ukuran Berdasarkan Intensitas pada Perlakuan B1Y (Homogenisasi Kecepatan 9500 rpm Selama 10 Menit).....	164
Gambar 33. Pengukuran panjang-berat ikan gabus.....	190
Gambar 34. Pengukuran panjang ikan gabus.....	190
Gambar 35. Preparasi sampel berdasarkan ukuran ikan	191
Gambar 36. Preparasi sampel untuk analisa protein terlarut	191
Gambar 37. Preparasi sampel menggunakan alat ultraturax	192
Gambar 38. Analisa ukuran dan distribusi ukuran partikel menggunakan Particle Size Analyzer.....	192

DAFTAR TABEL

Keterangan	Halaman
Tabel 1. Kandungan Ikan Gabus (<i>Channa striata</i>).....	18
Tabel 2. Komposisi Asam Amino Ikan gabus	18
Tabel 3. Komposisi Asam Lemak Ikan gabus	19
Tabel 4. Komposisi Mineral Ikan Gabus.....	19
Tabel 5. Asam Amino dan Kode yang Digunakan dalam Penyusunan Sequen Protein	27
Tabel 6. Spesifikasi Persyaratan Mutu Konsentrat Protein Ikan	30
Tabel 7. Analisis Sidik Ragam Berdasarkan Kelompok Ukuran dan Uji Duncan Kandungan Protein Ikan Gabus	93
Tabel 8. Asam Amino Ikan Gabus Liar Berdasarkan Kelompok Ukuran	95
Tabel 9. Komposisi Asam Amino KPIG Liar pada Berbagai Kelompok Ukuran Ikan Gabus	125
Tabel 10. Distribusi Ukuran NanoKPIG Berdasarkan Intensitas pada Metode Kombinasi Homogenisasi Ultrasonikasi.....	144
Tabel 11. Distribusi Ukuran NanoKPIG Berdasarkan Volumennya pada Metode Kombinasi Homogenisasi Ultrasonikasi.....	145
Tabel 12. Distribusi Ukuran Nano KPIG Berdasarkan Intensitasnya pada Metode Enzimatik.....	161
Tabel 13. Distribusi Ukuran Berdasarkan Volumennya pada Metode Enzimatik	162

DAFTAR LAMPIRAN

	Keterangan	Halaman
Lampiran 1. .	Hasil Pengukuran panjang-berat Ikan Gabus Budidaya..	174
Lampiran 2.a.	Hasil Analisa Kandungan Protein pada Berbagai Panjang Dan Berat Ikan Gabus Budidaya.....	175
Lampiran 2.b.	Hasil Analisis Sidik Ragam Kandungan Protein pada Berbagai Variasi Ukuran Panjang-Berat Ikan Gabus Budidaya	175
Lampiran 3.	Hasil Pengukuran Panjang-berat Ikan Gabus Liar.....	176
Lampiran 4.a.	Hasil Analisa Kandungan Protein pada Berbagai Panjang Dan Berat Ikan Gabus Liar	177
Lampiran 4.b.	Analisis Sidik Ragam Kandungan Protein pada Berbagai Variasi Ukuran Panjang-Berat Ikan Gabus Liar	177
Lampiran 5.a.	Hasil Perbandingan Kandungan Protein Antara Ikan Gabus Liar dan Budidaya	178
Lampiran 5.b.	Hasil Uji T Antara Kandungan Protein Ikan Gabus Liar dan Budidaya.....	179
Lampiran 6.a.	Rerata Kandungan Protein pada Kelompok Ukuran Ikan Gabus	180
Lampiran 6.b.	Hasil Analisis Sidik Ragam Kandungan Protein pada Kelompok Ukuran Ikan Gabus	181
Lampiran 6.c.	Hasil Uji Duncan Kandungan Protein pada Kelompok Ukuran Ikan Gabus.....	181
Lampiran 7.a.	Hasil Analisa Komposisi Asam Amino Ikan Gabus Liar Berdasarkan Kelompok Ukuran	182
Lampiran 7.b.	Analisis Asam Amino Ikan Gabus Liar Berdasarkan Kelompok Ukuran	183
Lampiran 7.c.	Hasil Uji Duncan Terhadap Asam Amino Ikan Gabus Liar Berdasarkan Kelompok Ukuran	184
Lampiran 8.a.	Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia pada KPIG Berbagai Kelompok Ukuran Ikan Gabus	185

	Keterangan	Halaman
Lampiran 8.b.	Hasil Analisis Sidik Ragam Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia pada KPIG Berbagai Kelompok Ukuran Ikan Gabus.....	186
Lampiran 8.c.	Hasil Uji Duncan Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia pada KPIG Berbagai Kelompok Ukuran Ikan Gabus	187
Lampiran 9.a.	Ukuran partikel KPIG dengan Proses Ultrasonikasi	188
Lampiran 9.b.	Hasil Analisis Sidik Ragam Ukuran partikel KPIG dengan Proses Ultrasonikasi	188
Lampiran 9.c.	Hasil Uji Duncan Ukuran partikel KPIG dengan Proses Ultrasonikasi	188
Lampiran 10.	Indeks Polidispersitas Nano KPIG pada Metode Kombinasi Homogenisasi-ultrasonikasi pada Kecepatan dan Waktu Homogenisasi	189
Lampiran 11.	Indeks Polidispersitas Nano KPIG pada Metode Enzimatik	189
Lampiran 12.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	190

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ikan gabus telah diasosiasikan oleh sebagian masyarakat sebagai ikan yang memiliki khasiat sebagai obat. Biasanya, ikan gabus diolah menjadi makanan lauk atau dikukus lalu diambil cairan kukusannya untuk dikonsumsi sebagai obat. Karena tidak praktis, tidak efisien dan tidak dapat bertahan lama, maka hal tersebut menjadi dasar munculnya berbagai penelitian mengenai produk dari ikan gabus, mulai dari penelitian kandungan ikan gabus, pengolahan menjadi makanan suplemen, produk olahan makanan kesehatan berbasis ikan gabus (Tawali *et al.*, 2012) serta uji praklinis dan klinis pada berbagai jenis penyakit (Arifin, 2014).

Ikan gabus merupakan ikan air tawar yang diketahui memiliki kandungan yang bermanfaat untuk kesehatan (Haniffa *et al.*, 2014; Asfar *et al.*, 2014; Asfar *et al.*, 2012; Mohd *et al.*, 2012; Mustafa *et al.*, 2012). Ikan gabus memiliki kandungan protein yang tinggi terutama albumin 15-20% (Tawali, *et al.*, 2012) dan asam amino esensial, lemak khususnya asam lemak esensial, mineral khususnya seng (Zn) dan beberapa vitamin, sifat fungsional dan sifat antioksidan yang baik bagi kesehatan (Galla *et al.*, 2012).

Dalam aspek klinis, ikan gabus telah diasosiasikan sebagai obat karena telah terbukti mampu membantu proses penyembuhan pada pasien pasca operasi (Taslim, 2004; Hidayanti, 2006; Suprayitno *et al.*, 2009) dan pasien luka bakar (Midu, 2012; Nasir, 2013; Sofyan, 2013;

Suma, 2014). Selain itu, telah pula dilakukan penelitian dengan pemberian ekstrak ikan gabus pada penderita stroke (Muliati, 2008; Vivien, 2012; dan Faradillah, 2012), penderita HIV/AIDS (Salma, 2006; Restiana, 2010; Ashari, 2010), penderita TBC dan luka dekubitus pada penyakit paru-paru (Malle, 2007; Arifin, 2014), penderita liver/gangguan fungsi hati/sirosis hepatitis (Rosa, 2011), pada ibu hamil penderita tekanan darah tinggi/pre-exlampsia (Meutia, 2011), penderita gejala gangguan ginjal (Shanty, 2009), Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan respon positif melalui peningkatan albumin darah, perbaikan status gizi pasien dan membantu mempercepat penyembuhan.

Kebutuhan ikan gabus sebagai bahan baku makanan suplemen dan makanan fungsional semakin meningkat. Salah satu nutrisi penting dalam ikan gabus adalah protein terlarut atau albumin dan kandungan asam aminonya yang lengkap (Wahab *et al.*, 2015; Haniffa *et al.*, 2014; Jais *et al.*, 1994; Januar *et al.*, 2015; Mohd *et al.*, 2012; Zakaria *et al.*, 2007; Zuraini *et al.*, 2006). Pengolahan ikan gabus berbasis protein ikan gabus telah banyak dilakukan, diantaranya pengolahan menjadi konsentrat protein ikan gabus (Tawali *et al.*, 2012; Asfar *et al.*, 2014), ekstrak protein ikan gabus (Mustafa *et al.*, 2012; Galla *et al.*, 2012; Romadhoni *et al.*, 2016), isolat albumin ikan gabus (Nugroho 2013), biskuit kaya albumin ikan gabus untuk balita (Anna *et al.*, 2014), formula krim untuk luka bakar (Midu *et al.*, 2012), dan makanan tradisional berbasis ikan gabus kaya albumin (Asfar *et al.*, 2015).

Selama ini kebutuhan ikan gabus diperoleh dari hasil tangkapan dari alam, namun beberapa petani telah mencoba untuk membudidayakannya. Karena ditangkap dari alam sehingga sulit dilakukan penentuan hubungan antara kandungan protein dengan jenis dan takaran pakan, serta umur ikan gabus. Pengukuran yang dapat dilakukan adalah pengukuran hubungan kandungan protein dengan ukuran ikan gabus. Demikian juga dengan ikan gabus budidaya yang dijadikan sampel penelitian, petani pembudidayanya tidak melakukan pengukuran pakan, dan perhitungan umur ikan secara spesifik. Petani tersebut hanya melakukan pembenihan sendiri, dan pembesaran ikan gabus dalam kolam sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran hubungan protein dengan jenis dan jumlah pakan, serta umur ikan gabus. Oleh karena itu, hubungan kandungan protein dilakukan pada variasi ukuran berat dan panjang ikan.

Ikan akan mengalami pertumbuhan sepanjang hidupnya, pertumbuhan ikan dapat dirumuskan sebagai pertambahan ukuran panjang dan berat dalam suatu waktu (Kusumaningrum *et al.*, 2014). Pertumbuhan berkaitan dengan masalah perubahan dalam besar jumlah, ukuran atau dimensi tingkat sel organ maupun individu yang bisa diukur dengan berat, ukuran panjang, umur tulang dan keseimbangan metabolik (Muthmainnah, 2013). Kuantifikasi untuk pertumbuhan dapat berupa panjang, bobot (basah dan kering) atau kandungan nutrien tubuh seperti protein, lemak, karbohidrat, dan kandungan energi.

Penelitian telah dilakukan mengenai hubungan berat-panjang dengan faktor kondisi pada ikan gabus (Muthmainnah, 2013), proporsi ikan gabus dengan kadar proksimat ikan gabus (Suwandi *et al.*, 2014), dan komposisi asam amino ikan gabus pada berbagai variasi ukuran (Gam *et al.*, 2005). Namun, penelitian tersebut tidak mengelompokkan ukuran ikan gabus. Penelitian ini mengidentifikasi hubungan antara panjang-berat ikan gabus, lalu menganalisa kandungan protein terlarut dan mengidentifikasi hubungan antara panjang dan berat dengan kandungan protein terlarut (albumin) kemudian mengelompokkan dan menganalisa kandungan asam amino berdasarkan kelompok ukurannya.

Salah satu produk olahan ikan gabus adalah konsentrat protein ikan gabus (KPIG). KPIG merupakan ekstrak protein dalam bentuk tepung yang digunakan sebagai makanan suplemen dan bahan dalam formulasi makanan olahan berbasis tepung protein ikan. Tawali *et al.* (2012) menggunakan KPIG sebagai suplemen makanan dan digunakan dalam formulasi biskuit fungsional (Anna *et al.*, 2014).

Ikan gabus memiliki kandungan protein yang tinggi terutama albumin (Asfar *et al.*, 2014) dan asam amino esensial, lemak khususnya asam lemak esensial, mineral khususnya seng (Zn) dan beberapa vitamin yang sangat baik bagi kesehatan. Kandungan asam amino esensial protein ikan gabus lebih lengkap dan kadarnya lebih tinggi dibandingkan dengan protein telur (Mustafa *et al.*, 2012). Kandungan asam lemak ikan gabus berupa omega 3, omega 6 dan omega 9 sangat baik bagi kesehatan

(Zuraini *et al.*, 2006). Ikan gabus memiliki kandungan mineral yang tinggi karena termasuk ikan yang suka berada pada dasar atau lumpur, khususnya Zn, Fe, (Marimuthu *et al.*, 2012). Selain itu, ikan gabus juga memiliki kandungan antioksidan dan antinociception (Zakaria *et al.*, 2006). Dalam aspek klinis, ikan gabus telah diasosiasikan sebagai obat karena telah terbukti secara klinis membantu proses penyembuhan pada pasien pasca operasi dan pasien luka bakar (Midu *et al.*, 2012; Restiana *et al.*, 2010).

KPIG telah digunakan pada beberapa produk seperti biskuit (Dewi Kartika *et al.*, 2014), dan minuman dispersi berbasis konsentrat protein ikan gabus (Hidayati *et al.*, 2016). Namun, belum ada yang mengkarakterisasi sifat fisikokimia konsentrat protein ikan gabus berdasarkan ukuran bahan baku ikan gabus yang digunakan, hal ini berkaitan dengan standarisasi bahan baku ikannya. Oleh karena itu, perlu diketahui sifat fisikokimia KPIG berdasarkan kelompok ukuran ikan gabus yang digunakan.

Teknologi nano yang merupakan teknologi yang relatif baru adalah teknologi yang melibatkan pembuatan dan rekayasa material organik dan anorganik untuk menghasilkan material nano. Material nano ini selanjutnya dapat dipergunakan untuk pembuatan instrument nano. Dunia saat ini sedang gencar-gencarnya mengarah ke revolusi nanoteknologi, dimana dalam periode 2010 sampai 2020 akan terjadi percepatan luar biasa dalam penerapan nanoteknologi di dunia industri.

Negara-negara seperti Amerika Serikat, Jepang, negara-negara Eropa, serta beberapa negara Asia, seperti Singapura, Cina, dan Korea tengah giat-giatnya mengembangkan cabang teknologi baru ini (Wardana *et al.*, 2014).

Nanoteknologi adalah teknik manipulasi atau rekayasa ukuran pada skala nanometer untuk berbagai manfaat dan aplikasi. Nano merupakan satuan panjang sebesar sepemiliar meter ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$). Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut dimanfaatkan untuk mendesain, menyusun atau memanipulasi material sehingga dihasilkan material dengan sifat dan fungsi baru. Pemanfaatan nanoteknologi bidang pangan, antara lain mampu menghasilkan produk-produk pangan dengan zat gizi tambahan tanpa mengganggu rasa. Selain itu, penyerapan zat gizi oleh tubuh juga akan lebih ditingkatkan dengan mengembangkan produk nanoteknologi. Zat gizi yang terkandung dalam pangan akan lebih efektif dan efisien diserap sesuai kebutuhan tubuh. Produk-produk nanoteknologi yang telah dikembangkan dibidang pangan fungsional misalnya nano-kurkumin, nano-gingseng, nano-kalsium dan nano-kitosan. Penerapan nanoteknologi bidang pangan sangat prospektif dikembangkan di tanah air karena Indonesia memiliki bahan-bahan pangan yang akan dikembangkan dengan nanoteknologi (Haryono, 2013). Dengan melimpahnya bahan tersebut, dalam beberapa tahun mendatang Indonesia bisa *leading* dalam bidang ini, salah satunya adalah produk-produk dari ikan gabus.

KPIG merupakan salah satu produk olahan ikan gabus yang dapat diolah menjadi nanoKPIG. Tepung KPIG memiliki ukuran partikel sekitar 100 mesh atau 10-100 μm . Pengecilan ukuran KPIG hingga nanometer dapat diaplikasikan kedalam makanan dan minuman sehingga penyerapan zat gizi oleh tubuh juga akan lebih ditingkatkan dan memperbaiki stabilitas dan sensori dalam formulasi makanan maupun minuman. Teknologi proses nanoteknologi KPIG yang dapat dikembangkan adalah menggunakan teknik ultrasonikasi, homogenisasi kecepatan tinggi dan penggunaan enzim untuk memecah partikel KPIG. Ultrasonikasi memiliki kemampuan memecah partikel dengan menggunakan gelombang ultrasoniknya, sedangkan homogenisasi stator memiliki prinsip mengaduk, menggerus dan menghomogenkan, dan enzim memiliki kemampuan menghidrolisis/memecah partikel secara enzimatik. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan proses pengecilan ukuran untuk memperoleh KPIG ukuran nanometer menggunakan metode ultrasonikasi, homogenisasi (fisik) dan enzimatik (kimia).

B. Rumusan Masalah

Kebutuhan ikan gabus terus meningkat untuk diolah menjadi makanan suplemen serta berbagai olahan makanan dan minuman. Kebutuhan ikan gabus saat ini sebagian besar masih diperoleh dari alam walaupun usaha budidaya terus dilakukan. Nutrisi penting pada ikan gabus adalah protein. Namun, ikan gabus tangkapan dari alam (liar) maupun budidaya masih sulit dilakukan pengukuran umur maupun pakan

sebagai faktor penting yang berhubungan dengan nilai nutrisinya. Pengukuran yang dapat dilakukan adalah menghubungkan antara ukuran berat dan panjang yang dihubungkan dengan nilai nutrisinya. Melihat keadaan tersebut, perlu dilakukan pengelompokan bahan baku untuk keperluan grading, dan standarisasi bahan baku.

Salah satu olahan ikan gabus yang telah dikembangkan adalah konsetrat protein ikan gabus (KPIG) sebagai makanan suplemen dan produk antara menjadi produk olahan lanjutan seperti biskuit, minuman dispersi dan berbagai formula premix. KPIG selama ini diolah dari bahan baku yang bervariasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan karakterisasi sifat fisikokimia konsetrat protein ikan gabus berdasarkan kelompok ukuran ikan gabus. Peluang pengembangan KPIG menjadi berbagai produk olahan dengan penyerapan nilai gizi yang lebih cepat, serta stabilitas dan sensori yang lebih baik yaitu dengan mengembangkannya melalui teknologi nano. Perlu dikembangkan metode untuk menghasilkan KPIG dengan ukuran nanometer.

Berdasarkan uraian tersebut dapat dirumuskan permasalahan yang akan dipecahkan melalui penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hubungan ukuran berat-panjang ikan gabus dengan kandungan protein dan asam amino?
2. Bagaimana karakteristik fisiko-kimia KPIG pada kelompok ukuran berat-panjang ikan gabus?

3. Bagaimana karakteristik ukuran partikel KPIG yang memperoleh perlakuan pengecilan ukuran metode fisik maupun metode kimia ?

C. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan mengelompokkan ukuran ikan gabus, dan mengkarakterisasi KPIG dan hasil proses nanoteknologinya.

Tujuan khusus penelitian ini adalah

1. Menentukan kandungan protein dan asam amino berdasarkan kelompok ukuran berat-panjang ikan gabus.
2. Mengkarakterisasi sifat fisiko-kimia KPIG pada kelompok ukuran berat-panjang ikan gabus.
3. Menganalisis metode homogenisasi-ultrasinikasi dalam menghasilkan KPIG berukuran nano.
4. Menganalisis metode enzimatik dalam menghasilkan KPIG berukuran nano.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat terhadap perkembangan ilmu dan teknologi pangan, bidang kesehatan dan bidang aplikasi teknologi dan industri :

1. Ilmu dan teknologi pangan: Teknologi nano merupakan teknologi terkini yang telah banyak diterapkan dalam bidang eletronik, kimia, fisika, farmasi dan industri kesehatan, sedangkan aplikasi Nanoteknologi dibidang pangan masih terbatas. Dengan adanya

penelitian ini dapat mengembangkan aplikasi nanoteknologi dalam bidang pangan yang lebih luas.

2. Kesehatan: Nanoteknologi dalam bidang pangan yang menghasilkan nanopartikel bioaktif/zat gizi yang memiliki manfaat bagi kesehatan masih terbatas. Nanoteknologi pada konsentrat protein ikan gabus menghasilkan nano konsentrat protein ikan gabus yang diharapkan memiliki kontribusi terhadap perkembangan pangan fungsional di masa yang akan datang.
3. Teknologi dan Industri; perkembangan nanoteknologi di bidang pangan semakin pesat, baik aplikasinya dalam teknologi kemasan, nanosensor, *nanocarier*, dan nanoenkapsulasi. Teknologi nano pada konsentrat protein ikan gabus diharapkan dapat diaplikasikan dalam dunia industri sebagai ingredien bahan pangan maupun sebagai pangan suplemen.

E. Kebaruan Penelitian

Kebaruan penelitian ini berupa :

1. Kandungan protein dan asam amino berdasarkan pengelompokan ukuran ikan gabus.
2. Metode rekayasa ukuran konsentrat protein ikan gabus menjadi nanokonsentrat protein ikan dan karakteristik partikelnya.
3. Memperoleh nanoKPIG dengan metode kombinasi homogenisasi-ultrasonikasi.
4. Memperoleh nanoKPIG dengan metode enzimatik.

F. Daftar Pustaka

- Asfar, M. 2012. Optimalisasi Ekstraksi Albumin Ikan Gabus (*Channa striatus*) dan Pemurnian pada Titik Isoelektriknya. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Asfar, M., A. B. Tawali, N. Abdullah, and M. Mahendradatta. 2014. Extraction of albumin of snakehead fish (*Channa striatus*) in producing the fish protein concentrate (fpc). *International Journal of Scientific & Technology Research* 3(4):85–88.
- Asfar, M., A. B. Tawali, M. Mahendradatta, dan A. Laga. 2015. Inovasi olahan pangan kesehatan berbasis ikan gabus (review). Pp. 389–94 in *Prosiding Seminar Nasional PERTETA*. Makassar.
- Ashari, N. 2010. Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus terhadap Peningkatan Imunitas Penderita HIV/AIDS. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Anna, S. S., L. Kustiyah., A. Khomsan, T.M. Gantohe, D Kartika dan Marliyati. 2014. Uji organoleptik formulasi biskuit fungsional berbasis tepung ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Agritech* 34(2).
- Arifin, M., V. Hadju, N. Astuti, & S. Wahyuni. 2014. Supplements effect of virgin coconut oil and albumin capsules (snakehead fish protein) on tb patients receiving multi drugs therapy-DOTS strategic in BBKPM Makassar. *International Journal of Scientific and Research Publications*, pp.1-6
- Galla, N.R., B. Karakala, S. Akula, and P. R. Pamidighantam. 2012. Physico-chemical, amino acid composition, functional and antioxidant properties of roe protein concentrates obtained from *Channa striatus* and *Lates calcarifer*. *Food Chemistry* 132(3):1171–76. Retrieved September 12, 2015 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611016372>).
- Gam, L-H., C-Y. Leow, and S. Baie. 2005. Amino acid composition of snakehead fish (*Channa striatus*) of various sizes obtained at different times of the year. *Malaysian Journal of Pharmaceutical Sciences* 3(2):19–30. Retrieved ([http://web.usm.my/mjps/MJPS3\(2\)2005/MJPS3.2.3.pdf](http://web.usm.my/mjps/MJPS3(2)2005/MJPS3.2.3.pdf)).
- Faradillah. 2012. Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Keseimbangan Nitrogen Pasien Stroke. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar

- Jais, A. M. M., R. McCulloch, and K. Croft. 1994. Fatty Acid and Amino Acid Composition in Haruan as a Potential Role in Wound Healing. *General Pharmacology: The Vascular System* 25(5):947–50. Retrieved September 20, 2015 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0306362394901015>).
- Januar, H. I., N. D. Fajarningsih, D. S. Zilda, A. Bramandito, and A. D. Wright. 2015. Concentration of Fish Serum Albumin (FSA) in the Aqueous Extract of Indonesian Perciformes Fishes' Muscle Tissue. *Natural Product Research* 29(February):1–3. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2014.1003298>).
- Haniffa, M., A. Kader, P. A. J. Sheela, K. Kavitha, and A. M. M. Jais. 2014. Salutary value of haruan, the striped snakehead *Channa striatus*- review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 4(April (Suppl 1)):S8–15. Retrieved (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4025303&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>).
- Hidayati, G. S., A. B. Tawali, and Metusalach. 2016. Optimization of formula and characterization of snakehead murrel (*Channa striata*) extract dispersion as food supplement. *J. Sains & Teknologi*, 16(1):95–100.
- Haryono. 2013. Tren Nanoteknologi di Industri Pangan pada 2010, Majalah Sains Indonesia, Indonesia
- Kusumaningrum, G. A., M. A. Alamsjah, dan E. D. Masithah. 2014. Uji kadar albumin dan pertumbuhan ikan gabus (*Channa striata*) dengan kadar protein pakan komersial yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan* 6(1):25–29.
- Malle, J. 2007. Pengaruh Pemberian Kapsul Ektrak Ikan Gabus Terhadap Perubahan Status Gizi, Kadar Albumin dalam Darah, Asupan Makanan dan Proses Penyembuhan Penyakit pada Pasien TBC. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Mardiana, M. 2013. Peranan Suplemen Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Kadar TNF- α Pasien Luka Bakar Grade 2. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Marimuthu, K., M. Thilaga, S. Kathiresan, R. Xavier, and R. H. M. H. Mas. 2012. Effect of different cooking methods on proximate and mineral composition of striped snakehead fish (*Channa striatus*, Bloch). *Journal of Food Science and Technology* 49(3):373–77.

- Meutia. 2011. Pengaruh Pemberian Suplementasi Albumin Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) terhadap Kadar Albumin pada Ibu Hamil dengan Preeklamsia. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Midu, H, N. A. Taslim, and N. Jafar. 2012. Benefits of giving pujimin cream on healing of burn patients. *JST Kesehatan* 2(1):76–84.
- Mohd Shafri, M.A. and M. J. Abdul Manan. 2012. Therapeutic potential of the haruan (*Channa striatus*): from food to medicinal uses. *Malaysian Journal of Nutrition* 18(1):125–36.
- Muliati, S. 2008. Efek Pemberian Kapsul Albumin Ikan Gabus terhadap Perubahan Status Gizi dan Status Neurologis Penderita Stroke di RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo, Makassar Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Mustafa, A., M. A. Widodo, and Y. Kristianto. 2012. Albumin and zinc content of snakehead fish (*Channa striata*) extract and its role in health. *IEEESE International Journal of Science and Technology* 1(2):1–8.
- Muthmainnah, D. 2013. Hubungan panjang berat dan faktor kondisi ikan gabus (*Channa striata* Bloch, 1793) yang dibesarkan di Rawa Lebak, Provinsi Sumatera Selatan. *Depik* 2(3):184–90. Retrieved (<http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/depik/article/view/993>).
- Nasir. 2013. Peranan Antioksidan (Zink/Vitamin C) dan Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Kadar Zink Serum, Malondialdehida (MDA). Albumin, Balance Nitrogen Penderita Luka Bakar Grade 2. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Nugroho, M. 2013. The effect of temperature and duration of the steaming extraction albumin content and yield from the fish gabus (*Ophiocephalus Striatus*). *Jurnal Saintek Perikanan* 8(2):38–43. Retrieved (<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek/article/view/8100>).
- Romadhoni, A. Rasyid, E. Afrianto, and R. I. Pratama. 2016. Extraction of snakehead fish [*Ophiocephalus Striatus* (Bloch, 1793)] into fish protein concentrate as albumin source using various solvent. *Aquatic Procedia* 7(Agustus):4–11.
- Rosa. 2011. Pengaruh Pemberian Ikan Gabus Pujimin terhadap Kadar Albumin Serum, Pengukuran LILA, dan TST untuk Menentukan

- LILA dan Pemeriksaan UHA di RS Djamil Padang. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar..
- Restiana, N. A. Taslim, dan A. Bukhari. 2010. Pengaruh pemberian ekstrak ikan gabus terhadap kadar albumin dan status gizi penderita HIV/AIDS yang mendapatkan terapi ARV. *E-Jurnal Repository Universitas Hasanuddin*.
- Salma. 2006. Effect of Supplementation Fish Albumin on Nutritional Status and Albumin Level Of HIV/AIDS. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS
- Shanty. 2009. Pengaruh Suplemen Kapsul Protein Ekstrak Ikan Gabus (*Ophiocephalus Striatus*) pada Penderita Sindrom Nefrotik Anak. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Sofyan. 2013. Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Keseimbangan Nitrogen Pasien Luka Bakar. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Suma. 2014 Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Dosis Tinggi Terhadap Kadar Albumin, TNF- α , MDA Pada Luka Bakar Derajat 2. Tesis. Program Pascasarjana UNHAS. Makassar.
- Suprayitno, E., Mujiharto, Titik, 2009, The Effect of Fish Albumin Powders on Wound Healing of Wistar Rattus novegircus. Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang.
- Suwandi, Ruddy, Nurjanah, and M. Winem. 2014. Proporsi bagian tubuh dan kadar proksimat ikan gabus pada berbagai ukuran. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 17(1):22–28. Retrieved (<http://journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/article/view/8134>).
- Taslim, N. A., 2004. Penyuluhan gizi, pemberian soy protein dan perbaikan status gizi penderita tuberkulosis di Makassar. *Jurnal Medika Nusantara*. Vol. 25. No. 2. www.med.unhas.ac.id. 2004
- Tawali, A. B., M. K. Roreng, dan M. Mahendradatta. 2012. “Difusi Teknologi Produksi Konsentrat Protein Dari Ikan Gabus Sebagai Food Supplement Di Jayapura.” Pp. 243–47 in *Prosiding In sinas*.
- Vivien, 2012. Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Terhadap kadar TNF- α penderita Stroke. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Wahab, S. Z. A., A. Abdul Kadir, N. Hussain, J. Omar, R. Yunus, S. Baie, ...W. Z. Wan Yusoff. 2015. The effect of *Channa striatus*

(haruan) extract on pain and wound healing of post-lower segment caesarean section women. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015(April), 1–6. <https://doi.org/10.1155/2015/849647>

- Wardana, A. A., 2014. Mengenal Nanoteknologi & Aplikasinya untuk Nilai Tambah Komoditas Hortikultura Indonesia. <http://nano.or.id/opini/mengenal-nanoteknologi-aplikasinya-untuk-nilai-tambah-komoditas-hortikultura-indonesia>. Akses 17 Agustus 2015
- Zakaria, Z. A., A. M. M. Jais, Y. M. Goh, M. R. Sulaiman, and M. N. Somchit. 2007. Amino acid and fatty acid composition of an aqueous extract of *Channa striatus* (haruan) that exhibits antinociceptive activity. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* 34(3):198–204.
- Zakaria, Z. A., A. M. M. Mat Jais, M. N. Somchit, R. Sulaiman, and C. Fatimah. 2006. Report on some of physical properties of bioactive compounds responsible for the *Channa striatus* fillet extract antinociceptive activity. *Journal of Biological Sciences* 6(4):680–86.
- Zuraini, A., M. N. Somchit, M. H. Solihah, Y. H. Goh, A. K. Arifah, M. S. Zakaria, ... A. M. M. Jais. 2006. Fatty acid and amino acid composition of three local Malaysian *Channa* spp. fish. *Food Chemistry*, 97(4), 674–678. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.04.031>

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ikan Gabus

Ikan gabus adalah ikan air tawar yang memiliki bentuk tubuh *sub-cylindrical*, kepala *depressed* dan sirip ekor *rounded*, memiliki corak predator dan dapat ditemui di seluruh perairan Indonesia. Ikan sejenis yang memiliki kemiripan dengan ikan gabus dari Genus *Channa* adalah *Channa micropeltes* atau ikan toman dapat ditemui di pulau Kalimantan. Ikan gabus merupakan salah satu ikan air tawar yang mengandung albumin tinggi dan sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia (Firlianty *et al.*, 2014).

Klasifikasi Ikan Gabus adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Phylum	: <i>Chordata</i>
Sub Phylum	: <i>Vertebrata</i>
Klas	: <i>Pisces</i>
Sub Klas	: <i>Teleostei</i>
Ordo	: <i>Labyrinthychy</i>
Family	: <i>Channidae</i>
Genus	: <i>Channa</i>
Spesies	: <i>Channa striata</i> <i>Ophiohepalus striatus</i>
Nama Inggris	: Snakehead
Nama Indonesia	: Ikan Gabus

Nama Daerah : Kanjilo (Makassar), Bale Salo (Bugis), Haruan (Kalimantan, Malaysia), Gastor (Papua).

Bentuk ikan gabus dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Ikan Gabus

B. Kandungan Ikan Gabus

Ikan gabus memiliki kandungan protein yang tinggi terutama albumin 15-20% (Tawali *et al.*, 2012) dan asam amino esensial, lemak khususnya asam lemak esensial, mineral khususnya seng (Zn) dan beberapa vitamin yang baik bagi kesehatan. Kandungan asam amino esensial protein ikan gabus lebih lengkap dan kadarnya lebih tinggi dibandingkan dengan protein telur (Mustafa *et al.*, 2012). Kandungan asam lemak ikan gabus berupa omega 3, omega 6 dan omega 9 yang baik bagi kesehatan (Zuraini *et al.*, 2012). Ikan gabus memiliki kandungan mineral yang tinggi terutama kandungan Zn dan Fe karena termasuk ikan yang suka berada pada dasar atau lumpur, (Marimutu *et al.*, 2012). Selain itu, ikan gabus juga memiliki kandungan antioksidan dan antinociception (Zakaria *et al.*, 2006).

Ikan gabus segar mengandung sekitar 13,9% protein termasuk albumin pada kadar air 70-75%, lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Ikan Gabus (*Channa striata*)

Kandungan	Satuan	Kadar	Sumber
Protein	%	13,9	Marimutu <i>et al.</i> , 2012
Albumin	% dalam ekstrak	2,17	
	% dalam Konsentrat	14-15	Tawali <i>et al.</i> , 2012
Lemak	%	5,9	Marimutu <i>et al.</i> , 2012
Total Abu	%	0,77	Marimutu <i>et al.</i> , 2012

Komposisi asam amino ikan gabus yang terbesar adalah asam glutamat kemudian asam aspartat masing-masing 14,15% dan 9,57%. Komposisi asam amino esensialnya lengkap dengan presentase yang cukup besar. Secara lengkap komposisi asam amino tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Asam Amino Ikan gabus

Kandungan	Kadar (g /100 gram total asam amino)
Phenilalanin	4,734
Isoleusin	5,032
Leusin	8,490
Metionin	3,318
Valin	5,128
Threonin	5,039
Lisin	9,072
Histidin	2,857
Aspartit	9,571
Glutamit	14,153
Alanin	5,871
Prolin	3,618
Arginin	8,675
Serin	4,642
Glisin	4,815
Cistein	0,930
Tirosin	4,100

Sumber : Gam *et al.*, 2005

Komposisi asam lemak ikan gabus disusun dari asam lemak tak jenuh dan asam lemak jenuh, secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Komposisi Asam Lemak Ikan gabus

Tabel 3. Komposisi Asam Lemak Ikan gabus

Kandungan Asam Lemak	Kadar (% dari total asam lemak)
C16:0 asam Palmitic	30,39
C18:0 asam stearat	15,18
C16:1 asam palmitat	2,98
C18:1 Asam oleat	12,04
C18:2 Asam linolieat	8,34
C20:4 Asam Arachidonat	19,02
C22:6 Asam dokosaheksaenoat	15,18

Sumber : Zuraini *et al.*, 2006

Ikan gabus merupakan ikan yang hidup di dasar perairan dan salah satu makanannya adalah lumpur. Hal ini memungkinkan ikan gabus memiliki kandungan mineral yang tinggi. Kandungan mineral tertinggi adalah mineral kalium dan pospor, secara lengkap komposisi mineral pada ikan gabus dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Mineral Ikan Gabus

Komposisi Mineral	Kadar (mg/kg)
Na (Natrium)	346
K (Kalium)	2195
Ca (kalsium)	290
Mg (Magnesium)	215
Fe (Zat Besi)	6,4
Zn (Zink/Seng)	5,1
Mn (Mangan)	0,88
Cu (Tembaga)	1,3
P (Pospor)	1240

Sumber: Marimutu *et al.*, 2012

C. Aspek Klinis Protein Ikan Gabus

Di Sulawesi Selatan, ikan gabus sering dikonsumsi oleh perempuan yang baru melahirkan. Dengan mengonsumsi ikan gabus, diharapkan perempuan yang melahirkan cepat sembuh dan menghasilkan Air Susu Ibu (ASI) yang banyak untuk kebutuhan bayinya. Di daerah Tanah Toraja dan Enrekang, ikan gabus diberikan sejak dulu kepada anak-anak karena dipercaya dapat meningkatkan kekebalan tubuh anak-anak (Ghufran, 2010).

Dalam aspek klinis, Ikan gabus telah diasosiasikan sebagai obat karena telah terbukti secara klinis membantu proses penyembuhan pada pasien pasca operasi (Taslim, 2004; Hidayanti, *et. al.*, 2006; Suprayitno *et al.*, 2009) dan pasien luka bakar (Nasir, 2013; Sofyan, 2013; Suma, 2014). Selain itu, telah pula dilakukan penelitian dengan pemberian ekstrak ikan gabus pada penderita stroke (Naomi, 2008; Muliati, 2008; Vivien, 2012; dan Faradillah, 2012), penderita HIV/AIDS (Salma, 2006; Restiana, 2010; Ashari, 2010), penderita TBC dan luka dekubitus pada penyakit paru-paru (Taslim, 2005; Malle, 2007; Arifin, 2014), penderita liver/gangguan fungsi hati/sirosis hepatis (Rosa, 2011), pada ibu hamil penderita tekanan darah tinggi/pre-eclampsia (Meutia, 2011), penderita gejala gagal ginjal (Shanty, 2009), penelitian tersebut memberikan hasil yang positif dengan adanya peningkatan albumin darah, perbaikan status gizi pasien dan membantu mempercepat penyembuhan.

D. Ekstraksi Albumin Ikan Gabus

Ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair dibuat dengan mengambil sari simplisia nabati atau hewani menurut cara yang cocok diluar pengaruh cahaya matahari langsung. Menurut Departemen Kesehatan RI Simplisia adalah bahan alami yang digunakan untuk obat dan belum mengalami perubahan proses apa pun, dan kecuali dinyatakan lain, umumnya berupa bahan yang telah dikeringkan. Cairan ekstraksi umumnya digunakan air, eter atau campuran etanol air. Ekstraksi simplisia dengan air dilakukan dengan cara maserasi, perkolasi atau penyeduhan dengan air mendidih. Ekstraksi dengan campuran etanol air dilakukan dengan cara maserasi atau perkolasi (Farmakope Indonesia, 1979)

Tujuan pengekstraksian adalah untuk menarik komponen kimia dalam organ, atau sel bahan. Ekstraksi merupakan peristiwa pemisahan zat yang semula berada dalam sel, ditarik keluar cairan pelarut sehingga zat aktif larut dalam cairan pelarut (Zenta, 2002).

Purifikasi protein merupakan tahap yang harus dilakukan untuk mempelajari sifat dan fungsi protein. Sejumlah besar protein, lebih dari seribu macam, telah berhasil diisolasi dalam bentuk yang murni. Kini protein dapat dipisahkan dari molekul lain berdasarkan ukuran, kelarutan, muatan dan afinitas ikatan (Winarno, 2004).

Setiap protein mempunyai sifat atau karakteristik yang berbeda-beda sehingga cara isolasi dan perifikasinya berbeda pula. Protein yang

dihasilkan secara ekstraselular mempunyai bobot molekul agak kecil dengan jumlah yang lebih besar dan lebih mudah dimurnikan. Sebaliknya enzim yang terdapat di dalam sel biasanya mempunyai bobot molekul yang lebih besar dan strukturnya tidak begitu stabil sehingga aktivitasnya mudah hilang. Tahap pertama dalam purifikasi albumin yang terdapat di dalam sel hewan adalah pemecahan sel hewan yang efektif dilakukan adalah dengan blender dan beku-cair (Bollag *et al.*, 1996)

Ekstrak kasar protein mengandung puluhan macam protein atau enzim yang terlibat dalam metabolisme. Purifikasi protein terdiri atas beberapa tahap dan setiap tahap purifikasi selalu diikuti dengan uji kadar proteinnya. Purifikasi protein bertujuan untuk mendapatkan larutan protein yang hanya mengandung protein tertentu saja misalnya albumin murni.

Protein berdasarkan susunan molekulnya dan kelarutannya menurut Winarno (2004), dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

- a) protein *fibriler/skleroprotein* adalah protein berbentuk serabut. Protein ini tidak larut dalam pelarut-pelarut encer, baik larutan garam, asam, basa, ataupun alkohol. Contoh protein fibriler adalah kalogen yang ada pada tulang rawan, miosin pada otot, karelin pada rambut, fibrin pada gumpalan darah.
- b) Protein globuler yaitu protein berbentuk bola. Protein ini larut dalam air, pelarut garam dan asam encer, juga lebih mudah berubah dibawah pengaruh suhu, konsentrasi garam, dan pelarut asam. Contoh

protein glubuler adalah albumin, globulin, glutelin, prolamin, histon, dan protamin.

Dalam mengekstrak perlu dilakukan pemerasan bahan ekstraksi. Menurut Bernasconi *et al.* (1995) bahwa semakin meningkatnya kadar albumin pada perasan diduga sebagai akibat gaya adhesi setelah pemisahan larutan ekstrak. Kemudian akan selalu tertinggal larutan ekstrak dalam kuantitas tertentu di dalam bahan ekstraksi. Karena perpindahan massa berlangsung pada bidang kontak antara fase padat dan cair maka bahan itu perlu memeperkecil ukuran untuk memperluas permukaan. Difusi menjadi lebih pendek dengan mengurangi tahanan dan semakin meningkatnya variabel waktu dan suhu yang diberikan, maka panas yang diterima oleh daging ikan gabus yang sudah dicincang semakin tinggi akhirnya mempercepat pelarutan protein.

E. Pemisahan/Fraksinasi Albumin

Albumin merupakan fraksi protein sehingga proses pemisahannya dapat dilakukan menggunakan prinsip-prinsip pemisahan protein. Pemisahan protein umumnya dilakukan dengan menggunakan berbagai pelarut, elektrolit atau keduanya, untuk mengeluarkan fraksi protein yang berbeda menurut karakteristiknya (Murray *et al.*, 1995). Pemisahan protein dari berbagai campuran yang terdiri dari berbagai macam sifat asam-basa, ukuran dan bentuk protein dapat dilakukan dengan cara elektroforesa, kromatografi, pengendapan, dan perbedaan kelarutan

(Rhodes *et al.*, 2009). Prinsip dari masing-masing metode pemisahan fraksi protein tersebut adalah sebagai berikut:

1. Elektroforesa

Elektroforesa merupakan teknik pemisahan senyawa yang tergantung dari pergerakan molekul bermuatan. Jika suatu larutan campuran protein diletakkan di antara kedua elektroda, molekul yang bermuatan akan berpindah ke salah satu electrode dengan kecepatan tergantung pada muatan bersihnya, dan tergantung pada medium penyangga yang digunakan. Kecepatan gerak albumin dalam elektroforesa adalah 6,0 dalam buffer berkekuatan ion 0,1 pH 8,6 (Pesce *et al.*, 1987)

2. Kromatografi

Kromatografi meliputi cara pemisahan bahan terlarut dengan memanfaatkan perbedaan kecepatan geraknya melalui medium berpori (Sudarmadji, 1996). Metode ini didasarkan pada perbedaan kelarutan dan sifat asam basa pada masing-masing fraksi protein. Ada tiga teknik kromatografi yang biasanya digunakan untuk pemisahan protein yaitu kromatografi partisi dan kromatografi penukar ion, dan kromatografi lapis tipis.

3. Pengendapan protein sebagai garam

Sebagian besar protein dapat diendapkan dari larutan air dengan penambahan asam tertentu, seperti asam triklorasetat dan asam perklorat. Penambahan ini menyebabkan terbentuknya garam protein yang tidak

larut. Zat pengendap lainnya adalah asam tungstat, fosfotungstat, dan metafosfat. Protein juga dapat diendapkan dengan kation tertentu seperti Zn dan Pb.

4. Pengendapan protein dengan penambahan garam

Pengendapan protein dengan cara penambahan garam didasarkan pada pengaruh yang berbeda dari penambahan garam tersebut pada kelarutan protein globuler. Pada umumnya dengan meningkatnya kekuatan ion, maka kelarutan protein semakin besar, tetapi setelah mencapai titik tertentu kekuatannya justru akan semakin menurun. Pada kekuatan ion rendah gugus protein yang terionisasi dikelilingi oleh ion lawan sehingga terjadinya interaksi antar protein, dan akibatnya kelarutan protein akan menurun. Jenis garam netral yang biasa digunakan untuk pengendapan protein adalah magnesium klorida, magnesium sulfat, natrium sulfat, dan ammonium sulfat (Murray *et al.*, 1995).

5. Pengendapan pada titik isoelektik

Titik isoelektik adalah pH pada saat protein memiliki kelarutan terendah dan mudah membentuk agregat dan mudah diendapkan (Sudarmadji, 1996). Berbagai protein globular mempunyai daya kelarutan yang berbeda di dalam air. Variable yang mempengaruhi kelarutan ini adalah pH, kekuatan ion, sifat dielektrik pelarut dan temperatur. Setiap protein mempunyai pH isoelektik, dimana pada pH isoelektik tersebut molekul protein mempunyai daya kelarutan yang minimum. Perubahan pH akan mengubah ionisasi gugus fungsional protein, yang berarti pula

mengubah muatan protein. Protein akan mengendap pada titik isoelektiknya, yaitu titik yang menunjukkan muatan total protein sama dengan nol (0), sehingga interaksi antar protein menjadi maksimum (Rhodes *et al.*, 2009).

6. Pengendapan protein dengan pemanasan

Temperatur dalam batas-batas tertentu dapat menaikkan kelarutan protein. Pada umumnya kelarutan protein naik pada suhu lebih tinggi (0-40°C). Pada suhu di atas 40°C kebanyakan protein mulai tidak mantap dan mulai terjadi denaturasi. Denaturasi dapat didefinisikan sebagai perubahan struktur sekunder, tersier, dan kuartener dari molekul protein tanpa terjadinya pemecahan ikatan peptide. Peristiwa denaturasi biasanya diikuti dengan koagulasi (penggumpalan). De Man (1989) menjelaskan bahwa rentang suhu denaturasi dan koagulasi sebagian besar protein sekitas 55 sampai 72°C. Suhu koagulasi albumin telur 56°C, albumin serum sapi 67°C, dan albumin susu sapi 72°C.

F. Struktur Kimia Protein dan Albumin Ikan Gabus

Sekuen asam amino Ikan gabus (1-339) yang dianalisa dari NADH dehydrogenase subunit 5, partial (mitochondrion) [*Channa striata*]. sebagai berikut:

```

"SSIVMSSSLI IIFAILSYP I LSTIRPSSPH WALSHVKTAV KLAFLTSLLP
LFIFLTEGAE VIITNWSWMN THTFDINISL KFDHYSIIFI PIALYVTWSI
LEFASWYMHS DPYMNRFKY LLIFLIAMII LVTANNMFQL
FIGWEGVGIM SFLIGWWYG RADANTAALQ AVVYNRVGDI
GLIFSMAWLA TNLNSWEMQQ MFTASNNLDL TLPLFGLILA

```

ATGKSAQFGL HPWLPSAMEG PTPVSALLHS STMVVAGIFL
 LVRMAPLLEN NQTALTACLK LGALTTLFTA TCALTQNDIK
 KIVAFSTSSQ LGLMMVTIGL NQPQLAFLHI CTHAFFKAM”

(Tan *et al.*, 2012)

Asam amino pada sekuen protein di wakili oleh kode A-Y. Untuk memahami kode-kode sekuen asam amino pada protein tersebut diatas, kode setiap asam amino dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Asam Amino dan Kode yang Digunakan dalam Penyusunan Sekuen Protein

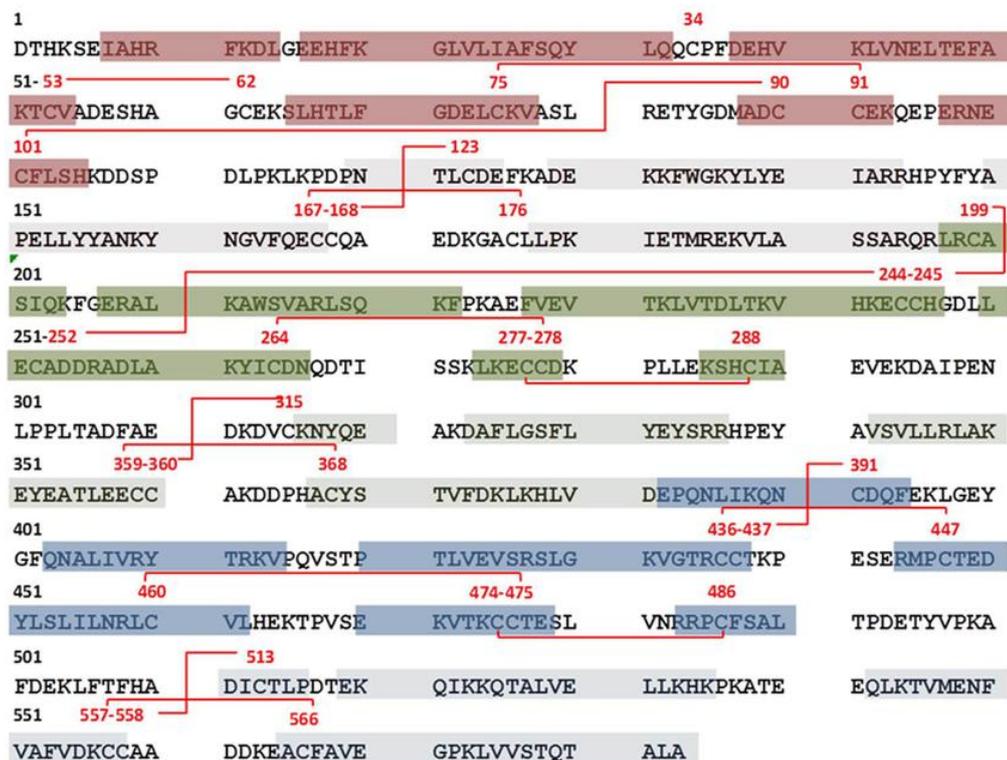
Asam Amino	Kode	Asam Amino	Kode
Alanine	A	Asparagine	N
Cysteine	C	Pyrrolysine	O
Aspartic acid	D	Proline	P
Glutamic acid	E	Glutamine	Q
Phenylalanine	F	Arginine	R
Glycine	G	Serine	S
Histidine	H	Threonine	T
Isoleucine	I	Selenocysteine	U
Lysine	K	Valine	V
Leucine	L	Tryptophan	W
Methionine	M	Tyrosine	Y

Belum ditemukan sekuen asam amino albumin pada ikan gabus, maka untuk memperoleh gambaran umum dapat dilihat pada sekuan asam amino albumin ikan salmon berikut (Byrnes & Ganno, 1990).

```
>asSA  MQWLSVCSLLVLLS-----VLSRS---QAQNQICTIFTEAKEDGFKSLILVGLAQNLPD
>x1SA  MKWITLICLLISSTLIESRIIFKRDTDVDHHKHIADMYNLLTERTFKGLTLAIVSQNLQK
>rSA   MKWVTFLLLLFISGSFAFRGVFRREA---HKSEIAHRFKDLGEQHFKGLVLIAFSQYLQK
>bSA   MKWVTFISLLLLFSSAYSRGVFRRTD---HKSEIAHRFKDLGEEHFKGLVLIAFSQLQQ
>hSA   MKWVTFISLLLFSSAYSRGVFRRTD---HKSEVAHRFKDLGEENFKALVLIAFAQYLQQ
```

Sebagai perbandingan struktur protein Human Serum Albumin (HSAw2www zqs2s) (Rombouts *et al.*, 2015), dapat dilihat pada Gambar 2.

(a)



Gambar 2. Struktur Primer Bovine Serum Albumin dengan Indikasi Tiga Domain A -Helikal (I, II Dan III), Masing-Masing Terdiri Dua Subdomain (A dan B), dan Ikatan SS Cross- Links

G. Konsentrat Protein Ikan Gabus

Konsentrat protein ikan adalah suatu produk untuk dikonsumsi manusia yang dibuat dari ikan utuh atau hewan air lain atau bagian daripadanya, dengan cara menghilangkan sebagian besar lemak dan kadar airnya sehingga diperoleh kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan baku asalnya. Pengolahan konsentrat

protein ikan yang dikembangkan masih secara konvensional kurang disukai masyarakat karena dua hal. Pertama, pengolahan yang dilakukan berbentuk mirip tepung ikan yang umumnya digunakan untuk ternak, dan kedua sulit ditambahkan dalam pengolahan pangan yang lain sehingga banyak orang yang tidak mau mengkonsumsinya (Windsor, 2001). Akan tetapi, pengolahan menggunakan teknologi modern diperoleh produk konsentrat berkualitas sehingga dapat diaplikasikan pada berbagai produk pangan.

Konsentrat protein ikan dapat digunakan sebagai suplemen makanan dan bahan fortifikasi berbagai makanan untuk memperkaya protein dan nilai gizi produk makanan suplemen terutama untuk anak-anak. Konsentrat ikan ini sangat banyak aplikasinya dalam berbagai produk makanan, contohnya digunakan sebagai bahan tambahan dalam sup, kuah daging, makanan diet, penyedap sosis, biskuit, cracker, dan mayonais (Mayangsari, 2012).

Pengolahan dalam bentuk konsentrat protein ikan dapat menjadi suatu bentuk alternatif bahan pangan. Selain memiliki daya simpan cukup lama dibandingkan dengan ikan segar, bentuk konsentrat protein ikan yang berupa bubuk/tepung menjadikan bubuk konsentrat protein ikan lebih fleksibel dalam pemanfaatannya. Penggunaan bubuk konsentrat protein ikan sebagai bahan substitusi ataupun sebagai bahan fortifikasi dalam pembuatan produk pangan merupakan salah satu alternatif

penggunaan yang menjanjikan, terutama dari segi kualitas zat gizi yang dihasilkan.

Konsentrat protein ikan hampir sama dengan tepung ikan, namun pembuatan tepung ikan bertujuan untuk pakan ternak bukan untuk konsumsi manusia. Konsentrat protein ikan adalah salah satu metode penyajian ikan dengan tujuan untuk konsumsi manusia. Konsentrat protein ikan menurut Windsor (2001) dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Jenis A: tepung yang rasanya hambar dan tidak berbau dimana memiliki total kandungan lemak 0,75%
2. Jenis B: tepung yang tidak memiliki batasan spesifik untuk bau dan rasa, tetapi memiliki rasa ikan dan total kandungan lemak 3%
3. Jenis C: tepung ikan yang diproduksi dalam kondisi yang higienis.

Sedangkan berdasarkan mutu konsentrat protein ikan berupa mutu I, II dan III dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Spesifikasi Persyaratan Mutu Konsentrat Protein Ikan

Komposisi	Mutu		
	I	II	III
Kimia :			
Air (%) maks	10	12	12
Protein Kasar (%) min	80	75	55
Serat Kasar (%) maks	1,5	2,5	3
Abu (%) maks	10	15	20
Lemak (%) maks	0,75	3	10
Ca (%)	2,5 – 5,0	2,5 – 6,0	2,5 – 7,0
P (%)	1,6 – 3,2	1,6 – 4,0	1,6 – 4,7
NaCl (%) maks	2	3	4
Mikrobiologi :			
Salmonella (25 g sampel)	Negatif	negatif	negatif
Organoleptik : Nilai minimum	7	6	6

Sumber : Ruiter (1995).

Optimalisasi proses produksi konsentrat protein ikan gabus telah berhasil dilakukan dengan menghasilkan Prosedur Operasional Standar (POS) proses pembuatan konsentrat ikan gabus yang meliputi pengadaan bahan baku, pengolahan (persiapan, pengkondisian, pemasakan dan pengukusan, pengeringan, penepungan dan pengkapsulan) dan sanitasi lingkungan usaha. Dokumen ini dijadikan acuan dalam difusi teknologi pada masyarakat di Jayapura. Sebagai tahap pertama dari proses produksi adalah pengadaan bahan baku ikan gabus yang umumnya berasal dari bagian dasar danau atau rawa-rawa. Selain itu ikan gabus mengeluarkan lendir yang banyak pada saat ditangkap dan pada saat transportasi. Ikan yang baru diperoleh dari lapangan dibersihkan terutama dari benda-benda asing. Kemudian ikan dibersihkan lebih lanjut dengan mengeluarkan sisik dan insang. Pengeluaran sisik dan insang sangat penting untuk menghindari benda-benda/ kotoran yang tak diinginkan yang dapat terikut pada tahap pengolahan selanjutnya (Tawali *et al.*, 2012).

H. Nanoteknologi

Sejarah teknologi nano berawal dari presentasi Richard Feynman pada 29 Desember 1959 di Pertemuan Tahunan *America Physical Society* bahwa “Karakteristik bahan/material pada skala nanometer akan memberikan berbagai peluang baru ke masa depan” (Dasgupta *et al.*, 2015). Pada tahun 1974, Professor Taniguchi dari *Tokyo Science University* menggunakan kata “*Nanotechnology*” untuk menjelaskan ilmu

pengetahuan dan teknologi pengolahan atau pembentukan material pada skala nanometer. Kemudian pada tahun 1980-an definisi Nanoteknologi dieksplorasi lebih jauh lagi oleh Eric Drexler melalui buku yang berjudul "*Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*".

Nanoteknologi nano yang merupakan teknologi yang relatif baru adalah teknologi yang melibatkan pembuatan dan rekayasa material organik dan anorganik untuk menghasilkan material nano. Material nano ini selanjutnya dapat dipergunakan untuk pembuatan instrument nano. Dunia saat ini sedang gencar-gencarnya mengarah ke revolusi nanoteknologi, dimana dalam periode 2010 sampai 2020 akan terjadi percepatan luar biasa dalam penerapan nanoteknologi di dunia industri. Negara-negara seperti Amerika Serikat, Jepang, negara-negara Eropa, serta beberapa negara Asia, seperti Singapura, Cina, dan Korea tengah giat-giatnya mengembangkan suatu cabang teknologi baru ini (Wardana, 2014).

Nanoteknologi merupakan teknik manipulasi atau rekayasa ukuran material untuk berbagai manfaat dan aplikasi. Nanoteknologi adalah teknologi pada skala nanometer. Nano merupakan satuan panjang sebesar sepermilyar meter ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) (Ezhilarasi *et al.*, 2013). Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut dimanfaatkan untuk mendesain, menyusun atau memanipulasi material sehingga dihasilkan material dengan sifat dan fungsi baru. Pemanfaatan nanoteknologi bidang pangan, antara lain mampu menghasilkan produk-produk pangan dengan zat gizi

tambahan tanpa mengganggu rasa. Selain itu, penyerapan zat gizi oleh tubuh juga akan lebih ditingkatkan dengan mengembangkan produk nanoteknologi. Zat gizi yang terkandung dalam pangan akan lebih efektif dan efisien diserap sesuai kebutuhan tubuh (Joye *et al.*, 2014; Kwak, 2014). Produk-produk nanoteknologi telah dikembangkan dibidang pangan fungsional (Wang *et al.*, 2009). Penerapan nanoteknologi bidang pangan sangat prospektif dikembangkan di Tanah Air karena Indonesia memiliki bahan-bahan pangan yang dapat dikembangkan dengan nanoteknologi (Haryono, 2013).

I. Teknik Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah teknologi yang didasarkan pada rekayasa sifat-sifat material yang berukuran nanometer. Namun nanoteknologi tidak hanya bermakna pengecilan ukuran material atau piranti ke dalam skala nanometer. Misalkan material ukuran besar yang dimilling (ditumbuk) hingga mencapai ukuran nanometer. Langkah ini belumlah dikatakan nanoteknologi. Ketika ukuran material direduksi maka harus ada sifat-sifat baru yang dieksploitasi atau diciptakan, dan eksploitasi sifat baru itulah yang digolongkan nanoteknologi.

Pembedaan antara nanomaterial/nanopartikel dengan material/partikel konvensional tidak hanya didasarkan pada ukuran di mana salah satu mempunyai ukuran yang sangat kecil dan yang lain memiliki ukuran besar. Pengelompokan tersebut juga didasarkan pada seberapa besar/jenis rekayasa atau manipulasi yang dilakukan pada

material/partikel tersebut untuk menghasilkan sifat atau fungsi baru. Jadi, nanoteknologi juga harus menyangkut rekayasa sifat dalam ukuran tersebut. Sebagai ilustrasi sederhana, misalkan emas. Andaikan ketika emas diubah menjadi partikel dalam ukuran nanometer tidak mengubah sifat emas tersebut, atau sifat emas berukuran nanometer persis sama dengan sifat emas ukuran besar, maka nanopartikel emas tersebut tidak termasuk ranah nanoteknologi. Tetapi pengamatan menunjukkan bahwa emas dalam skala nanometer memperlihatkan sifat-sifat baru seperti menjadi sangat reaktif (dalam ukuran besar emas adalah logam inert/sulit mengalami reaksi kimia), memiliki titik leleh yang turun drastis ketika ukurannya makin kecil, memancarkan warna yang berbeda bergantung pada ukuran. Ini berarti bahwa aplikasi emas dalam skala nanometer masuk dalam ranah nanoteknologi (Elumalai, 2011; Singh *et al.*, 2012; Rakhi & Gopal, 2012) .

Terdapat dua pendekatan yang digunakan dalam sintesis/menyusun material berukuran nanometer yaitu pendekatan *bottom-up* dan *top-down*.

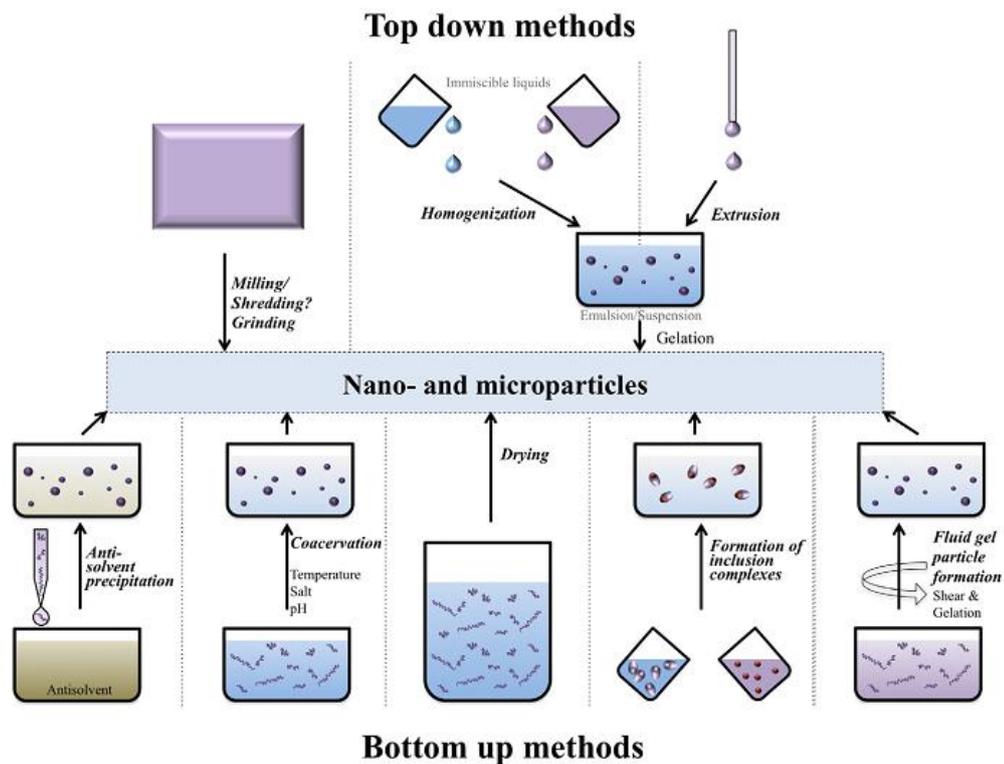
1. Pendekatan *Bottom-Up*

Nanoteknologi dengan pendekatan *bottom-up*, yaitu menyusun material mulai dari atom menjadi nanopartikel atau nanostruktur lainnya. Dengan pendekatan ini maka jumlah atom, jenis atom, maupun cara penyusunan atom-atom tersebut dapat dikontrol yang berimplikasi pada pengontrolan/rekayasa sifat material yang dihasilkan. Dengan kata lain,

kita dapat membuat material dengan sifat yang benar-benar baru dengan menyusun dari atom-atom.

2. Pendekatan *top-down*

Pendekatan *top-down* adalah memecah partikel berukuran besar menjadi partikel berukuran nanometer. Umumnya pendekatan *top-down* digunakan sistem penggilingan, pamarutan, dan homogenisasi (Joye & McClements, 2014; Peters *et al.*, 2014).



Sumber : (Joye & McClements, 2014)

Gambar 3. Skema Produksi Nanopartikel dengan Pendekatan *Top-Down* dan *Bottom-Up*.

Hingga saat ini para ilmuwan masih mempercayai bahwa material dalam skala nanometer adalah material dengan dimensi di bawah 100 nm. Skala ini disepakati karena sudah ada material yang memperlihatkan sifat-sifat baru ketika ukurannya sekitar 100 nm. Namun, banyak juga material yang baru memperlihatkan sifat-sifat yang baru apabila ukurannya lebih kecil lagi hingga di bawah 10 nm. Contohnya adalah penurunan titik leleh logam dapat diamati ketika ukurannya di bawah 10 nm dan penurunan yang signifikan diamati ketika ukurannya di bawah 5 nm. Logam emas yang semula adalah material inert (sulit mengalami reaksi kimia) berubah menjadi sangat reaktif ketika ukurannya di bawah 3 nm (Abdullah, 2012).

J. Nanopartikel

Nanopartikel adalah teknologi yang berkaitan dengan produksi partikel dengan berbagai variasi ukuran, bentuk, komposisi kimia dan kemungkinan untuk dapat diaplikasikan dan dimanfaatkan untuk kepentingan manusia (Andeani, 2013). Perkembangan nanopartikel sangat pesat, hal ini karena dapat diaplikasikan pada berbagai bidang seperti pertanian, pangan, lingkungan, elektronik, optis, biomedis, dan industri (Haryono, 2013).

Nanopartikel dapat meningkatkan nilai tambah material dasarnya menjadi berpuluh bahkan beratus kali lipat (Joye & McClements, 2014; Anandharamakrishnan, 2014; Ezhilarasi *et al.*, 2013; Cerqueira *et al.*, 2014; Aleyas *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2013; Peters *et al.*, 2014). Salah satu contoh aplikasi nanopartikel dalam memberikan nilai tambah yang

signifikan di bidang industri pertanian atau agroindustri adalah peningkatan produktivitas pertanian melalui nanoporous, nanonutrisi, slow-released, nanoenkapsulasi, nanokomposit, nanoemulsi untuk packaging antibakteri, dan makanan suplemen (Handford *et al.*, 2014). Oleh sebab itu, nanoteknologi menjadi harapan baru negara-negara berkembang di dunia dalam upaya mengejar ketertinggalan industri nasional mereka guna bersaing dalam era global.

Dua hal utama yang membuat nanopartikel berbeda dengan material sejenis dalam ukuran yang besar menurut Mikrajuddin & Khairurrijal (2009) adalah:

1. Nanopartikel memiliki ukuran yang kecil sehingga nanopartikel memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan partikel sejenis dalam ukuran besar. Hal ini membuat nanopartikel lebih reaktif. Reaktifitas material ditentukan oleh fraksi atom-atom dipermukaan karena hanya atom-atom tersebut yang bersentuhan langsung dengan material lain ketika terjadi reaksi kimia.
2. Teori fisika yang berlaku pada nanopartikel didominasi oleh hukum-hukum fisika kuantum, sedangkan material ukuran besar umumnya menggunakan hukum-hukum fisika klasik. Bila hukum fisika klasik diterapkan pada nanopartikel umumnya mulai menunjukkan penyimpangan.

Nanopartikel menurut Park (2007) dibagi dalam 3 kategori yaitu :

1. Nanopartikel alami

Nanopartikel alami terbentuk secara sendirinya serta mencakup bahan yang mengandung nanokomponen dan kemungkinan ditemukan di atmosfer seperti garam laut yang dihasilkan dari hasil evaporasi air laut kedalam bentuk spray air, debu tanah, abu vulkanik, dan sulfat dari gas biogenik.

2. Nanopartikel antropogenik.

Nanoantropogenik merupakan nanopartikel yang terbentuk secara kebetulan dihasilkan dalam bentuk bahan bakar fosil. Nanopartikel antropogenik lain berada dalam bentuk asap dan partikulat yang dihasilkan dari oksidasi gas, seperti sulfat dan nitrat.

3. Nanopartikel buatan.

Nanopartikel buatan merupakan nanopartikel yang dibentuk untuk tujuan tertentu dan memungkinkan ditemukan dalam satu atau beberapa bentuk berbeda.

Perubahan sifat-sifat nanopartikel biasanya berkaitan dengan fenomena-fenomena fisika dan kimia. Fenomena pertama adalah fenomena kuantum sebagai akibat keterbatasan ruang gerak elektron dan pembawa muatan lainnya dalam partikel. Fenomena ini berimbas pada beberapa sifat material seperti perubahan warna yang dipancarkan, transparansi, kekuatan mekanik, konduktivitas listrik, dan magnetisasi. Fenomena kedua adalah perubahan rasio jumlah atom yang menempati

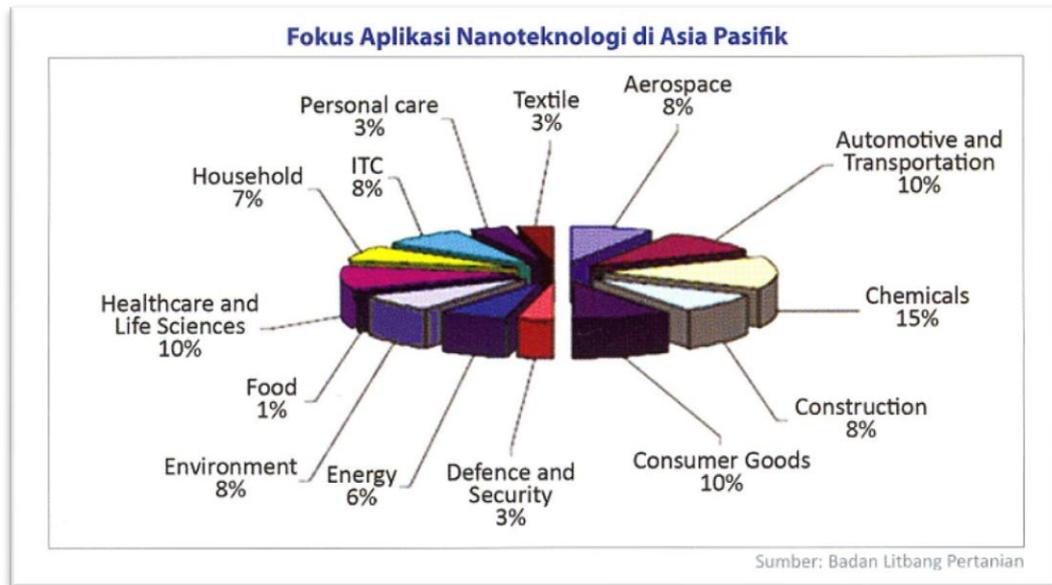
permukaan terhadap jumlah total atom. Fenomena ini berimbas pada perubahan titik didih, titik beku, reaktivitas kimia (Mikrajuddin & Khairurrijal, 2009).

K. Aplikasi Nanoteknologi pada Pangan

Saat ini, sudah banyak pemberitaan tentang potensi penerapan nanoteknologi pada bidang kesehatan, tekstil, teknologi informasi dan komunikasi, serta energi. Nanoteknologi disebut sebagai revolusi industri yang baru, di mana banyak negara maju dan berkembang tertarik untuk dapat terlibat dalam pasar nanoteknologi. Dunia menanam investasi US\$ 9 milyar di bidang nanoteknologi pada tahun 2006 dan akan meningkat tajam menjadi US\$ 1 trilyun pada tahun 2015 (Haryono, 2013; Anandharamakrishnan, 2014; Ranjan *et al.*, 2014).

Fokus aplikasi nanoteknologi di asis Fasifik seperti pada Gambar 5. Terlihat bahwa persentase aplikasi nanoteknologi tertinggi pada bidang kimia (15%) sedangkan terendah pada bidang pangan (1%). Hal ini membuka peluang yang sangat besar untuk mengembangkan aplikasi nanoteknologi diberbagai aspek dibidang pangan.

Beberapa industri pangan besar di dunia sudah mulai melakukan pengembangan untuk lebih menggali potensi penggunaan nanoteknologi pada pangan dan kemasannya. Secara umum, penerapan nanoteknologi di industri pangan dapat ditemui pada berbagai sektor, diantaranya pada pengolahan, produk, pemantauan kualitas, dan kemasan pangan (Haryono, 2013).



Gambar 4. Fokus Aplikasi Nanoteknologi di Asia Fasifik 2016

Beberapa aplikasi nanoteknologi pada bidang pangan dilakukan pada hal-hal sebagai berikut:

1. Nano-mikroenkapsulasi komponen bioaktif

Nanoenkapsulasi didefinisikan sebagai teknologi untuk membungkus substansi dalam miniatur dan berfungsi sebagai kemasan bioaktif pada skala nano (Lopez *et al.*, 2006). Enkapsulasi telah digunakan untuk melindungi senyawa bioaktif (polifenol, mikronutrien, enzim, antioksidan, dan nutraceuticals) dan dalam aplikasinya melindungi produk dari faktor lingkungan yang merugikan dan juga sebagai pelepasan terkontrol di titik yang ditargetkan (Ezhilarasi *et al.*, 2013).

Nutraceuticals atau senyawa bioaktif adalah senyawa nutrisi ekstra dalam makanan yang memberikan manfaat kesehatan. Efektivitasnya dalam mencegah penyakit tergantung pada kemampuan bioavailabilitas

bahan bioaktif sampai mencapai titik yang ditargetkan (Chen *et al.*, 2006). Memperkecil ukuran partikel dapat meningkatkan bioavailabilitas, pengantaran, dan kelarutan nutraceutical karena luas permukaan yang lebih besar per satuan volume dan dengan demikian meningkatkan aktivitas biologis (Shegokar & Muller, 2010). Bioavailabilitas nutraceutical meningkat karena *nanocarrier* memungkinkan untuk memasuki aliran darah dari usus lebih mudah. Nutraceutical nanoscale disebut "nanoceutical" dan pembawa disebut "*nanocarrier*" karena ukurannya (Chen *et al.*, 2006). Senyawa nutraceutical ini dapat diklasifikasikan sebagai lipofilik dan hidrofilik atas dasar kelarutannya dalam air. Senyawa hidrofilik larut dalam air tetapi tidak larut dalam lipid dan pelarut organik. Contoh-contoh nutraceutical hidrofilik nanoencapsulasi adalah asam askorbat, dan polifenol (Lakkis, 2007; Teeranachaideekul *et al.*, 2007; Dube *et al.*, 2010; Ferreira *et al.*, 2007). Senyawa lipofilik tidak larut dalam air tetapi larut dalam lipid dan pelarut organik. Nanoencapsulasi nutraceutical lipofilik termasuk Likopen, beta-Karoten, lutein, phitosterol, dan *docosahexaenoic acid* (DHA) (Lakkis, 2007; Heyang *et al.*, 2009; Zimet & Livney, 2009; Leong *et al.*, 2011).

Kelarutan bahan bioaktif menentukan laju pelepasan dan mekanisme pelepasan dari sistem matriks polimerik. Senyawa hidrofilik menunjukkan tingkat pelepasan yang lebih cepat dan kinetika pelepasan ditentukan oleh kombinasi yang tepat dari mekanisme difusi dan erosi. Senyawa lipofilik sering mengakibatkan pelepasan tidak lengkap karena kelarutan yang

buruk dan tingkat disolusi rendah oleh mekanisme erosi (Kuang *et al.*, 2010; Kumar *et al.*, 2001; Varma *et al.*, 2004). Namun, senyawa lipofilik sangat permeabel melalui membran usus melalui transpor aktif dan difusi, sedangkan senyawa hidrofilik memiliki permeabilitas rendah dan hanya diserap oleh mekanisme transportasi aktif (Acosta, 2009). Selain kelarutan, senyawa bioaktif perlu mempertahankan stabilitas dan aktivitas biologisnya sampai mencapai situs yang ditargetkan (Ezhilarasi *et al.*, 2013).

Nanoenkapsulasi melindungi komponen bioaktif dari kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, misalnya, dari oksidasi dan pH dan degradasi enzimatik (Fang & Baudan, 2010). Sistem makanan nanokarrier seperti kapsul berbasis polimer atau berbasis biodegradable alami berbasis lipid paling sering digunakan untuk enkapsulasi (Chen *et al.*, 2006).

Produk-produk pangan yang menggunakan teknologi nanoenkapsulasi di antaranya adalah sebagai berikut

- a. Coklat mengandung asam lemak omega-3 (bagian tengah berisi bubuk) dan dipanggang dengan omega-3 / Nanocoklatnya tidak rusak. Coklat dilapisi fosfolipid (kedelai) dengan ukuran \varnothing 50 nm.
- b. Nanoenkapsulasi omega 3 pada produk roti
- c. Nanoenkapsulasi dari fortifikasi *phytosterols*, mampu menurunkan asupan kolesterol sampai 14%, diaplikasikan pada produk Minyak Canola Active

- d. Beras yang difortifikasi dengan enkapsulasi nano vitamin A, mengandung juga banyak mikronutrien termasuk zat besi, zink, dan vitamin B.
- e. Nano-microenkapsulasi kafein
- f. Nano-microenkapsulasi *Green Tea Catechin*
- g. Nutraceutical, digunakan sebagai sistem pengantaran untuk vitamin, antioksidan, antimikroba dengan *nanocages* or *nanoclusters*, diameter <100 nm. Nutarceutikal tersebut diklaim meningkatkan penyerapan dan bioavailabilitas dalam tubuh. Contohnya: Nanotea diperkaya nano selenium.
- h. Pewarna makanan alami, minat pengembangan pewarna makanan dari sumber-sumber alami sebagai alternatif untuk pewarna sintetis telah meningkat karena ketatnya aturan dan perhatian konsumen. Namun, pewarna alami umumnya lebih sensitif terhadap cahaya, suhu, pH, dan agen redoks. Enkapsulasi menghasilkan nanokapsul pewarna alami lebih mudah untuk ditangani dan menawarkan stabilitas yang ditingkatkan untuk oksidasi, kelarutan, dan dispersibilitas dalam air.

2. Nanoemulsi/nanokoloid

Nanoemulsi adalah dispersi koloid yang terdiri dari dua cairan yang tidak dapat bercampur, salah satunya tersebar di bagian lain, memiliki tetesan diameter mulai dari 50 hingga 1000 nm. Sedangkan nanokoloid adalah dispersi dari dua bagian yang tidak dapat bersatu, yang terdiri dari

fase cair dan fase padatan (Sanguansri & Angustin, 2006). Ukuran tetesan yang sangat kecil memberikan stabilitas nanoemulsi terhadap sedimentasi dan creaming, bersama dengan penampilan transparan atau sedikit keruh yang cocok untuk aplikasi makanan (Tadros *et al.*, 2004).

Berdasarkan sistem spasial relatif dari fase minyak dan air, ada dua tipe dasar nanoemulsi yaitu minyak-dalam-air (O/W) dan air-dalam-minyak (W/O). Nanoemulsi O/W terdiri dari tetesan minyak yang terdispersi dalam fasa air dan nanoemulsi W/O terdiri dari tetesan air yang terdispersi dalam fasa minyak (McClements & Rao, 2011).

Nanoemulsi menawarkan potensi besar untuk membungkus konsentrasi tinggi senyawa bioaktif yang larut dalam minyak ke berbagai bahan makanan. Agen aktif lipofilik seperti β -karoten, sterol, karotenoid, dan asam lemak esensial dapat dienkapsulasi dan dikirimkan oleh emulsi O/W, sedangkan emulsi W/O dapat digunakan untuk membungkus agen aktif yang larut dalam air seperti polifenol (Zuidam *et al.*, 2010). Untuk melindungi senyawa bioaktif ini dari degradasi, nanoemulsi yang stabil harus diperoleh. Oleh karena itu, membentuk nanoemulsion yang memiliki ukuran khusus untuk aplikasi akhir terbukti menjadi proses yang penting. Namun, sistemnya tidak ekuilibrium, sistem tidak dapat terbentuk secara spontan dan memerlukan masukan energi yang disediakan oleh sumber eksternal atau internal (Gutierrez *et al.*, 2008; Meleson *et al.*, 2004). Selain sumber energi, beberapa faktor lain mempengaruhi stabilitas akhir dan karakteristik nanoemulsion. Misalnya, metode persiapan, urutan

penambahan bahan-bahan (misalnya, minyak, air, dan surfaktan), sifat fase kontinyu dan terdispersi, dan jumlah dan jenis surfaktan yang digunakan, bersama-sama mempengaruhi pembentukan nanoemulsi (Tadros *et al.*, 2004; Devarajan *et al.*, 2011).

Pembuatan nanoemulsi dapat dikategorikan secara luas sebagai pendekatan energi tinggi atau energi rendah, tergantung pada prinsip yang mendasarinya. Pendekatan energi tinggi mengganggu fase minyak dan air menjadi tetesan kecil menggunakan perangkat mekanis seperti homogenizer tekanan tinggi, mikro fluidizer, dan sonikator (Leong *et al.*, 2011). Dalam pendekatan energi rendah, nanoemulsions terbentuk sebagai hasil dari transisi fase yang terjadi selama proses emulsifikasi ketika kondisi lingkungan (suhu atau komposisi) diubah, misalnya, inversi fase dan metode emulsiasi spontan (Yin *et al.*, 2009).

L. Homogenisasi Rotor Stator

Homogenizer paling efektif dalam memperkecil ukuran fase dispers kemudian meningkatkan luas permukaan fase minyak dan akhirnya meningkatkan viskositas emulsi sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya "*creaming*". Homogenizer bekerja dengan cara menekan cairan dimana cairan tersebut dipaksa melalui suatu celah yang sangat sempit lalu dibenturkan ke suatu dinding atau ditumbuhkan pada peniti-peniti metal yang ada di dalam celah tersebut. Homogenizer umumnya terdiri dari pompa yang menaikkan tekanan dispersi pada kisaran 500-5000 psi dan suatu lubang yang dilalui cairan dan mengenai katup

penghomogenan yang terdapat pada tempat katup dengan suatu spiral yang kuat. Ketika tekanan meningkat, spiral ditekan dan sebagian dispersi tersebut bebas di antara katup dan tempat (dudukan) katup. Pada titik ini, energi yang tersimpan dalam cairan sebagian tekanan dilepaskan secara spontan sehingga produk menghasilkan turbulensi yang kuat dan *shear* hidrolis. Cara kerja homogenizer ini cukup efektif sehingga bisa didapatkan diameter partikel rata-rata kurang dari 1 mikron tetapi homogenizer dapat menaikkan temperatur emulsi sehingga dibutuhkan pendinginan (Lieberman & Lachman, 1994).

Homogenizer rotor-stator terdiri dari rotor dengan kecepatan tinggi yang dikelilingi sebuah wadah yang disebut stator dengan jarak antar rotor-stator berkisar antara 1-3000 mikrometer. Perputaran dari rotor menyebabkan cairan mengalami olakan dan bertumbukan dengan dinding stator, sehingga menyebabkan sirkulasi dan memicu terjadinya emulsifikasi. Pengadukan dengan homogenizer rotor-stator bertujuan untuk membentuk droplet-droplet kecil (Desai & Park, 2005). Untuk menghasilkan nano-mikroenkapsulasi mineral digunakan metode homogenisasi untuk mengecilkan ukuran droplet mineral dan memperoleh droplet yang seragam (Dewi *et al.*, 2014).

M. Ultrasonikasi

Ultrasonikasi adalah teknik yang menggunakan gelombang ultrasonik terutama gelombang akustik pada frekuensi >20 kHz. Efek kavitasi akustik timbul dengan aplikasi gelombang ultrasonik adalah efek

yang terpenting. Efek inilah yang banyak dimanfaatkan dalam pembuatan partikel berukuran nanometer (Nakahira *et al.*, 2007). Ketika gelombang ultrasonik menjalar pada fluida, terjadi siklus rapatan dan regangan. Tekanan negatif yang terjadi selama regangan menyebabkan molekul dalam fluida tertarik dan terbentuk kehampaan kemudian membentuk gelembung yang akan menyerap energi dari gelombang ultrasonik. Akibat energi yang diserap lebih besar dari energi yang keluar, gelembung memuai sampai ukuran kritis (ukuran resonan) yang bergantung pada fluida dan frekuensi suara. Dalam kondisi ini, gelembung tidak dapat lagi menyerap energi secara efisien (Hapsari, 2009). Tanpa energi input, gelembung tidak dapat mempertahankan dirinya, fluida di sekitarnya akan menekannya dan gelembung akan mengalami ledakan hebat yang menghasilkan tekanan sangat besar hingga dianalogikan dengan tekanan di dasar lautan dan suhu yang sangat tinggi dianalogikan dengan suhu pada permukaan matahari. Ledakan gelembung tersebut menaikkan temperatur lokal hingga 5000 K dan tekanan 1000 atm. Kondisi ekstrim tersebut menyebabkan terjadinya pemutusan ikatan kimia sehingga partikel menjadi lebih kecil. Gelembung inilah yang disebut sebagai gelembung kavitasi (Kurniawan & Maddu, 2012).

Metode ultrasonikasi merupakan teknik unggul dalam menghasilkan partikel berukuran nanometer (Yamaguchi *et al.*, 2015). Namun demikian dalam proses ini terbentuk panas tinggi yang dapat mempengaruhi karakteristik bahan yang diproses oleh karenanya suhunya perlu

dikendalikan (Podreps & Leitgeb, 2013). Proses dapat dilakukan dengan beberapa tahap agar suhu terkendali.

Salah satu aplikasi ultrasonikasi untuk menghasilkan nanopartikel yaitu pembuatan nanokitosan. Proses ini terdiri dari beberapa tahap pengendalian suhu mengingat kitosan dapat mengalami proses dekomposisi pada suhu 79°C. Uji coba pengendalian suhu proses tetap dibawah 50°C dengan proses ultrasonikasi bertahap yaitu dengan menghentikan proses setelah suhu mencapai 50°C (off) dan melanjutkan kembali setelah suhu turun (on), menghasilkan waktu total proses mencapai hampir 3 jam untuk 100 mL volume sampel untuk waktu proses efektif 30 menit (Mujamilah *et al.*, 2013). Makin besar volume sampel tentunya akan makin lama waktu proses yang dibutuhkan yang menjadikan teknik ini kurang efisien dari segi waktu (Sulungbudi *et al.*, 2017).

Dalam pembuatan nanopartikel kitosan dihasilkan dari metode ultrasonikasi dan sentrifugasi. Metode ultrasonikasi ini bertujuan memecah molekul-molekul yang berukuran besar menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Campuran larutan kitosan, TPP, dan asam oleat diberi gelombang ultrasonik dengan frekuensi 20 kHz. Hal ini menyebabkan molekul-molekul di dalam campuran akan terpecah menjadi partikel-partikel yang berukuran lebih kecil. Selanjutnya campuran disentrifugasi untuk mengendapkan partikel-partikel yang masih berukuran besar yang tidak terpecah selama proses ultrasonikasi (Wahyono *et al.*, 2010).

N. Enzim Papain

Papain (EC 3.4.22.2) adalah enzim proteolitik hasil isolasi dari getah penyadapan buah pepaya (*Carica papaya L.*). Getah papaya selain mengandung papain sebanyak 10%, juga tersusun atas enzim kemopapain 45% dan lisozim 20%. Papain tersusun atas 212 residu asam amino yang membentuk sebuah rantai peptida tunggal dengan bobot molekul sebesar 23.000 g/mol. Rantai ikatan tersebut tersusun atas arginin, lisin, leusin dan glisin (Harrison *et al.*, 1997). Selain itu, Wong (1989) menjelaskan bahwa di dalam molekul papain juga terdapat sisi aktif yang terdiri atas gugus histidin dan sistein. Selama katalisis berlangsung, sisi aktif tersebut berfungsi sebagai ion zwitter (zwitter ion). Selain sistein dan histidin, pada molekul papain juga terdapat sebuah gugus sulfhidril bebas, sehingga papain dapat digolongkan ke dalam protease sulfhidril. Enzim papain memiliki kemampuan menghidrolisis ikatan peptida pada asam amino lisin dan glisin. Suhu optimum papain berkisar antara 50-65 °C, dan pH optimum antara 5-7. (Beveridge, 1996).

Aktivitas katalisis papain dilakukan melalui hidrolisa yang berlangsung pada sisi-sisi aktif papain. Pada proses tersebut, berlangsung pemisahan gugus-gugus amida yang terdapat di dalam protein melalui pemutusan ikatan peptida (Wong, 1989). Selama proses katalisis hidrolisa gugus-gugus amida, mula-mula gugus sistein (Cys-25) yang bersifat sangat reaktif berikatan dengan substrat pada sisi aktif papain sehingga dihasilkan ikatan kovalen substrat dengan enzim yang berbentuk

tetrahedral. Kemudian, gugus histidin (His-159) terprotonasi sehingga berikatan dengan nitrogen yang terdapat di dalam substrat. Akibatnya, gugus amin pada substrat terdifusi dan kedudukannya digantikan oleh molekul-molekul air yang pada akhirnya menghidrolisa hasil intermediat sehingga mengembalikan enzim ke dalam bentuk dan fungsinya seperti semula (Beveridge, 1996). Oleh karena itu, berdasarkan mekanisme pengikatan enzim terhadap substrat, proses hidrolisa tersusun atas dua tahap reaksi. Reaksi pertama adalah reaksi asilasi untuk membentuk ikatan kompleks enzim substrat, sedangkan reaksi kedua adalah reaksi deasilasi yang ditandai dengan hidrolisa ikatan kompleks enzim substrat menjadi produk dan enzim (Wong, 1989).

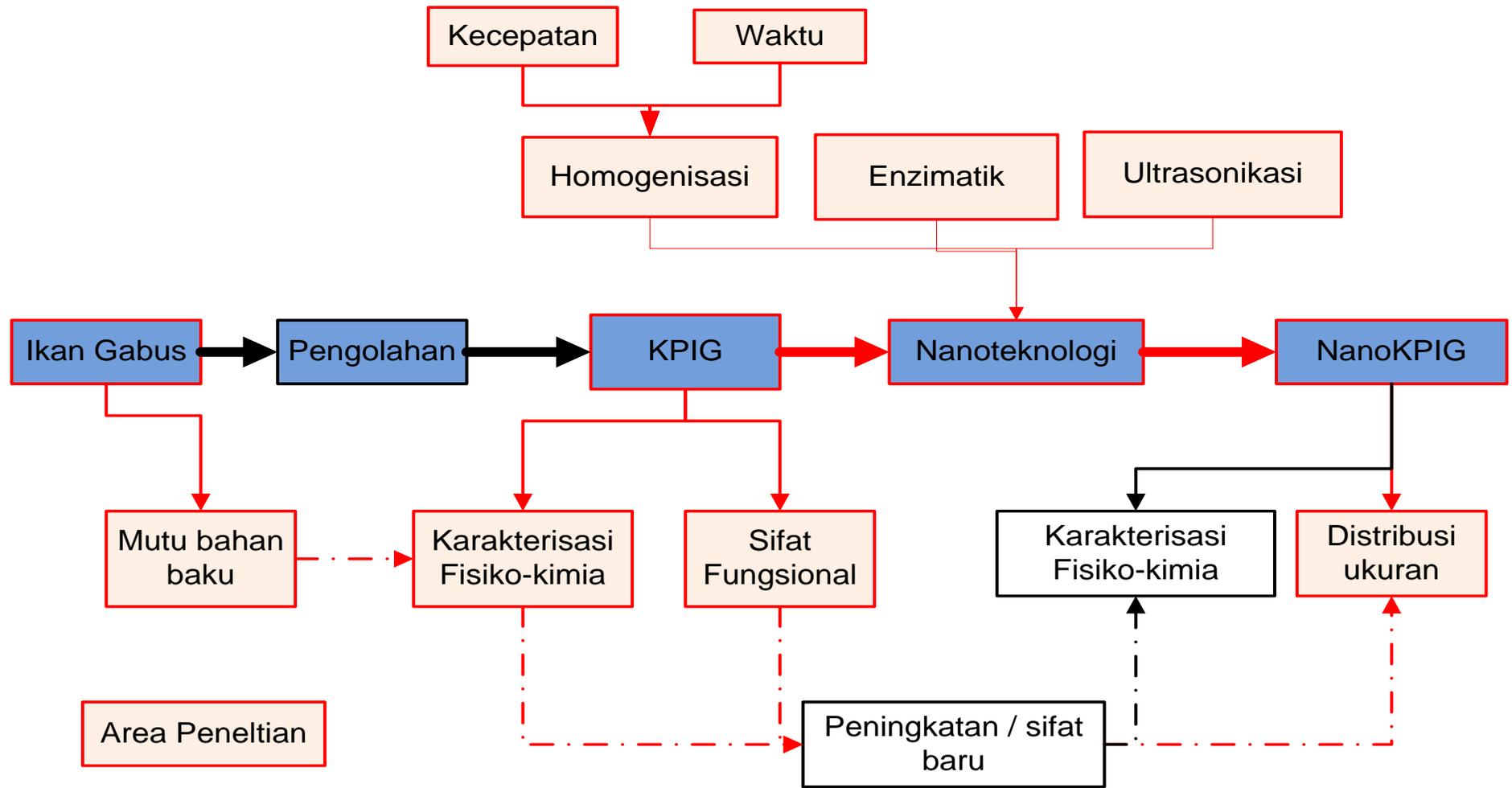
Aktivitas enzim papain cukup spesifik karena papain hanya dapat mengkatalisis proses hidrolisa dengan baik pada kondisi pH serta suhu dalam kisaran waktu tertentu. Papain biasanya aktif pada nilai pH antara 5,0 hingga 8,0 dengan titik isoelektrik 8,75 dan suhu 50°C hingga 60°C. Keaktifan papain berkurang hingga 20% apabila dipanaskan pada suhu 75°C selama 30 menit dan 50% pada pemanasan menggunakan suhu 76°C hingga 85°C selama 56 menit pada pH 7,0. Aktivitas papain masih dapat dipertahankan apabila enzim tersebut distabilkan dalam bentuk kristal melalui penambahan senyawa EDTA, sistein, dan dimerkaptopropanol dengan kondisi penyimpanan pada suhu 5°C selama 6 hingga 12 bulan (EDC, 1999).

O. Kerangka pikir penelitian

Mutu bahan baku sangat mempengaruhi mutu produk olahan yang dihasilkan baik mutu secara fisik maupun kimiawi. Penyeragaman bahan baku sangat penting dilakukan agar kualitas/mutu produk olahan yang dihasilkan juga seragam. Salah satu bentuk penyeragaman bahan baku adalah pengelompokan berdasarkan kriteria fisik dan kimiawi. Kriteria fisik berupa umur, jenis kelamin, bentuk, berat atau panjang, sedangkan kriteria kimiawi berupa kandungan nutrisi atau senyawa-senyawa yang terdapat didalamnya. Pengelompokan ikan gabus sebagai bahan baku produk olahan pangan perlu dilakukan. Namun, ikan gabus yang ditangkap dari alam sulit dilakukan pengelompokan berdasarkan umur ikan, dan jenis kelamin. Oleh karena itu, yang dapat dilakukan adalah mengelompokkan berdasarkan ukurannya yaitu berat atau panjangnya yang dihubungkan dengan kandungan nutrisinya. Karakterisasi sifat fisikokimia produk olahan berdasarkan pengelompokan bahan baku perlu dilakukan. Produk olahan ikan gabus yang banyak digunakan sebagai makanan suplemen, ingredien bahan pangan dan olahan pangan kesehatan adalah konsentrat protein ikan gabus (KPIG).

Pengembangan KPIG menjadi nanoKPIG menawarkan berbagai keuntungan salah satu diantaranya adalah perubahan karakteristik fisiko-kimia, sifat fungsional dan efisiensi penggunaan material konsentrat. Salah satu pendekatan produksi nanopartikel adalah *top-down*. Pendekatan *top-down* adalah memecah partikel berukuran besar menjadi

partikel berukuran nanometer. Umumnya pendekatan *top-down* digunakan sistem penggilingan, pamarutan, dan homogenisasi. Pembuatan nanopartikel dengan sistem homogenisasi umumnya menggunakan alat ultraturax. Cara kerja alat ultraturax adalah mengaduk, menggerus, dan menghomogenisasi material dalam fase cair. Parameter umum yang digunakan adalah suhu, lama dan kecepatan homogenisasi dengan ultraturax. Penggunaan enzim untuk memecah molekul memungkinkan dilakukan dalam menghasilkan ukuran nano.



Gambar 5. Kerangka Pikir Penelitian

P. Daftar Pustaka

- Acosta, E. 2009. Bioavailability of nanoparticles in nutrient and nutraceutical delivery. *Curr Opin Colloid Interface Sci* 14(1):3–15.
- Aleyas, M. V., P. M. Madhu, K. Safwan, S. Ahammed, and A. T. Nisham. 2014. Production and characterization of nano copper powder using electric explosion process in liquid media. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(5):2319–21.
- Anandharamakrishnan, C. 2014. Techniques for nanoencapsulation of food ingredients. *springer* Retrieved (<http://link.springer.com/10.1007/978-1-4614-9387-7>).
- Andeani. 2011. Biosynthesisi of gold nanoparticles using dried flowers extract of achillea wilhemsii plant. *Digest j. of Nanomat. And Biostruc.* Vol 6, No. 3 July-September 2011, p 1011-1017
- Asfar, M., A. B. Tawali, N. Abdullah, and M. Mahendradatta. 2014. Extraction of albumin of snakehead fish (*Channa striatus*) in producing the fish protein concentrate (FPC). *International Journal of Scientific & Technology Research* 3(4):85–88.
- Ashari, N., 2010. Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus terhadap Peningkatan Imunitas Penderita HIV/AIDS. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Arifin, M., V. Hadju, N. Astuti, S. Wahyuni. 2014. Supplements effect of virgin coconut oil and albumin capsules (snakehead fish protein) on tb patients receiving multi drugs therapy-DOTS strategic in BBKPM Makassar. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 1-6
- Bernasconi, R. Gachter, B. Wehrli. 1997. Nitrogen elimination in two deep eutrophic lakes. *Limnol. Oceanogr.* 42 1530-1543.
- Beveridge, A. J. 1996. Theoretical study of the active sites of papain and s195c rat trypsin: implications for the low reactivity of mutant serine proteinases. *Journal of Protein Science*. Cambridge University Press. 5:1355-1365.
- Byrnes, L. and F. Gannon. 1990. Atlantic salmon (*salmo salar*) serum albumin: cdna sequence, evolution, and tissue expression. *DNA Cell Biol.* 9(9):647–55.

- Bollag, D. M., M. D. Rozycki, and S. J. Edelstein. 1996, *Protein Methods, 2nd ed.*, A John Wiley
- Cavallo, J. 1998. Studi Profil Asam Amino Albumin dan Mineral Zn pada Ikan Gabus (*Ophichepalus striatus*) dan Ikan Tomang. Skripsi. Fakultas Perikanan Unibraw. Malang.
- Cerqueira, M. A., A. C. Pinheiro, H. D. Silva, P. E. Ramos, M. A. Azevedo, M. L. Flores-López, A. A. Vicente. 2014. Design of bio-nanosystems for oral delivery of functional compounds. *Food Engineering Reviews*, 6, 1–19. <https://doi.org/10.1007/s12393-013-9074-3>
- Chen, L.Y., G. E. Remondetto, M. Subirade. 2006. Food protein based materials as nutraceutical delivery systems. *Trends Food Sci Tech*. 17(5):272–283.
- Dasgupta, N., S. Ranjan, D. Mundekkad, C. Ramalingam, R. Shanker, & A. Kumar. 2015. Nanotechnology in agro-food: from field to plate. *Food Research International*, 69, 381–400. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.01.005>
- De Man, J. M., 1997. *Kimia Makanan*. Alih Bahasa: Kosasih P. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 550 hlm
- Desai, K. G. H. and H. J. Park. 2005. Recent developments in microcapsulation of food ingredients. *Drying Technology*, 23: 1361-94
- Devarajan V., and V. Ravichandran. 2011. Nanoemulsions: as modified drug delivery tool. *Int J Compr Pharm* 2(4):1–6.
- Dewi, K. S., S. A. Marliyati, L. Kustiyah, A. Khomsan, dan T. M. Gantohe. 2014. Bioavailabilitas fortifikan, daya cerna protein, serta kontribusi gizi biskuit yang ditambah tepung ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) dan difortifikasi seng dan besi. *AGRITECH*, 34:4, 359–364.
- Dube, A., N. Ken, J. A. Nicolazzo, I. Larson. 2010. Effective use of reducing agents and nanoparticle encapsulation in stabilizing catechins in alkaline solution. *Food Chem*, 122(3):662–667.
- [EDC] Enzyme Development Corporation. 1999. *Meat Tenderizing, A Brief Discussion*. New York : Enzyme Development Corporation.
- Elumalai, E. K ., 2011. A bird's eye view on biogenic silver nanoparticle and their application. *Der Chem sin*. 2 (2):88-9

- Ezhilarasi, P. N., P. Karthik, N. Chhanwal, and C. Anandharamakrishnan. 2013. Nanoencapsulation techniques for food bioactive components: a review. *Food and Bioprocess Technology* 6:628–647.
- Gam, L-H., C-Y. Leow, and S. Baie. 2005. Amino acid composition of snakehead fish (*Channa striatus*) of various sizes obtained at different times of the year. *Malaysian Journal of Pharmaceutical Sciences* 3(2):19–30. Retrieved ([http://web.usm.my/mjps/MJPS3\(2\)2005/MJPS3.2.3.pdf](http://web.usm.my/mjps/MJPS3(2)2005/MJPS3.2.3.pdf)).
- Gutierrez, J. M., C. Gonzalez, A. Maestro, I. Sole, C. M. Pey, J. Nolla. 2008. Nano-emulsions: new applications and optimization of their preparation. *Curr Opin Colloid Interface Sci* 13(4):245–251.
- Fang, Z., B. Bhandari. 2010. Encapsulation of polyphenols-a review. *Trends Food Sci Tech*, 21(10):510–523
- Faradillah, 2012. Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Keseimbangan Nitrogen Pasien Stroke. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Ferreira, I., S. Rocha, M. Coelho. 2007. Encapsulation of antioxidants by spray-drying. *Chem Eng Trans* 11(9):713–717.
- Firlianty, E. Suprayitno, Hardoko, and H. Nursyam. 2014. Protein profile and amino acid profile of vacuum drying and freeze-drying of family channidae collected from Central Kalimantan, Indonesia. *Int. J. Biosci.* 5(8):75–83.
- Hapsari, B. W. 2009. *Sintesis Nanosfer Berbasis Ferrofluid Dan Poly Lactic Acid (PLA) Dengan Metode Sonikasi*. [skripsi]. Bogor: Departemen Kimia, Institut Pertanian Bogor.
- Handford, C. E., M. Dean, M. Henchion, M. Spence, C. T. Elliott, and K. Campbell, 2014. Implications of nanotechnology for the agri-food industry: opportunities, benefits and risks. *Trends in Food Science & Technology*, 40(2), 226–241. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.09.007>
- Haryono, 2013. *Tren Nanoteknologi di Industri Pangan pada 2010*. Majalah Sains Indonesia, Indonesia.
- Harrison, M. J., N. A. Burton, H. Hillier. 1997. Catalytic mechanism of the enzyme papain: prediction with a hybrid quantum mechanical or

- molecular mechanical potential. *Journal of American Chemical Society*. 199:12285-12291
- Heyang, J., X. Fei, J. Cuilan, Z. Yaping, H. Lin. 2009. Nanoencapsulation of lutein with hydroxy-propylmethyl cellulose phthalate by supercritical antisolvent. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 17(4):672–677.
- Hidayati, G. S., A. B. Tawali, and Metusalach. 2016. Optimization of formula and characterization of snakehead murrel (*Channa striata*) extract dispersion as food supplement. *J. Sains & Teknologi*, 16(1):95–100.
- Joye, I. J. and D. J. McClements. 2014. Biopolymer-based nanoparticles and microparticles: fabrication, characterization, and application. *Current Opinion in Colloid and Interface Science* 19(5):417–27. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.cocis.2014.07.002>).
- Kuang, S. S., J. C. Oliveira, A. M. Crean. 2010. Microencapsulation as a tool for incorporating bioactive ingredients into food. *Crit Rev Food Sci*, 50:951–968.
- Kumar, M. N. V. R., N. Kumar. 2001. Polymeric controlled drug-delivery systems: perspective issues and opportunities. *Drug Dev Ind Pharm* 27:1–30
- Kurniawan, D., S. Nikmatin, dan A. Maddu. 2012. Sintesis nanopartikel serat rami dengan metode ultrasonikasi. *J. Biofisika*, 8:2, 34–41.
- Kwak, H-S., ed. 2014. *Nano- and Microencapsulation for Foods*. First. John Wiley & Sons, Ltd. Retrieved (www.wiley.com/wiley-blackwell).
- Lakkis, J. M., 2007. *Encapsulation and Controlled Release Technologies in Food Systems*. Blackwell Publishing, Iowa.
- Leong, W. F., O. M. Lai, K. Long, B. Yaakob, C. Mana, M. Misran, C. P. Tan. 2011. Preparation and characterisation of water-soluble phytosterol nanodispersions. *Food Chem*, 129(1):77–83.
- Lieberman, H. A., L. Lachmann. 1994. *Teori dan Praktek Farmasi Industri Edisi I*. Jakarta: UI Press.
- Malle, S., 2007. *Pengaruh Pemberian Kapsul Ektract ikan gabus terhadap Perubahan Status Gizi. Kadar Albumin dalam Darah. Asupan Makanan. dan Proses Penyembuhan Penyakit pada Pasien*

- TBC. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar,.
- Marimuthu, K., M. Thilaga, S. Kathiresan, R. Xavier, and R. H. M. H. Mas. 2012. Effect of different cooking methods on proximate and mineral composition of striped snakehead fish (*Channa Striatus*, Bloch). *Journal of Food Science and Technology* 49(3):373–77.
- Mayangsari, R. 2012. Konsentrat Protein Ikan. <http://www.scribd.com/doc/68758770/Konsentrat-Protein-Ikan>. Diakses pada tanggal 19 Januari 2015, Makassar.
- McClements, D. J. J., Rao. 2011. Food-grade nanoemulsions: formulation, fabrication, properties, performance, biological fate, and potential toxicity. *Crit Rev Food Sci.* 51(4):285–330.
- Meleson, K., S. Graves, T. Mason. 2004. Formation of concentrated nanoemulsions by extreme shear. *Soft Materials* 2: 109–123.
- Meutia. 2011. *Pengaruh Pemberian Suplementasi Albumin ikan Gabus (Ophiocephalus striatus) terhadap Kadar Albumin pada Ibu Hamil dengan Preeklamsia*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS Shanty, 2009
- Mikrajuddin dan khairurrijal. 2009. *Membangun Kemampuan Riset Nanomaterial di Indonesia*. Bandung, ITB.
- Montgomery, R., R. L. Dryer., T. W. Conway, and A. A. Spector. 1993. *Biokimia Suatu Pendekatan Berorientasi Kasus*. Jilid 1. Edisi ke-4. Alih Bahasa : Ismadi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 686 hal
- Mujamilah, dan G. T. Sulungbudi. 2013. Karakteristik Dinamik Sistem Koloid Magnetik Berbasis Nanpartikel Oksida Fe- Chitosan." *Kimia dan Kemasan* 35 (1): 65– 70
- Muliati, S. 2008. *Efek Pemberian Kapsul Albumin Ikan Gabus terhadap Perubahan Status Gizi dan Status Neurologis Penderita Stroke di RSUP dr. Wahidin, Sudirosodo, Makassar*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS
- Murray, R. K., D. K. Granner, P. A. Mayes, V. W. Rowel, 1995. *Biokimia Harper*, Edisi 22. Alih babasa dr. Andry Hartono. EGC. Jakarta
- Mustafa, A., M. A. Widodo, and Y. Kristianto. 2012. Albumin and zinc content of snakehead fish (*channa striata*) extract and its role in health. *IEEESE International Jurnal of Science and Technology* 1(2):1–8.

- Nakahira, A., S. Nakamura, M. Horimoto. 2007. Synthesis of modified hydroxyapatite (hap) substituted with fe ion for dds application. Osaka: *IEEE Transactions on Magnetic*, 43(6); 2007: 2465-2467.
- Nasir, 2013. *Peranan Antioxidans (Zink&Vitamin C) dan Ekstrak Ikan Gabus terhadap Kadar Zink Serum, Malondialdehida (MDA). Albumin, Balans Nitrogen Penderita Luka Bakar Grade 2.*Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Park, B. 2007. Current and future applications of nanotechnology. *Issues in env sci. Technol.* 24: 1-18.
- Peters, R., P. Brandhoff, S. Weigel, H. Marvin, H. Bouwmeester, K. Aschberger, ... A. Mech. 2014. Inventory of nanotechnology applications in the agricultural, feed and food sector. *EFSA Supporting Publication.* 3(8) pp:1-8
- Podreps, G. H., dan M. Leitgeb. 2013. Different preparation methods and characterization of magnetic maghemite coated with chitosan. *J Nanopart Res.* 15:1751: 1–12. doi:10.1007/s11051-013-1751-x.
- Ranjan, S., N. Dasgupta, A. R. Chakraborty, S. S. Melvin, C. Ramalingam, R. Shanker, & A. Kumar. 2014. Nanoscience and nanotechnologies in food industries: opportunities and research trends. *Journal of Nanoparticle Research*, 16. <https://doi.org/10.1007/s11051-014-2464-5>
- Rakhi, M. dan B. B. Gopal. 2012. Terminalia arjuna bark extract nanoparticles and its application in catalis. *Int, J. Res Chem, Environ.* Vol 2 Issue 4 Oct 2012 (338-342)
- Rhodes, D. G., and T. M. Laue. 2009. *Determination Of Protein Purity. In Methods In Enzymology, Guide To Protein Purification*, 2nd Edition. In R. R. Burgess, M. P. Deutscher, Ed. USA. Academic Press is an imprint of Elsevier
- Restiana, N. A. Taslim, and A. Bukhari. 2010. Pengaruh pemberian ekstrak ikan gabus terhadap kadar albumin dan status gizi penderita HIV/AIDS yang mendapatkan terapi ARV. *E-Jurnal Repository Universitas Hasanuddin*
- Rombouts, I., B. Lagrain, A. Katharina, Scherf, P. Koehler, and J. A. Delcour. 2015. Formation and reshuffling of disulfide bonds in bovine serum albumin demonstrated using tandem mass spectrometry with collision-induced and electron-transfer

- dissociation." *Scientific Reports* 5 (September). Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1038/srep12210>)
- Rosa. 2011. *Pengaruh Pemberian Ikan Gabus Pujimin terhadap Kadar Albumin Serum, Pengukuran LILA, dan TST untuk Menentukan LOLA dan Pemeriksaan UHA di RS Djamil Padang*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Ruiter, A., 1995. *Fish And Fishery Products. Compositon, Nitrition Properties And Stability*. CAB International, Singapore.
- Salma. 2006. *Efect of Supplementation Fish Albumin on Nutritional Status and Albumin Level Of HIV/AIDS*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Sanguansri, P., M. A. Augustin. 2006. Nanoscale materials development-a food industry perspective. *Trends Food Sci Tech*. 17(10):547–556.
- Shanty. 2009. *Pengaruh Suplemen Kapsul Protein Ekstrak Ikan Gabus (Ophiocephalus Striatus) pada Penderita Sindrom Nefrotik Anak*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Shegokar, R., R. H. Muller. 2010. Nanocrystals: industrially feasible multifunctional formulation technology for poorly soluble actives. *Int J pharmaceut*. 399(1):129–139.
- Singh, R. P., & D. R. Heldman. 2014. *Introduction to Food Engineering. Introduction to Food Engineering*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398530-9.00007-3>
- Sofyan. 2013. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Keseimbangan Nitrogen Pasien Luka Bakar*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Sudarmadji, S., B Haryono, dan Suhardi, 1996. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta
- Sulungbudi, G. T., W. Z. Lubis, R. Salam, dan Mujamilah. 2017. Pengendalian suhu ultrasonikasi pada pelapisan nanopartikel magnet (Fe₃O₄) dengan kitosan. *J. Kim. dan Kemasan*. 39:2, 95–101.
- Suma. 2014. *Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Dosis Tinggi Terhadap Kadar Albumin, TNF a, MDA Pada Luka Bakar Derajat 2*. Tesis. Programf Pasca Sarjana UNHAS.

- Suprayitno, E., T. Mujiharto. 2009. *The Effect of Fish Albumin Powders on Wound Healing of Wistar (Rattus novegircus)*, Skripsi. University of Brawijaya Malang.
- Suwandi, R., Nurjanah, and M. Winem. 2014. Proporsi bagian tubuh dan kadar proksimat ikan gabus pada berbagai ukuran. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 17(1):22–28. Retrieved (<http://journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/article/view/8134>).
- Tadros, T., R. Izquierdo, J. Esquena, C. Solans. 2004. Formation and stability of nano-emulsions. *Adv Colloid Interface sci.* 108–109:303–318
- Tan, M. P., A. F. Jamsari, and M. N. Siti Azizah. 2012. NADH dehydrogenase subunit 5, partial (mitochondrion) [*Channa striata*].” *PLoS One* 7(12).
- Taslim, N.A., 2004. Penyuluhan gizi, pemberian soy protein dan perbaikan status gizi penderita tuberkulosis di makassar. *Jurnal Medika Nusantara*. Vol. 25. No. 2. www.med.unhas.ac.id. 2004
- Tawali, A.T, M. K. Roreng, and M. Mahendradatta. 2012. “*Difusi Teknologi Produksi Konsentrat Protein Dari Ikan Gabus Sebagai Food Supplement Di Jayapura*.” Pp. 243–47 in Prosiding In sinas.
- Teeranachaideekul, V., R. H. Muller, V. B. Junyaprasert. 2007. Encapsulation of ascorbylpalmitate in nanostructured lipid carriers (NLC)-Effects of formulation parameters on physicochemical stability. *Int J Pharmaceut.* 340(1):198–206.
- Varma, M.V. S., A. M. Kaushal, A. Garg, S. Garg. 2004. Factors affecting mechanism and kinetics of drug release from matrix-based oral controlled drug delivery systems. *Am J Drug Deliv.* 2(1):43–57.
- Vivien, 2012. *Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Terhadap kadarj TNF a penderita Stroke*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Kota Makassar.
- Wahyono, D., P. Sugita, dan L. Ambarsari. 2010. *Sains Sebagai Landasan Inovasi Teknologi dalam Pertanian dan Industri Prosiding Sains Sebagai Landasan Inovasi Teknologi dalam Pertanian dan Industri*. Prosiding. Dewan Editor, in: Prosiding Seminar Nasional Sains III. hal. 978–979.
- Wang, Y., Y. Zheng, L. Zhang, Q. Wang, and D. Zhang. 2013. Stability of nanosuspensions in drug delivery. *Journal of Controlled Release* 172(3):1126–41. Retrieved

(<http://dx.doi.org/10.1016/j.jconrel.2013.08.006>).

- Wang, X., Null, N. W. Yu-Wen, and N. H. Qingrong. 2009. *Micro/Nanoencapsulation of Active Food Ingredients*. Retrieved (<http://pubs.acs.org/doi/book/10.1021/bk-2009-1007>).
- Wardana, A. A., 2014. Mengenal Nanoteknologi & Aplikasinya untuk Nilai Tambah Komoditas Hortikultura Indonesia. <http://nano.or.id/opini/mengenal-nanoteknologi-aplikasinya-untuk-nilai-tambah-komoditas-hortikultura-indonesia> AKSES 17 AGUSTUS 2015
- Whitaker, J. R., 2003. *Proteolytic Enzymes*. In John r. Whitaker, A G.J.Voragen, D.W.S. Wong. 2003. *Handbook of Food Enzymology*. New York. Basel: Marcel Dekker, Inc.
- Windsor,. M. L. 2001. Fish Protein Concentrate. Ministry Of Technology Torry Advisory Note No.39. <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5917E/x59>
- Winarno, F. G., 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wong, D. W. S. 1989. *Mechanism and Theory in Food Chemistry*. New York : AVI Book-Van Norstrand Reinhold.
- Yamaguchi, A., Y. Mashima, dan T. Iyoda. 2015. Reversible size control of liquid-metal nanoparticles under ultrasonication." *Angew. Chem. int. Ed* 54: 12809–13. doi:10.1002/anie.201506469.
- Yin, B., N. Zheng, Y. Li, S. Tang, L Liang, Q. Xie. 2009. Growth phase-dependent expression of proteins with decreased plant-specific n-glycans and immuno-genicity in tobacco by2 cells. *Sci. China Ser. C: Life Sci.* 52, 739–746
- Zakaria, Z. A., A. M. M. Mat Jais, N. Somchit, M. R. Sulaiman, and C. .. Fatimah. 2006. Report on some of physical properties of bioactive compounds responsible for the channa striatus fillet extract antinociceptive activity. *Journal of Biological Sciences* 6(4):680–86.
- Zenta, F., H. A. S Kumanireng. 2002, *Teknik Laboratorium Kimia Organik*, Laboratorium kimia organik Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Hasanuddin, Makassar

- Zimet, P., Y. D. Livney. 2009. Beta-lactoglobulin and its nanocomplexes with pectin as vehicles for ω -3 polyunsaturated fatty acids. *Food Hydrocolloid* 23(4):1120–1126.
- Zuidam, N. J., E. Shimoni. 2010. *Overview of Microencapsulation Use in Food Products or Processes and Methods to Make Them*. In: Zuidam NJ, Nedovic VA (eds) *Encapsulation Technique for Active Food Ingredients and Food Processing*, Springer, NewYork, 3–29.
- Zuraini, A., M. N. Somchit, M. H. Solihah, Y. M. Goh, A. K. Arifah, M. S. Zakaria, N. Somchit, M. A. Rajion, Z. A. Zakaria and A. M. M. Jais. 2006. Fatty acid and amino acid composition of three local malaysian *Channa spp.* Fish. *Journal of Food Chemistry* 97: 674–678.

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai dari Februari 2014-Agustus 2017, bertempat di Laboratorium Pengembangan Produk, Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu pangan, dan Laboratorium Rekayasa dan Pengolahan Pangan Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Departemen Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin. Dan Laboratorium Nanoteknologi Balai Besar Penelitian Pascapanen Bogor.

B. Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 4 tahapan yaitu:

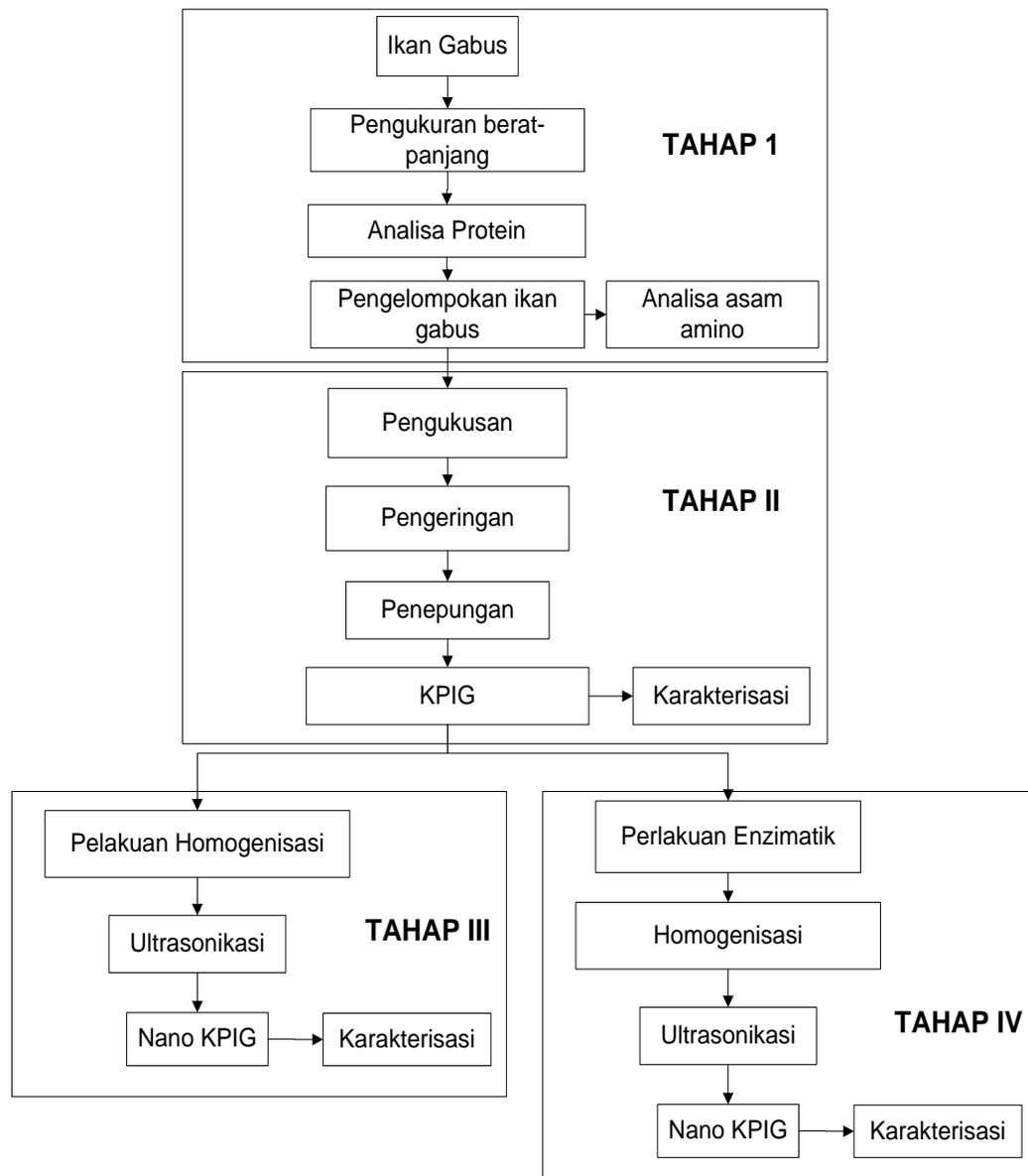
Tahap pertama : Analisa protein dan asam amino ikan gabus (*Channa striata*) berdasarkan kelompok ukuran;

Tahap kedua : Pengolahan KPIG dan karakterisasi sifat fisikokimianya;

Tahap ketiga : Teknologi proses nanokonsentrat protein ikan gabus metode kombinasi homogenisasi-ultrasonikasi dan karakterisasi ukuran partikel serta distribusinya;

Tahap keempat : Teknologi proses nano konsentrat protein ikan gabus metode enzimatis dan karakterisasi ukuran partikel serta distribusinya.

Tahapan secara umum dapat dilihat pada Gambar 6.



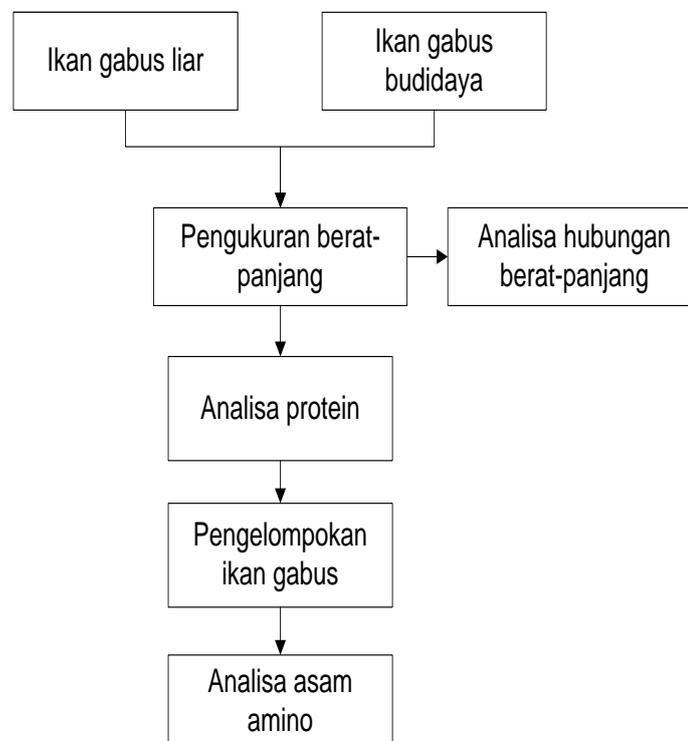
Gambar 6. Diagram Alir Penelitian secara Umum

Tahap I. Kandungan protein dan asam amino ikan gabus (*Channa striata*) berdasarkan kelompok ukuran.

Sebanyak 50 ekor ikan gabus liar yang diperoleh dari hasil tangkapan dari sungai atau Waduk DAS Bili-bili Gowa Provinsi Sulawesi Selatan, dan 50 ekor ikan gabus budidaya yang diperoleh dari petani

petambak ikan gabus di Kabupaten Gorontalo Provinsi Gorontalo yang digunakan dalam penelitian ini. Pengambilan sampel dilakukan secara acak pada ukuran panjang dan berat yang bervariasi lalu menimbang dengan timbangan digital dan mengukur panjang keseluruhan mulai ujung kepala sampai ujung ekor. Sampel yang telah diukur, dibekukan, dibawa ke laboratorium, disimpan dalam keadaan beku hingga siap dianalisa. Ikan gabus dengan berbagai variasi panjang dan berat dianalisa protein terlarutnya, lalu dilakukan pengelompokan ukuran berdasarkan kandungan proteinnya. Kemudian dianalisa kandungan asam aminonya berdasarkan kelompok ukuran tersebut.

Diagram alir pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 7.



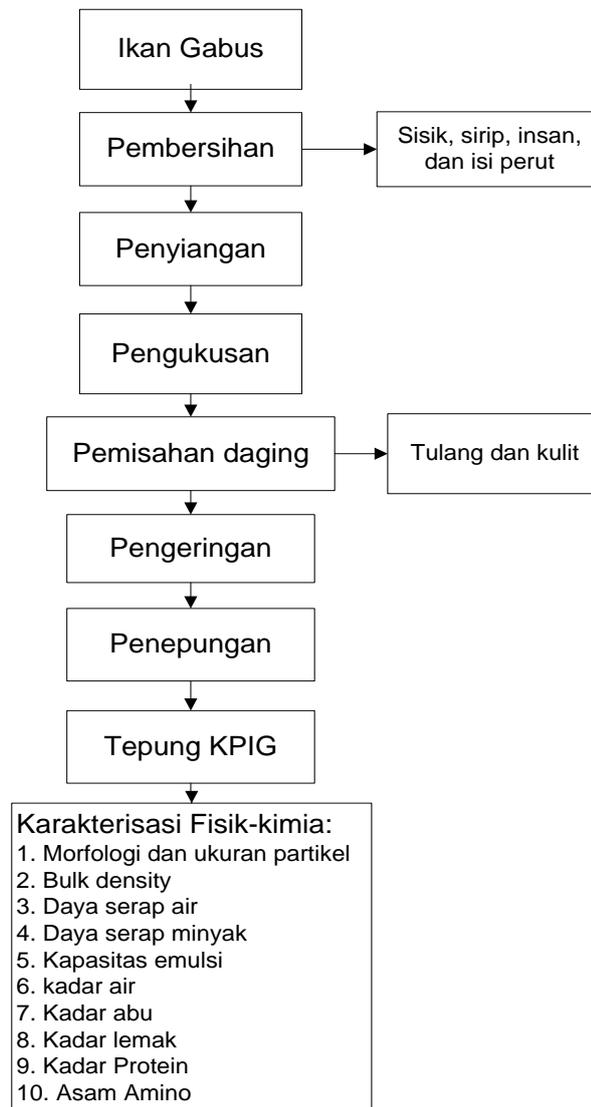
Gambar 7. Diagram Alir Penelitian Tahap Pengelompokan Ikan Gabus

Tahap II. Pembuatan Konsentrat Protein Ikan Gabus dan Karakterisasi Sifat Fisiko-Kimianya

Pembuatan KPIG memodifikasi proses optimal pada penelitian sebelumnya (Tawali *et al.*, 2012; Asfar *et al.*, 2014) adalah sebagai berikut :

1. Pembersihan ikan dengan mencuci pada air mengalir
2. penyiangan ikan gabus dengan mengeluarkan isi perut, insang, dan sisiknya;
3. Pencucian pada air mengalir hingga bersih dari darah.
4. Pengukusan selama 30 menit;
5. Pemisahan daging dari kulit, dan tulangnya;
6. Pengeringan menggunakan oven 60°C hingga kadar air <12%.
7. Penepungan menggunakan mesin Hammer Milk;
8. Pemisahan lemak dengan n-heksan 1:5 (b/v);
9. Pemekatan dengan evaporator suhu 60 selama 2 jam;
10. Pengeringan dengan oven untuk menghilangkan heksan suhu 60 selama 2 jam;
11. Analisa karakteristik sifat fisikokimia. Karakteristik sifat fisik berupa ukuran partikel (nm), bulk density (g/ml), daya serap air (mg air/g), daya serap minyak (ml minyak/g sampel). Karakteristik sifat kimia berupa analisa proksimat, dan analisa asam amino.

Diagram alir pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian pada Tahap Pembuatan dan Karakterisasi KPIG

Tahap III. Teknologi Proses Nano Konsentrat Protein Ikan Gabus metode Kombinasi Homogenisasi-ultrasonikasi

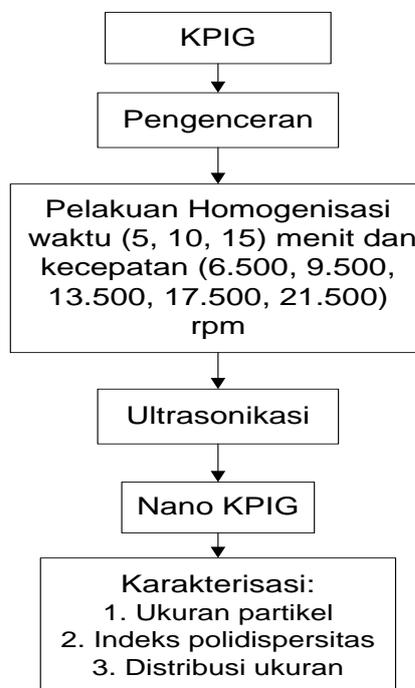
Proses Pembuatan nano-KPIG dilakukan sebagaimana prosedur sebagai berikut :

1. Pengaruh Ultrasonikasi terhadap Ukuran Partikel. Untuk melihat pengaruh ultrasonikasi terhadap ukuran partikel dilakukan

pada sampel yang hanya dihomogenisasi pada kecepatan 6500 rpm selama 5 menit lalu dilakukan ultrasonikasi.

2. Ukuran partikel pada Kecepatan Homogenisasi dan Waktu Homogenisasi dan ultrasonikasi
 - a. Untuk perlakuan ini dihomogenisasi masing-masing selama (5, 10, 15) menit, dan homogenisasi kecepatan masing-masing (6.500, 9.500, 13.500, 17.500, 21.500) rpm menggunakan ultraturax T 25 basic,
 - b. Masing-masing perlakuan dilakukan ultrasonikasi pada Amplitudo 25% selama 5 menit.
 - c. Setiap sampel dilakukan pengukuran partikel dan distribusinya.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 9.



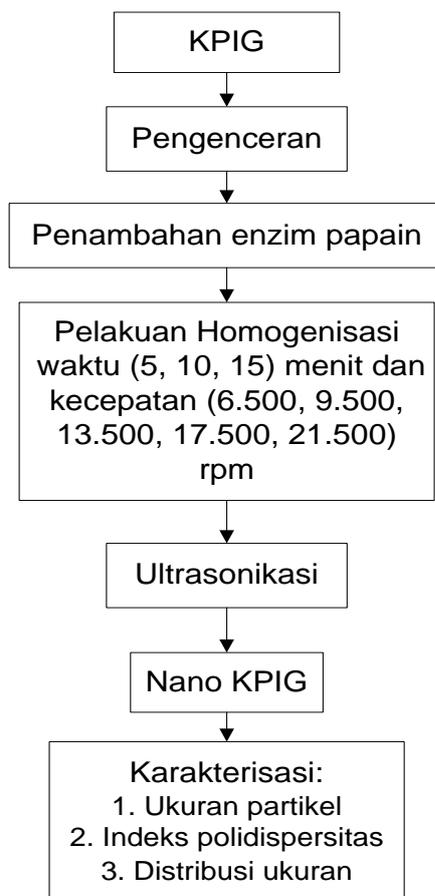
Gambar 9. Diagram Alir Penelitian Tahap Proses Nano KPIG Metode Homogenisasi Ultrasonikasi

Tahap IV. Teknologi Proses Nano Konsentrat Protein Ikan Gabus metode enzimatis.

Proses Pembuatan nKPIG pada metode enzimatis dilakukan sebagaimana prosedur sebagai berikut :

1. KPIG dilarutkan dalam air dengan perbandingan 1:10 (b/v) dengan perlakuan penambahan enzim papain (30 unit/g) dan tanpa penambahan enzim papain,
2. Untuk perlakuan penambahan enzim, dilakukan pengaturan pH 6,8 dan dihomogenisasi pada suhu 40°C masing-masing selama (5, 10, 15) menit, dan homogenisasi kecepatan masing-masing (6.500, 9.500, 13.500, 17.500, 21.500) rpm menggunakan ultraturax T 25 basic,
3. Untuk perlakuan tanpa penambahan enzim, dan dihomogenisasi masing-masing selama (5, 10, 15) menit dan homogenisasi kecepatan masing-masing (6.500, 9.500, 13.500, 17.500, 21.500) rpm menggunakan ultraturax T 25 basic,
4. Masing-masing perlakuan dilakukan ultrasonikasi pada Amplitudo 25% selama 5 menit.
5. Setiap sampel dilakukan pengukuran partikel dan distribusinya.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Alir Penelitian Tahap Proses Nano KPIG Metode Enzimatik

C. Desain Penelitian

Tahap I. Kandungan protein dan asam amino ikan gabus (*Channa striata*) berdasarkan kelompok ukuran.

Desain penelitian pada tahap ini yaitu 2 jenis sampel yaitu sampel A berupa ikan gabus liar dan sampel B berupa ikan gabus budidaya. Data hasil analisa protein pada berbagai ukuran dari sampel A dan sampel B masing-masing diolah dengan menggunakan rancangan Rancangan Acak Lengkap, Jika terdapat pengaruh ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji

Duncan. Untuk melihat perbedaan kandungan protein antara sampel A dan B diolah dengan Uji T.

Data kandungan protein dan asam amino berdasarkan kelompok ukuran diolah dengan menggunakan rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Jika terdapat pengaruh ($p < 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

Tahap II. Pembuatan Konsentrat Protein Ikan Gabus dan Karakterisasi Sifat Fisiko-Kimianya

Desain penelitian pada tahap ini adalah 3 kelompok ikan gabus yaitu kelompok ikan gabus kecil (<29 cm, <200 g), kelompok ikan gabus sedang (30–39 cm, 200–400 g) dan kelompok ikan gabus besar (>40 cm, >400 g), masing-masing diolah menjadi KPIG lalu dianalisa sifat fisikokimianya.

Data hasil uji pada masing-masing kelompok diolah dengan menggunakan rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL), Jika terdapat pengaruh ($p < 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

Tahap III. Teknologi Proses Nano Konsentrat Protein Ikan Gabus metode Kombinasi Homogenisasi-ultrasonikasi

Desain penelitian pada tahap III ini adalah terdiri dari 2 faktor yaitu kecepatan dan waktu homogenisasi. Adapun faktor pertama yaitu kecepatan homogenisasi terdiri dari 5 taraf yaitu: 1 = 6500 rpm, 2 = 9500 rpm, 3 = 13.500 rpm, 4 = 17.500 rpm, dan 5 = 21.500 rpm. Faktor kedua adalah lama homogenisasi terdiri dari 3 taraf yaitu : X = 5 menit, Y= 10 menit, dan Z = 15 menit

Parameter pengamatan berupa ukuran partikel, Indeks polidispersitas, distribusi ukuran berdasarkan intensitas dan volumenya. Data ukuran partikel yang diperoleh pada tahapan ini diolah menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Jika terdapat pengaruh ($p < 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

Tahap IV. Teknologi Proses Nano Konsentrat Protein Ikan Gabus metode enzimatis.

Desain penelitian pada tahap IV ini adalah terdiri 2 faktor yaitu kecepatan dan waktu homogenisasi. Adapun factorial pertama yaitu kecepatan homogenisasi yang terdiri dari 5 taraf yaitu: 1 = 6500 rpm, 2 = 9500 rpm, 3 = 13.500 rpm, 4 = 17.500 rpm, dan 5 = 21.500 rpm. Faktor kedua adalah lama homogenisasi yang terdiri dari 3 taraf yaitu: X = 5 menit, Y = 10 menit, dan Z = 15 menit

Parameter pengamatan berupa ukuran partikel, Indeks polidispersitas, distribusi ukuran berdasarkan intensitas dan volumenya. Data ukuran yang diperoleh pada tahapan ini diolah menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Jika terdapat pengaruh ($p < 0,05$) maka dilanjutkan dengan Uji Duncan .

D. Parameter Penelitian

1. Analisa Protein Metode Lowry (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Kadar protein dianalisa menggunakan metode Lowry dengan cara sebagai berikut : Pereaksi. 1) Natrium karbonat 2 g dalam 500 ml larutan NaOH 0,1 mol/L. 2) Tembaga Sulfur 0,5 g dalam 100 ml larutan Na-K

tartarat 1% (dibuat hanya pada waktu akan digunakan). 3) Campuran 50 ml pereaksi (1) dengan 1 ml Pereaksi (2) (hanya pada waktu akan digunakan, hanya stabil selama 1 hari). 4) Pereaksi Folin Ciocalteu (pereaksi fenol). Biasanya tersedia secara komersial, larutan dengan aquades 1:1 sebelum digunakan. 5) Larutan protein standar : 0,02 mg/ml Bovine serum albumin (BSA).

Pembuatan Kurva Standar. Protein standar dimasukkan kedalam tabung reaksi : 0 (blangko), 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,6, 0,7, 0,8 dan 1 ml. Tambah air sampai volume total masing-masing 4 ml. Kedalam masing-masing tabung reaksi ditambahkan 5 ml pereaksi (3), campur merata dan biarkan 10-15 menit pada suhu kamar. Ditambahkan 0,5 ml pereaksi (4) kedalam masing-masing tabung reaksi, kocok merata dengan cepat sesudah penambahan. Dibiarkan kurang lebih 30 menit sampai warna biru terbentuk. Ukur absorbansinya pada 650 nm. Buat kurva standar.

Persiapan Sampel. Sampel harus berupa cair. Jika berbentuk padatan maka harus dihancurkan dulu dan ditambahkan air. Hancuran yang diperoleh disaring lalu disentrifugasi. Perhatikan faktor pengenceran. Penetapan Sampel. 0,1–1 ml sampel dipipet. Masukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian diperlakukan seperti penentuan standar.

2. Komposisi Asam Amino (AOAC, 2005)

Sampel sebanyak 0,5 g dimasukkan ke dalam gelas piala 25 ml kemudian ditambahkan HCl 6 N sebanyak 10 ml. Gelas piala dipanaskan selama 24 jam pada suhu 100°C. Sampel disaring dan diambil filtratnya.

Filtrat ditambahkan 5 ml larutan pengering (metanol, picolotiocianat, trietilamin) kemudian dikeringkan. Larutan derivatisasi (metanol, Na-asetat, dan trietilamin) ditambahkan dan sampel didiamkan selama 20 menit. Larutan asetat 1 M sebanyak 200 ml ditambahkan dan sampel siap diinjeksikan ke HPLC.

Kondisi alat HPLC sebagai berikut : temperatur pada suhu ruang, kolom yang digunakan adalah pico tag 3,9 x 150 mm, kecepatan aliran 1,5 ml/menit, batas tekanan 3000 psi, program gradien, fase gerak asetronitril 60% dan buffer natrium asetat 1 M, dan detektor sinar UV dengan panjang gelombang 254 nm.

$$\text{Asam amino}(\%) = \frac{\text{Luas area sampel}}{\text{luas area standar}} \times \frac{\text{kons. standar}}{\text{bobot sample}} \times \text{BM} \times \text{FK} \times 100$$

$$\text{Asam Amino (mg/g protein)} = \frac{1000 \times \text{kadar asam amino}(\%)}{\text{kadar protein}(\%)}$$

Keterangan: FK = faktor koreksi,

BM = bobot molekul.

3. Analisa Karakteristik Fisikokimia KPIG.

a) Morfologi partikel KPIG

Scanning Electron Microscopy (SEM) digunakan untuk mengkarakterisasi morfologi partikel. Perhitungan ukuran partikel dilakukan dengan menarik garis diagonal pada partikel lalu menghitungnya berdasarkan skala pembesaran hasil SEM.

3. Densitas kamba (Wirakartakusumah *et al.*, 1992)

Sebanyak 10 g sampel diukur volumenya dengan gelas ukur 50 ml. Densitas kamba dinyatakan dalam g/ml.

$$\text{Densitas kamba (g/ml)} = \frac{\text{berat bahan (g)}}{\text{volume bahan (ml)}}$$

b) Kapasitas Emulsi (Wirakartakusumah *et al.*, 1992)

Kapasitas emulsi diukur dengan cara 5 g konsentrat protein ikan ditambahkan 20 ml air dan 20 ml minyak jagung, kemudian dihomogenisasi selama 1 menit dan disentrifus pada 7500 rpm selama 5 menit. Kapasitas emulsi dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kapasitas Emulsi \%} = \frac{\text{volume emulsi setelah disentrifus}}{\text{volume awal}} \times 100$$

c) Daya Serap Air (Wirakartakusumah *et al.*, 1992)

Sampel sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam tabung sentrifus lalu ditambah dengan 10 ml aquades, kemudian diaduk dengan spatula dan didiamkan pada suhu kamar selama 30 menit. Setelah itu disentrifus pada 3.000 rpm selama 30 menit. Volume air bebas atau yang tidak terserap oleh sampel diukur dengan gelas ukur. Perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Daya serap air (ml/g)} = \frac{\text{Volume awal} - \text{Volume air bebas}}{\text{Berat Sampel}}$$

d) Daya Serap Lemak (Wirakartakusumah *et al.*, 1992)

Sampel sebanyak 1 g dimasukkan kedalam tabung sentrifus lalu ditambahkan dengan 10 ml minyak nabati, kemudian diaduk dengan spatula dan didiamkan pada suhu kamar selama 30 menit. Setelah itu disentrifus pada 3.000 rpm selama 30 menit. Volume minyak yang bebas atau tidak terserap oleh sampel, diukur dengan gelas ukur. Perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Daya serap minyak (ml/g)} = \frac{\text{volume awal-volume akhir}}{\text{berat sampel}}$$

e) Kadar Protein Metode Kjeldahl (AOAC, 2005)

- 1) Ditimbang dengan teliti lebih kurang 0,5 g sampel, kemudian ditambahkan ke dalam labu kjedahl 100 ml.
- 2) Ditambahkan lebih kurang 1 g campuran selenium dan 10 ml H₂SO₄ pekat (teknis)
- 3) Labu Khjedhal bersama isinya digoyangkan sampai semua contoh terbasahi dengan H₂SO₄
- 4) Didestruksi dalam lemari asam sampai jernih
- 5) Dibiarkan dingin kemudian tuang kedalam labu ukur 100 ml di bilas dengan aquades, kemudian tambahkan aquades sampai tanda tera.
- 6) Disiapkan penampung yang terdiri dari 10 ml H₃BO₃ 2% + 4 tetes larutan indikator campuran dalam erlemeyer 100 ml.
- 7) Dipipet 5 ml NaOH 30 % dan 100 ml aquades.

- 8) Disuling hingga penampungan menjadi lebih kurang 50 ml.
- 9) Dibilas ujung penyuling dengan aquades kemudian penampung bersama isinya dititrasi dengan larutan HCl atau H₂SO₄ 0,0222 N sampai berubah larutan menjadi merah muda dan tidak hilang selama 30 menit.

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \frac{V \times N \times 14,007 \times 6,25 \times P}{G \text{ sampel}} \times 100$$

V = Volume titrasi Sampel;

N = Normalitas Larutan HCL atau H₂SO₄ 0,0222 N;

P = Faktor Pengenceran = 100/5

f) Kadar Lemak (Metode Soxhlet) (AOAC, 2005)

1. Labu takar yang ukurannya sesuai dengan alat ekstraksi soxhlet yang akan digunakan dikeringkan dalam oven, didinginkan dalam desikator dan timbang.
2. Ditimbang 5 g sampel dalam bentuk tepung langsung dalam saringan timbel, yang sesuai dengan ukurannya, kemudian tutup dengan kapas wol yang bebas lemak. Sebagai alternatif sampel dapat dibungkus dengan kertas saring
3. Diletakkan timbel atau kertas saring yang berisi sampel tersebut dalam ekstraksi soxhlet, kemudian pasang kondensor di atasnya, dan labu lemak dibawahnya.
4. Dihitung pelarut dietil eter ke dalam labu lemak secukupnya, sesuai dengan ukuran soxhlet yang digunakan.

5. Dilakukan refluks selama minimum 5 jam sampai pelarut yang turun kembali ke labu lemak berwarna jernih.
6. Destilasi pelarut yang ada di dalam labu lemak, ditampung pelarutnya, selanjutnya labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105° C.
7. Setelah kering sampai berat tetap dan didinginkan dalam desikator, lalu ditimbang labu beserta lemaknya tersebut. Berat lemak dapat dihitung :

$$\text{Lemak \%} = \frac{\text{Berat lemak (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100$$

g) Kadar Air (AOAC, 2005)

1. cawan kosong dikeringkan dalam oven selama 15 menit, didinginkan dalam desikator selama 10-20 menit,
2. Bahan yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 3 g kemudian dimasukkan kedalam cawan yang telah diketahui beratnya.
3. Bahan dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105°C selama 3-5 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Bahan kemudian dikeringkan lagi dalam oven selama 30 menit, didinginkan dalam desikator dan kemudian ditimbang. Perlakuan ini diulangi sampai beratnya konstan.
4. Perhitungan kadar air bahan dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{kadar air (Dry Basis) \%} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat Akhir}} \times 100$$

h) Kadar Abu (AOAC, 2005)

Prinsip analisis kadar abu adalah proses pembakaran senyawa organik sehingga didapat residu anorganik yang disebut abu.

Prosedur analisis kadar abu adalah sebagai berikut :

1. Cawan kosong dipanaskan dalam oven kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang beratnya.
2. Sampel ditimbang sebanyak 5 g dan diletakkan dalam cawan,
3. Cawan kemudian dimasukkan dalam tanur. Pengabuan dilakukan dalam dua tahap yaitu pada suhu 450°C dan pada suhu 550°C, pengabuan dilakukan sekitar 2-3 jam.
4. Cawan kemudian didinginkan dalam desikator, setelah dingin cawan kemudian ditimbang. Persentase dari kadar abu dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{\text{Berat abu (g)}}{\text{Berat Sampel (g)}} \times 100$$

i) Analisa Ukuran dan Distribusi Partikel

Ukuran dan distribusi partikel dianalisa menggunakan alat *Particle size analyzer* merek Malvern Panalytical. Rata-rata ukuran Partikel KPIG diperoleh dari *z-average* sedangkan distribusinya berdasarkan indeks polidispersitas (PDI) dan *distributions by volume* dan *distributions by intensity*.

E. Daftar Pustaka

- AOAC. (2005). Official methods of analysis (18th ed.). *Association of Official Analytical Chemists*: Arlington, VA
- Asfar, M., A. B. Tawali, N. Abdullah, and M. Mahendradatta. 2014. Extraction Of Albumin Of Snakehead Fish (*Channa Striatus*) In Producing The Fish Protein Concentrate (FPC). *International Journal of Scientific & Technology Research* 3(4):85–88.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi, 1997. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta
- Tawali, A.T, M. K. Roreng, dan M. Mahendradatta. 2012. “*Difusi Teknologi Produksi Konsentrat Protein Dari Ikan Gabus Sebagai Food Supplement Di Jayapura.*” Pp. 243–47 in *Prosiding In sinas*.
- Wirakartakusumah, M. A., K. Abdullah, dan A.M. Syarif. 1992. *Sifat Fisik Pangan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 34hlm.

BAB IV. KANDUNGAN PROTEIN DAN ASAM AMINO IKAN GABUS (*Channa striata*) BERDASARKAN KELOMPOK UKURAN

A. Abstrak

Produksi konsentrat protein ikan gabus sebagai suplemen makanan berbasis protein akan mendapat manfaat dari pemahaman tentang kandungan protein pada ukuran ikan gabus. Oleh karena itu, ikan gabus dengan berbagai panjang dan berat dianalisis kandungan protein dan komposisi asam aminonya, dan kemudian kedua faktor dikelompokkan berdasarkan ukuran ikan. Kandungan protein semua ikan berada di kisaran 11,6-18,94% dan menunjukkan kecenderungan yang meningkat dengan peningkatan panjang dan berat ikan. Ukuran ikan kelompok kecil (<29 cm, <200 g), sedang (30–39 cm, 200–500 g) dan besar (> 40 cm, > 500 g). Perbedaan yang signifikan dalam kandungan protein antara ikan besar dan kecil yang diamati. Total asam amino esensial, asam amino non-esensial, dan asam amino menunjukkan kecenderungan meningkat dengan meningkatnya ukuran ikan snakehead. Glutamat dan asam amino lisin-HCl cenderung mendominasi dalam kelompok berukuran lebih besar. Oleh karena itu, penggunaan snakehead sebagai bahan baku untuk produk berbasis protein harus menggunakan ikan gabus ukuran sedang-ke-besar.

Keywords: *Ikan, makanan suplemen, bahan baku, panjang-berat*

Abstract

Production of snakehead fish protein concentrate as a protein-based food supplement would benefit from an understanding of the protein content with snakehead fish size. Therefore, snakehead fish of various lengths and weights were analyzed for their protein content and amino acid composition, and then both factors classified by fish size. The protein content of all fish was in the range 11.6–18.94% and displayed an increasing trend with an increase in fish length and weight. Fish size was classified as small (<29 cm, <200 g), medium (30–39 cm, 200–500 g) and large (>40 cm, >500 g). A significant difference in protein content between the large and small fish was observed. The total of essential amino acids, non-essential amino acids, and amino acids showed an increasing trend

with increasing snakehead fish size. Glutamate and lysine-HCl amino acids tended to predominate in the larger-sized groups. Therefore, the use of snakehead as a raw material for protein-based products should use medium-to-large snakehead fish.

Keywords: *Fish, Food supplement, Raw material, Length–weight*

B. Pendahuluan

Kebutuhan ikan gabus sebagai bahan baku obat, makanan suplemen, dan makanan fungsional semakin meningkat. Salah satu nutrisi penting dalam ikan gabus adalah protein terlarut atau albumin dan kandungan asam aminonya yang lengkap dengan jumlah yang cukup memadai (Wahab *et al.*, 2015; Haniffa *et al.*, 2014; Jais *et al.*, 1994; Januar *et al.*, 2015; Mohd Shafri *et al.*, 2012; Mohamed *et al.*, 2014; Zakaria *et al.*, 2007; Zuraini *et al.*, 2006). Pengolahan produk berbasis protein ikan gabus telah banyak dilakukan diantaranya menjadi konsentrat protein ikan gabus (Tawali *et al.*, 2012; Asfar *et al.*, 2014), ekstrak protein ikan gabus (Mustafa *et al.*, 2012; Galla *et al.*, 2012; Romadhoni *et al.*, 2016), isolat albumin ikan gabus (Nugroho, 2013), biskuit kaya albumin ikan gabus untuk balita (Sari *et al.*, 2014), formula krim untuk luka bakar (Midu *et al.*, 2012), dan makanan tradisional berbasis ikan gabus kaya albumin (Asfar *et al.*, 2015) .

Selama ini kebutuhan ikan gabus diperoleh dari hasil tangkapan dari alam sehingga sulit dilakukan penentuan hubungan antara kandungan protein dengan jenis, takaran pakan, dan umur ikan gabus. Pengukuran yang dapat dilakukan adalah pengukuran hubungan antara kandungan

protein dengan ukuran ikan gabus. Oleh karena itu, pengukuran kandungan protein pada variasi ukuran berat dan panjang sangat perlu dilakukan. Ikan akan mengalami pertumbuhan sepanjang hidupnya, pertumbuhan ikan dapat dirumuskan sebagai pertambahan ukuran panjang dan berat dalam suatu waktu (Kusumaningrum *et al.*, 2014). Pertumbuhan berkaitan dengan masalah perubahan dalam besar jumlah, ukuran atau dimensi tingkat sel organ maupun individu yang bisa diukur dengan berat, ukuran panjang, umur tulang dan keseimbangan metabolik (Muthmainnah, 2013). Kuantifikasi untuk pertumbuhan dapat berupa panjang, bobot (basah dan kering) atau kandungan nutrisi tubuh seperti protein, lemak, karbohidrat, dan kandungan energi.

Mutu produk akhir salah satunya ditentukan oleh mutu bahan bakunya, bahan baku dengan mutu yang baik akan menghasilkan produk yang baik pula. Salah satu penentuan mutu bahan baku adalah komposisi kandungan yang dimilikinya dan berdasarkan kualitas fisiknya. Grading atau pengelompokan bahan berdasarkan kandungannya merupakan bagian dari proses standarisasi bahan baku. Proses standarisasi ikan gabus didasarkan pada kandungan protein dan komposisi asam amino yang dimilikinya lalu dihubungkan dengan kualitas fisik berupa ukurannya. Proses standarisasi dilakukan dengan mengidentifikasi hubungan antara panjang-berat ikan gabus, kemudian menganalisa kandungan protein terlarut dan mengidentifikasi hubungan antara panjang dan berat dengan kandungan protein terlarut (albumin) kemudian mengelompokkan dan

menganalisa kandungan asam amino berdasarkan kelompok ukurannya. Ikan gabus yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan gabus budidaya dan ikan gabus liar.

Penelitian mengenai hubungan berat panjang dengan faktor kondisi pada ikan gabus (Muthmainnah, 2013), proporsi ikan gabus dengan kadar proksimat ikan gabus (Suwandi *et al.*, 2014), komposisi asam amino ikan gabus pada berbagai variasi ukuran (Gam *et al.*, 2005), namun penelitian tersebut tidak mengelompokkan ukuran ikan gabus. Sehingga penelitian ini mengidentifikasi hubungan antara panjang-berat ikan gabus, lalu menganalisa kandungan protein terlarut dan mengidentifikasi hubungan antara panjang dan berat dengan kandungan protein terlarut (albumin) kemudian mengelompokkan dan menganalisa kandungan asam amino berdasarkan kelompok ukurannya.

C. Metode Penelitian

Ikan gabus yang diteliti berupa ikan gabus budidaya (A) dan ikan gabus liar (B). Ikan gabus budidaya merupakan ikan gabus yang pemeliharaan atau pembesarannya secara khusus dalam kolam dan diberi pakan berupa pakan buatan (pellet). Ikan gabus budidaya yang diperoleh dari petani petambak ikan gabus di Kabupaten Gorontalo Provinsi Gorontalo. Sedangkan, ikan gabus liar adalah Ikan gabus hasil tangkapan dari sungai atau bendungan yang tidak dipelihara secara khusus. Ikan gabus liar merupakan hasil tangkapan dari sungai atau Waduk DAS Bili-bili Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. Pengambilan

sampel dilakukan secara acak pada ukuran panjang dan berat yang bervariasi lalu menimbang dengan timbangan digital dan mengukur panjang keseluruhan mulai ujung kepala sampai ujung ekor. Sampel yang telah diukur, dibekukan, dibawa ke laboratorium, disimpan dalam keadaan beku hingga siap dianalisa. Ikan gabus dengan berbagai variasi panjang dan berat dianalisa protein terlarutnya, lalu dilakukan pengelompokan ukuran berdasarkan kandungan proteinnya. Kemudian dianalisa kandungan asam aminonya berdasarkan kelompok ukuran tersebut.

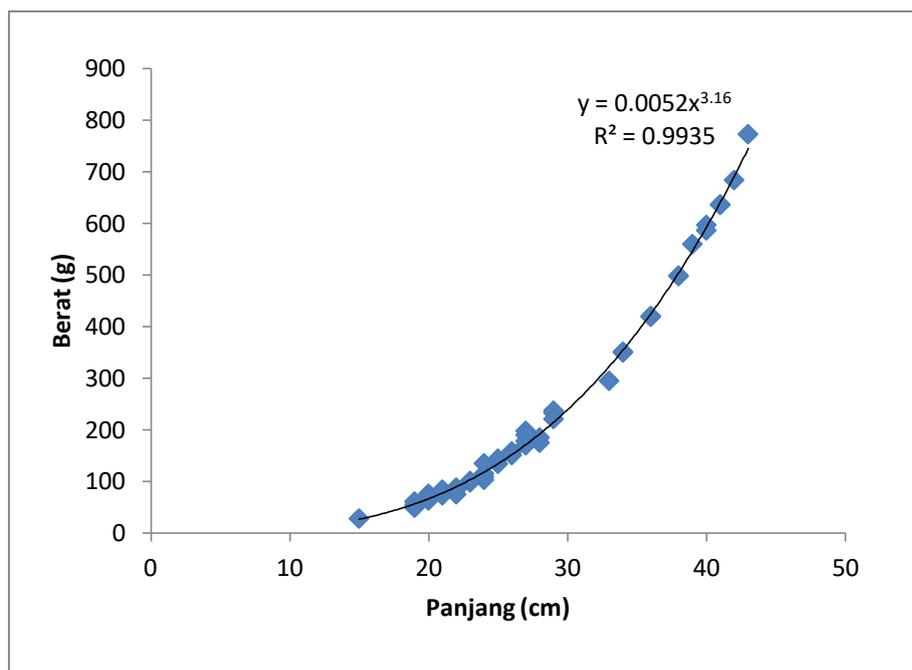
D. Hasil dan Pembahasan

1. Hubungan antara berat dan panjang pada ikan gabus budidaya

Pola hubungan berat panjang terbagi menjadi 3 pola yaitu isometrik ($a=3$), allometrik positif dan allometrik negatif. Isometrik adalah pertumbuhan berat sama dengan pertumbuhan panjangnya ($a=3$), allometrik positif adalah pertumbuhan berat lebih cepat dibanding dengan pertumbuhan panjangnya ($a>3$), dan allometrik negatif adalah pertumbuhan panjang lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan beratnya ($a<3$). Bentuk rumus umumnya yaitu : $W = cL^a$, di mana W : berat, L : panjang, c dan a : konstanta (Khan *et al.*, 2011).

Penentuan acuan ukuran dilakukan pengukuran ikan gabus lalu menghubungkan antara berat dan panjangnya. Hubungan berat panjang sangat berguna untuk menjadi acuan bila hanya salah satu parameter ukuran yang digunakan. Data hasil Pengukuran panjang-berat ikan gabus budidaya dapat dilihat pada Lampiran 1. Data tersebut diperoleh dengan

mengukur panjang ikan dari ujung ekor hingga ujung kepala, sedangkan untuk berat diperoleh dengan menimbang ikan menggunakan timbangan elektrik. Grafik hubungan hasil pengukuran berat dan panjang pada ikan gabus budidaya dapat dilihat pada Gambar 11.



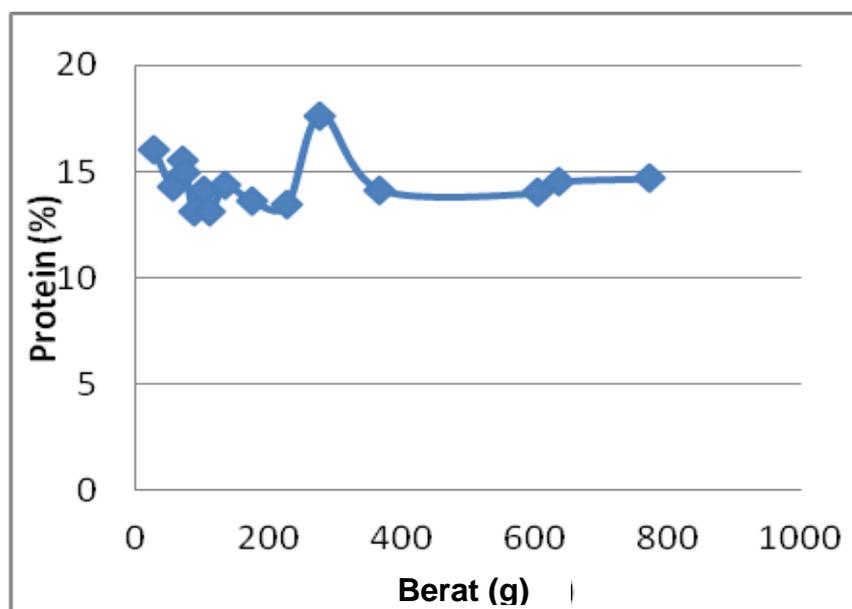
Gambar 11. Hubungan antara Panjang dengan Berat Ikan Gabus budidaya

Diperoleh hasil hubungan panjang berat ikan gabus mengikuti pola alometrik positif ($a > 3$) dimana $a = 3.16$, berarti pertumbuhan berat lebih cepat dibanding dengan pertumbuhan panjangnya. Terlihat pada grafik bahwa pola ikan gabus budidaya trennya seragam ($R^2 = 0.99$). Sampel ikan gabus budidaya diperoleh dari tambak yang kondisi perairan yang tenang dan sesuai dengan Shukor *et al.* (2008), yang menyebutkan bahwa ikan yang hidup di perairan arus deras umumnya memiliki nilai a yang lebih rendah dan sebaliknya ikan yang hidup pada perairan tenang

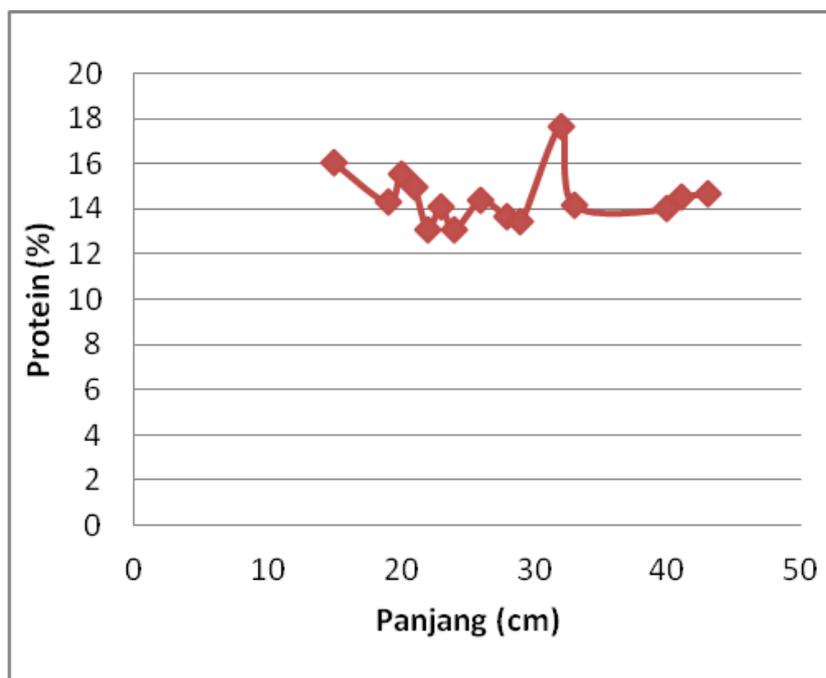
akan menghasilkan nilai a yang lebih besar. Fenomena ini mungkin disebabkan oleh tingkah laku ikan, ini sesuai dengan pernyataan Muchlisin *et al.* (2010) yang menyebutkan bahwa besar kecilnya nilai a juga dipengaruhi oleh perilaku ikan, misalnya ikan yang berenang aktif menunjukkan nilai a yang lebih rendah bila dibandingkan dengan ikan yang berenang pasif.

2. Profil Protein Ikan Gabus budidaya pada Variasi Ukuran

Ikan gabus budidaya yang dianalisa adalah ikah hasil pemeliharaan di tambak dengan pemberian pakan secara berkala 3-4 kali sehari menggunakan pellet ikan komersial. Hasil analisa protein ikan gabus budidaya pada berbagai ukuran yang dihubungkan dengan berat (g) dan panjang (cm) dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12. Hubungan antara Berat dengan Protein Ikan Gabus Budidaya



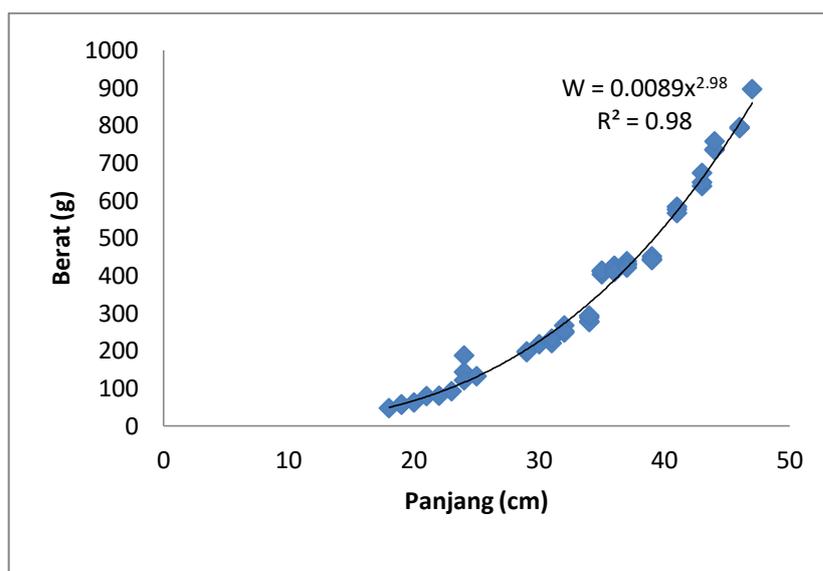
Gambar 13. Hubungan antara Panjang dengan Protein Ikan Gabus Budidaya

Diperoleh kandungan protein dari berbagai ukuran pada ikan gabus yang dibudidayakan kisaran 13.1%-17.64%, data hasil analisa kandungan protein ikan gabus budidaya dapat dilihat pada Lampiran 2.a. Hubungan antara kandungan protein terhadap berat maupun panjangnya memperlihatkan tren yang menurun. Hasil analisis sidik ragam seperti pada Lampiran 2.b. menunjukkan bahwa kandungan protein tidak berpengaruh ($p>0.05$) pada berbagai variasi ukuran panjang-berat ikan gabus. Kandungan protein menurun seiring dengan kenaikan berat maupun panjangnya dimungkinkan karena faktor makanan. Kandungan ikan budidaya sangat tergantung dengan pakan dan kondisi perairannya, ikan yang dibudidayakan tidak memiliki makanan yang variatif dan gerak yang terbatas. Effendi (1997) menyatakan pertumbuhan secara individual

dapat dikatakan sebagai penambahan jaringan akibat dari pembelahan sel secara mitosis. Tubuh ikan terdiri dari dua bagian yaitu tulang dan otot (daging ikan) yang tersusun atas serat. Serat-serat tersebut meningkat bersama meningkatnya umur, tingkat pemberian nutrisi, serta oleh perkembangan bobot badan.

3. Hubungan antara berat dan panjang pada ikan gabus liar

Variasi ukuran berat panjang ikan gabus liar yang diteliti memiliki kisaran panjang yaitu 18-47 cm dan kisaran berat 46-897 g. Data hasil Pengukuran panjang berat ikan gabus liar dapat dilihat pada Lampiran 3. Grafik hubungan hasil pengukuran berat dan panjang pada ikan gabus dapat dilihat pada Gambar 14. Diperoleh hasil hubungan panjang berat ikan gabus mengikuti pola alometrik negatif di mana $a=2.98$. dengan nilai koefisien korelasi $R^2=0.98$.

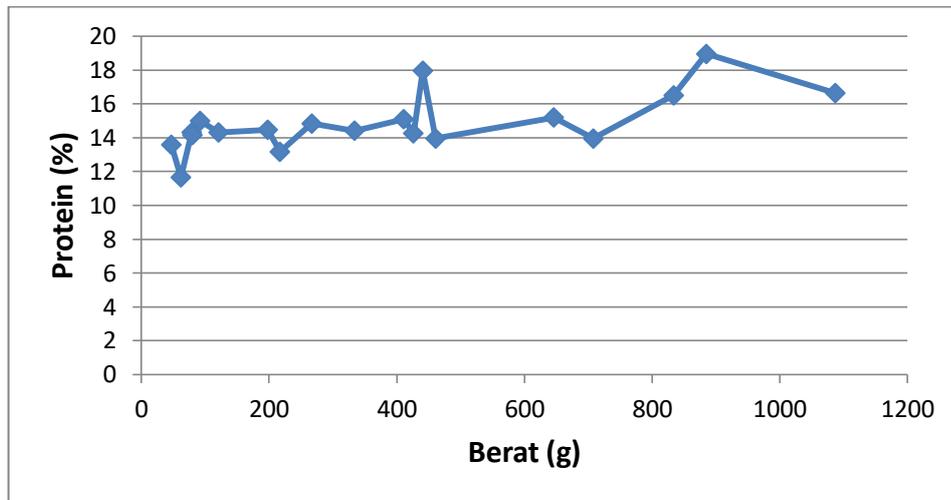


Gambar 14. Hubungan antara Panjang dengan Berat Ikan Gabus liar.

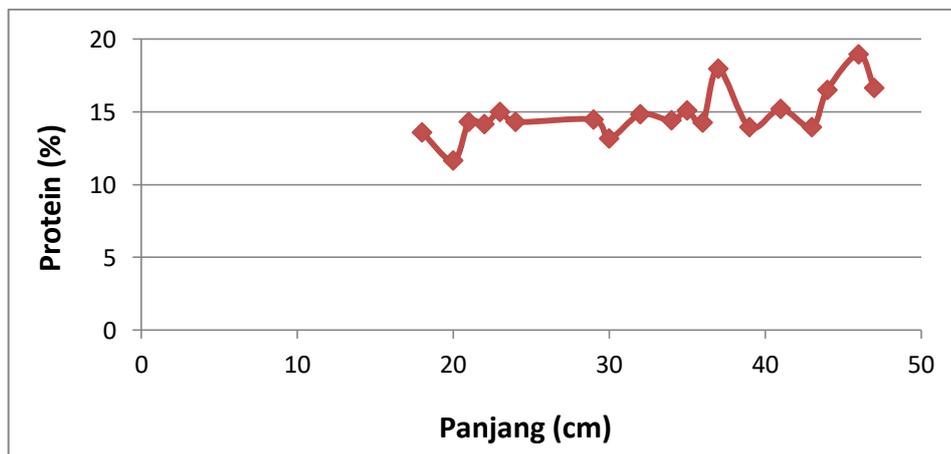
Pola hubungan panjang-berat ikan gabus di DAS Bili-bili menunjukkan pola allometrik negatif ($a=2,98$). Hal ini menunjukkan pertumbuhan panjangnya lebih cepat dibanding dengan pertumbuhan beratnya. Beberapa laporan penelitian sejalan dengan hasil penelitian ini yaitu hubungan panjang berat ikan gabus Sungai Gangga bagian utara India memiliki nilai $a=2,93$ (Khan *et al.*, 2011), ikan gabus Sungai Chi, Thailand memiliki nilai $a=2,94$ (Satrawaha & Pilasamorn, 2009), ikan gabus hitam (*Glossogobius giurus*) di Danau Sentani Papua memiliki nilai $b=2,96$ (Umar *et al.*, 2010), ikan gabus di rawa lebak Mariana, Banyuasin Sumatra Selatan memiliki nilai $a=2,54$ dan ikan gabus rawa lebak Sekayu, Musi Banyuasin Sumatra Selatan memiliki nilai $a=2,81$ (Muthmainnah, 2013). Besar kecilnya nilai a juga dipengaruhi oleh perilaku ikan, misalnya ikan yang berenang aktif menunjukkan nilai a yang lebih rendah bila dibandingkan dengan ikan yang berenang pasif. Mungkin hal ini terkait dengan alokasi energi yang dikeluarkan untuk pergerakan dan pertumbuhan (Muchlisin *et al.*, 2010).

4. Profil Protein Ikan Gabus Liar pada Variasi Ukuran

Grafik hasil analisa protein ikan gabus budidaya maupun liar dihubungkan dengan berat (gram) dan panjang (cm) dapat dilihat pada Gambar 15 dan Gambar 16.



Gambar 15. Hubungan antara Berat dengan Protein Ikan Gabus Liar



Gambar 16. Hubungan antara Panjang dengan Protein Ikan Gabus Liar

Diperoleh kandungan protein dari berbagai ukuran pada ikan gabus pada kisaran 11.6%-18.94%. Data hasil analisa kandungan protein pada ikan gabus liar dapat dilihat pada Lampiran 4.a. Hubungan antara kandungan protein terhadap ukuran berat maupaun panjang meperlihatkan tren peningkatan kandungan protein terlihat seiring peningkatan berat maupun panjangnya. Namun, hasil analisis sidik ragam seperti pada Lampiran 4.b diperoleh kandungan protein tidak

berpengaruh ($p > 0.05$) terhadap berbagai variasi ukuran panjang-berat ikan gabus.

Untuk melihat pengaruh antara ikan gabus budidaya dan ikan gabus liar terhadap kandungan proteinnya maka dilakukan analisa dengan Uji T. Data rerata kandungan protein ikan gabus budidaya dan liar dapat dilihat pada Lampiran 5.a. Hasil uji T seperti pada Lampiran 5.b antara kandungan protein ikan gabus budidaya dan liar menunjukkan bahwa kandungan protein pada kelompok ikan gabus budidaya berbeda tidak nyata. Oleh karena itu, dilakukan pengelompokan ikan gabus yaitu kelompok ukuran kecil, sedang, dan besar berdasarkan pengelompokan yang umumnya dilakukan dalam menilai ukuran ikan gabus oleh masyarakat dan berdasarkan tren peningkatan kandungan proteinnya. Kelompok ikan gabus kecil mewakili ukuran kurang dari 29 cm atau kurang dari 200 gram, kelompok ikan gabus sedang mewakili ukuran 30-39 cm atau 200-500 g dan kelompok ikan gabus besar mewakili ukuran lebih dari 40 cm atau lebih dari 500 gram. Data rerata protein Ikan gabus pada kelompok ukuran dapat dilihat pada Lampiran 6.a, sedangkan hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis Sidik Ragam Berdasarkan Kelompok Ukuran dan Uji Duncan Kandungan Protein Ikan Gabus

Kelompok Ukuran	Protein Ikan gabus Liar	Protein Ikan gabus Budidaya
Kecil (<29 cm; < 200 gram)	13.92±1.08 ^a	14.35±1.02 ^a
Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	14.81±1.52 ^{ab}	15.07±2.25 ^a
Besar (>40 cm; >500 gram)	16.25±1.86 ^b	14.39±0.35 ^a

Hasil analisis sidik ragam seperti pada Lampiran 6.b menunjukkan bahwa berdasarkan kelompok ukuran pada ikan gabus liar berpengaruh terhadap kandungan protein ikan gabus ($P < 0.05$), sedangkan pada ikan gabus budidaya sebaliknya. Hasil uji Duncan pada ikan gabus liar seperti pada Lampiran 6.c menunjukkan kelompok ukuran kecil berbeda tidak nyata dengan kelompok ukuran sedang, tapi berbeda nyata dengan kelompok besar. Sedangkan, kelompok sedang berbeda tidak nyata dengan kelompok besar.

Tren peningkatan kandungan protein ikan gabus liar seiring pertambahan berat maupun panjang sangat dimungkinkan terjadi karena pergerakannya semakin gesit sehingga lebih mudah menangkap mangsa dan makanannya lebih variatif. Peningkatan kadar protein juga mengalami peningkatan dengan semakin besarnya proporsi bagian tubuh ikan gabus dikemukakan oleh Suwandi *et al.* (2014). Hal ini juga sesuai dengan penelitian Rohmawati *et al.* (2010) yang meneliti kandungan albumin (protein terlarut) berdasarkan berat badan ikan gabus, bahwa kecenderungan peningkatan kandungan albumin ikan gabus sampai batas berat badan ikan gabus rata-rata 400 gram. Namun, dengan pengelompokan berdasarkan ukuran besar, sedang, dan kecil menunjukkan peningkatan yang signifikan antara kelompok kecil dengan besar.

5. Profil asam amino ikan gabus liar berdasarkan kelompok ukuran

Analisa kandungan asam amino dilakukan pada ikan gabus untuk mengetahui perbedaan profil asam aminonya berdasarkan kelompok ukuran. Data hasil analisa komposisi asam amino dapat dilihat pada Lampiran 7.a. Adapun profil asam amino pada kelompok ukuran dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Asam Amino Ikan Gabus Liar Berdasarkan Kelompok Ukuran

Asam Amino (%)	Ukuran		
	Kecil (%)	Sedang (%)	Besar (%)
Histidin	2.30 ± 0.06 ^a	2.20 ± 0.12 ^{ab}	1.93 ± 0.26 ^b
Isoleusin	4.17 ± 0.08 ^a	4.26 ± 0.03 ^a	4.11 ± 0.20 ^a
Leusin	7.38 ± 0.15 ^a	7.62 ± 0.06 ^a	7.46 ± 0.36 ^a
Lisin	9.74 ± 0.45 ^a	10.71 ± 0.32 ^b	10.84 ± 0.45 ^b
Metionin	3.05 ± 0.06 ^a	3.05 ± 0.09 ^a	2.78 ± 0.25 ^a
Valin	4.22 ± 0.09 ^a	4.31 ± 0.07 ^a	4.21 ± 0.14 ^a
Phenilalanin	4.57 ± 0.11 ^a	4.27 ± 0.35 ^a	4.05 ± 0.65 ^a
Treonin	4.32 ± 0.09 ^a	4.41 ± 0.01 ^a	4.17 ± 0.18 ^a
Serin	3.84 ± 0.08 ^a	3.82 ± 0.08 ^a	3.77 ± 0.21 ^a
Arginin	5.74 ± 0.11 ^a	5.99 ± 0.17 ^a	5.44 ± 0.50 ^a
Glisin	6.02 ± 0.38 ^a	5.94 ± 0.21 ^a	5.56 ± 0.38 ^a
Asam Aspartat	8.62 ± 0.43 ^a	8.66 ± 0.63 ^a	9.30 ± 0.10 ^a
Asam Glutamat	14.11 ± 0.55 ^a	13.84 ± 0.27 ^{ab}	15.16 ± 0.17 ^b
Alanin	5.59 ± 0.13 ^a	5.66 ± 0.14 ^a	5.75 ± 0.06 ^a
Prolin	3.97 ± 0.10 ^a	4.08 ± 0.05 ^{ab}	3.88 ± 0.08 ^b
Sistein	0.16 ± 0.01 ^a	0.14 ± 0.01 ^{ab}	0.12 ± 0.02 ^b
Tirosin	3.54 ± 0.07 ^a	3.48 ± 0.28 ^a	3.05 ± 0.55 ^a

Pada tabel tersebut terlihat bahwa asam amino yang menunjukkan tren meningkat dengan semakin besarnya kelompok ukuran adalah asam amino isoleusin, leusin, lisin, valin, treonin, arginin, asam aspartat, asam

glutamat, alanin, dan prolin. Terdapat 10 asam amino dari total 17 asam amino yang dianalisa menunjukkan tren meningkat. Hasil analisis sidik ragam terhadap setiap asam amino seperti pada Lampiran 7.b menunjukkan bahwa terdapat 5 asam amino yang perlakuan kelompok ukuran ikan gabus berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap nilai asam aminonya yaitu asam amino histidin, lisin, asam glutamat, prolin dan sistein. Sedangkan, 12 asam amino lainnya hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan kelompok ukuran tidak berpengaruh nyata terhadap nilai asam aminonya.

Kelima asam amino yang berpengaruh nyata terdapat 3 asam amino yang menunjukkan tren meningkat yaitu lisin, asam glutamat, dan prolin. Hasil uji Duncan (Lampiran 7.c) terdapat 3 asam amino tersebut menunjukkan kelompok kecil berbeda dengan kelompok ukuran sedang dan besar. Sedangkan 2 asam amino lainnya menunjukkan tren menurun dan berpengaruh nyata berdasarkan analisis sidik ragam adalah histidin dan sistein, dimana kedua asam amino tersebut berdasarkan uji Duncan menunjukkan berbeda nyata antara kelompok ukuran kecil dengan kelompok ukuran besar. Pembentukan asam amino non esensial asam glutamat, prolin, histidin dan sistein dibentuk pada jalur metabolisme yang berkaitan dengan zat antara dalam siklus asam trikarboksilat (ATK) yang dibentuk dari glukosa (Marks *et al.*, 2000).

Terlihat bahwa asam amino histidin, asam glutamat, prolin, sistein, lisin perbedaan yang signifikan berdasarkan kelompok ukuran ikan gabus.

pada asam amino histidin, prolin, dan sistein cenderung menurun dengan semakin besar kelompok ukurannya. Sedangkan asam amino glutamat dan lisin cenderung meningkat dengan semakin besar kelompok ukurannya.

Asam glutamat merupakan komponen asam amino terbesar dalam daging ikan gabus. Hal serupa juga dikemukakan oleh (Tan & Azhar, 2014; Firlianty *et al.*, 2014; Gam *et al.*, 2005) bahwa persentase asam amino terbesar dalam ikan gabus adalah asam glutamat. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa 3 komponen terbesar dalam ikan gabus yaitu asam glutamat, asam aspartat, dan lisin meningkat secara signifikan dengan semakin meningkatnya kelompok ukuran ikan gabus.

Glisin merupakan satu komponen penting dalam pembentukan kolagen pada kulit manusia bersama alanin, prolin, arginin, serin, leusin, isoleusin dan phenilalanin akan berkombinasi dengan asam aspartat dan asam glutamat untuk membentuk polipeptida dalam proses penyembuhan luka (Heimann, 1982; Jais *et al.*, 1994). Penelitian ini menunjukkan komponen-komponen tersebut merupakan komponen terbesar dalam ikan gabus, yang pada umumnya komponen tersebut meningkat dengan semakin besar ukuran ikan gabus.

Komponen asam amino esensial dan non esensial cukup lengkap pada ikan gabus. Asam amino esensial berupa asam amino histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, phenilalanin, valin, dan treonin. Total asam amino esensial pada kelompok ikan gabus kecil, sedang dan besar

berturut-turut yaitu 37,53%, 38, 34%, dan 37,29%, dan total asam amino non esensial pada kelompok ikan gabus kecil, sedang, dan besar berturut-turut adalah 53,83%, 53,67%, dan 54,20%. Sedangkan Total asam amino secara keseluruhan pada kelompok ikan gabus kecil, sedang dan besar berturut-turut adalah 91,37%, 92,01%, dan 91.49%. Terlihat bahwa semakin besar kelompok ukuran ikan gabus maka total asam amino cenderung lebih tinggi, baik total asam amino non esensial maupun total asam amino esensial. Penelitian Gam *et al.* (2005), yang meneliti komposisi asam amino ikan gabus pada variasi ukuran dan waktu dalam setahun bahwa tidak ada pola umum yang mengkorelasikan antara kandungan asam amino dengan ukuran ikan gabus (16-38 cm), namun dari sisi ekonomis, mengkomsumsi/ mengolah yang lebih besar lebih menguntungkan.

Asam amino esensial merupakan asam amino yang tidak dapat disintesa oleh tubuh sehingga untuk memenuhi kebutuhan diperlukan asupan dari makanan. Ikan gabus mengandung semua asam amino esensial dengan lengkap dan jumlah yang tinggi. Asam amino non esensial merupakan asam amino yang diperlukan oleh tubuh dan dapat disintesa dalam tubuh. Ada 11 asam amino non esensial yaitu serin, glisin, sistein, alanin, asam aspartat, asparagin, asam glutamat, glutamin, prolin, arginin, dan tirosin (Marks *et al.*, 2000). Terdapat 4 asam amino yang disintesis dari zat antara glikolisis yaitu serin, glisin, sistein dan alanin. Glisin dan sistein dihasilkan dari serin, disintesis dari 3-fosfoglisarat, dan

alanin dibentuk melalui transaminasi piruvat yang merupakan produk glikolisis. Selain itu, terdapat dua kelompok asam amino yang disintesis dari zat antara dalam siklus asam trikarboksilat. Kelompok pertama asam amino yang berasal dari α -ketoglutarat yaitu asam amino glutamat, glutamin, prolin, arginin, dan histidin. Kelompok kedua asam amino yang berasal dari oksaloasetat yaitu asam amino aspartat, asparagin. Dan asam amino tirosin dibentuk dari fenilalanin (Bischoff *et al.*, 2012).

E. Simpulan

Pola hubungan ukuran berat-panjang ikan gabus menunjukkan pola alometrik negatif. Protein dan total asam amino meningkat secara signifikan dengan semakin besarnya kelompok ukuran ikan gabus. Kelompok ukuran sedang (ukuran 30-39 cm; 200-500 gram) memiliki persentase kadar protein dan asam amino yang tertinggi.

F. Daftar Pustaka

- Asfar, M., A. B. Tawali, N. Abdullah, and M. Mahendradatta. 2014. Extraction of albumin of snakehead fish (*Channa striatus*) in producing the fish protein concentrate (FPC). *International Journal of Scientific & Technology Research* 3(4):85–88.
- Asfar, M., A. B. Tawali, M. Mahendradatta, dan A. Laga. 2015. Inovasi Olahan Pangan Kesehatan Berbasis Ikan Gabus (Review). Pp. 389–94 in *Prosiding Seminar Nasional PERTETA*. Makassar.
- Bischoff, R., and H. Schlüter. 2012. Amino acids: chemistry, functionality and selected non-enzymatic post-translational modifications. *J. Proteomics* 75:8, 2275–96.
- Effendi, M. I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Jakarta
- Firlianty, E. Suprayitno, Hardoko, and H. Nursyam. 2014. Protein profile

and amino acid profile of vacuum drying and freeze-drying of family channidae collected from Central Kalimantan, Indonesia. *Int. J. Biosci.* 5(8):75–83.

- Galla, N.R., B. Karakala, S. Akula, and P. R. Pamidighantam. 2012. Physico-chemical, amino acid composition, functional and antioxidant properties of roe protein concentrates obtained from *Channa striatus* and *Lates calcarifer*. *Food Chemistry* 132(3):1171–76. Retrieved September 12, 2015 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611016372>).
- Gam, L-H., C-Y. Leow, and S. Baie. 2005. Amino acid composition of snakehead fish (*Channa striatus*) of various sizes obtained at different times of the year. *Malaysian Journal of Pharmaceutical Sciences* 3(2):19–30. Retrieved ([http://web.usm.my/mjps/MJPS3\(2\)2005/MJPS3.2.3.pdf](http://web.usm.my/mjps/MJPS3(2)2005/MJPS3.2.3.pdf)).
- Haniffa, M., A. Kader, P. A. J. Sheela, K. Kavitha, and A. M. M. Jais. 2014. Salutary value of haruan, the striped snakehead *Channa striatus*- review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 4(April (Suppl 1)):S8–15. Retrieved
- Heimann, W. 1982. *Fundamentals of food chemistry*. Avi Pub. Co. P. 27–233. USA. West Port, CT.
- Jais, A. M. M., R. McCulloch, and K. Croft. 1994. Fatty Acid and Amino Acid Composition in Haruan as a Potential Role in Wound Healing. *General Pharmacology: The Vascular System* 25(5):947–50. Retrieved September 20, 2015 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0306362394901015>).
- Januar, H. I., N. D. Fajarningsih, D. S. Zilda, A. Bramandito, and A. D. Wright. 2015. Concentration of Fish Serum Albumin (FSA) in the Aqueous Extract of Indonesian Perciformes Fishes' Muscle Tissue. *Natural Product Research* 29(February):1–3. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2014.1003298>).
- Khan, S., M. A. Khan, K. Miyan, and M. Mubarak. 2011. The length-weight relationship for nine freshwater teleosts collected from River Ganga, India. *International Journal of Zoological Research* 7(6): 401–406.
- Kusumaningrum, G. A., M. A. Alamsjah, dan E. D. Masithah. 2014. Uji kadar albumin dan pertumbuhan ikan gabus (*Channa striata*) dengan kadar protein pakan komersial yang berbeda. *Jurnal*

Ilmiah Perikanan Dan Kelautan 6(1):25–29.

- Lowry, O.H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr, and R. J. Randall. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry* 193: 265–275
- Marks, D. B., A. D. Marks, C. M. Smith. 2000. *Biokimia kedokteran dasar; sebuah pendekatan klinis*. Alih bahasa, Brahm U. Pendit. Editor edisi bahasa Indonesia, J. Suyono, V. sadikin, L. I. Mandra. EGC. Jakarta
- Midu, H, N. A. Taslim, and N. Jafar. 2012. Benefits of giving pujimin cream on healing of burn patients. *JST Kesehatan* 2(1):76–84.
- Mohamed, N., M. R. Hamdan, S. N. Md Salleh. 2014. Effect of freeze drying and spray drying processes to amino acids and fatty acids contents in Haruan (*Channa striatus*) extract. *International Journal of Drug Delivery* 6(3): 301–304.
- Mohd Shafri, M.A. and M. J. Abdul Manan. 2012. Therapeutic potential of the haruan (*Channa striatus*): from food to medicinal uses. *Malaysian Journal of Nutrition* 18(1):125–36.
- Muchlisin, Z., M. Musman, and M. N. S. Azizah. 2010. Length-weight relationships and condition factors of two threatened fishes, *Rasbora tawarensis* and *Poropuntius tawarensis*, endemic to Lake Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia. *Journal of Applied Ichthyology* 26: 949–953.
- Mustafa, A., M. A. Widodo, and Y. Kristianto. 2012. Albumin and zinc content of snakehead fish (*channa striata*) extract and its role in health. *IEEESE International Jurnal of Science and Technology* 1(2):1–8.
- Muthmainnah, D. 2013. Hubungan panjang berat dan faktor kondisi ikan gabus (*Channa striata* Bloch, 1793) yang dibesarkan di Rawa Lebak, Provinsi Sumatera Selatan. *Depik* 2(3):184–90. Retrieved (<http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/depik/article/view/993>).
- Nollet L. M. N. 2004. *Handbook of Food Analysis*. p.83-124. New York: Marcel Dekker.
- Nugroho, M. 2013. The effect of temperature and duration of the steaming extraction albumin content and yield from the fish gabus (*Ophiocephalus Striatus*). *Jurnal Saintek Perikanan* 8(2):38–43. Retrieved

(<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek/article/view/8100>).

- Rohmawati, S., Nugrahaningsih dan A. Gofur. 2010. *Kandungan albumin ikan gabus (ophiocephalus striatus) berdasarkan berat badan ikan*. Retrieved on April 27, 2017, from Universitas Malang Website: <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/biologi/article/view/6868>
- Romadhoni, A. Rasyid, E. Afrianto, and R. I. Pratama. 2016. Extraction of snakehead fish [*Ophiocephalus Striatus* (Bloch, 1793)] into fish protein concentrate as albumin source using various solvent. *Aquatic Procedia* 7(Agustus):4–11.
- Sari, D. K., S. A. Marliyati, L. Kustiyah, and A. Khomsan. 2014. Role of biscuits enriched with albumin protein from snakehead fish, zinc, and iron on the immune response of under five children. *Pakistan Journal of Nutrition* 13(1): 28–32.
- Satrawaha, R. and C. Pilasamorn. 2009. Length-weight and the length-length relationship of fish species from the chi river, northeastern thailand. *Journal of Applied Ichthyology* 25(6): 787–788.
- Shukor, M.Y., A. Samat, A. K. Ahmad, & J. Ruziaton. 2008. Comparative analysis of length-weight relationship of *rasbora sumatrana* in relation to the physicochemical characteristic in different geographical areas in peninsula malaysia. *Malaysian Applied Biology*, 37(1): 21-29.
- Suwandi, R., Nurjanah and M. Winem. 2014. The proportion of body parts and proximate level of snakehead fish in size various. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*.17(1): 22-28
- Tan, B. H., and M. E. Azhar. 2014. Physicochemical properties and composition of Snakehead fish (*Channa striatus*) whole filet powder prepared with pre-filleting freezing treatments. *International Food Research Journal* 21(3): 1219–1224.
- Tawali, A. B., M. K. Roreng, dan M. Mahendradatta. 2012. “Difusi Teknologi Produksi Konsentrat Protein Dari Ikan Gabus Sebagai Food Supplement Di Jayapura.” Pp. 243–47 in *Prosiding In sinas*.
- Umar, C., and Lismining. 2006. Analysis of Long-Severe Correlation Of Several Kinds of Native Fish of Papua Sentani Lake. In Rahardjo, M.F., Sjafei, D.S., Rachmatika, I., Simanjuntak, C.P.H., Zahid, A. (Eds). *Proceeding of Seminar Nasional Ikan*

IV, p. 389. Jatiluhur: Indonesian Society of Ictiology cooperate with Fish Stock Stocking Research Institute DKP; Department of Water Resources Management IPB; Biological Research Center LIPI.

- Wahab, S. Z. A., A. Abdul Kadir, N. Hussain, J. Omar, R. Yunus, S. Baie, ...W. Z. Wan Yusoff. 2015. The effect of *Channa striatus* (haruan) extract on pain and wound healing of post-lower segment caesarean section women. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015(April), 1–6. <https://doi.org/10.1155/2015/849647>
- Zakaria, Z. A., A. M. M. Jais, Y. M. Goh, M. R. Sulaiman, and M. N. Somchit. 2007. Amino acid and fatty acid composition of an aqueous extract of *Channa striatus* (haruan) that exhibits antinociceptive activity. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* 34(3):198–204.
- Zuraini, A., M. N. Somchit, M. H. Solihah, Y. M. Goh, A. K. Arifah, M. S. Zakaria, N. Somchit, M. A. Rajion, Z. A. Zakaria and A. M. M. Jais. 2006. Fatty acid and amino acid composition of three local malaysian *Channa spp.* *Fish. Journal of Food Chemistry* 97: 674–678.

BAB V. KARAKTERISASI SIFAT FISIKOKIMIA KONSENTRAT PROTEIN IKAN GABUS

A. Abstrak

Konsentrat protein ikan gabus (KPIG) merupakan salah satu olahan ikan gabus yang digunakan sebagai makanan suplemen dan bahan dalam formulasi berbagai makanan olahan. Oleh karena itu, Karakterisasi sifat fisikokimia KPIG berdasarkan kelompok ukuran ikan gabus perlu dilakukan. Ikan gabus berasal dari DAS Bili-bili dikelompokkan berdasarkan ukuran kecil (< 200 gram), sedang (200-400 gram), besar (>400 gram) kemudian diolah menjadi konsentrat protein ikan gabus kemudian dikarakterisasi sifat fisiko kimianya. Karakteristik sifat fisik berupa ukuran partikel, bulk density, daya serap air, daya serap minyak, sedangkan karakteristik sifat kimia berupa analisa protein, lemak, kadar air dan kadar abu. Ukuran partikel berkisar 10-150 μm , terdapat perbedaan sifat fisik konsentrat protein pada ketiga kelompok tapi tidak signifikan. Terlihat tren peningkatan sifat fisik dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus. Terdapat peningkatan signifikan sifat kimia konsentrat protein pada ketiga kelompok dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus. Berdasarkan sifat fisiko kimia, sebaiknya digunakan ikan gabus ukuran sedang hingga besar sebagai bahan baku konsentrat protein ikan gabus.

Kata kunci: Konsentrat Protein; Ikan Gabus: Karakteristik fisikokimia; Panjang-berat

Abstract

Snakehead fish protein concentrate (KPIG) is one of the processed fish corks used as food supplements and ingredients in the formulation of various processed foods. Therefore, characterization of the physicochemical properties of KPIG based on the size group of snakehead fish needs to be done. The Snakehead fish samples from the Bili-bili watershed were grouped by small (<200 g), medium (200-500 g), large (>500 g), processed into fish protein concentrate and characterized by their chemical properties. Characteristic physical properties are particle size (μm), bulk density (g/ml), water absorption (mg water/g), oil absorption (ml oil / g sample), and chemical properties i.e. protein, fat, moisture and ash content. Particle size ranged from 10-150 μm , there were different physical properties of protein concentrate in all three groups

but not significant. Visible trends increase physical properties with the larger group size of snakehead fish. There was a significant increase in the chemical properties of protein concentrates in all three groups with larger groups of snakehead fish size. Based on the physicochemical properties, it is recommended to use medium size to large size of snakehead fish as a raw material of snakehead fish protein concentrate.

Keywords: *Protein Concentrate, Snakehead Fish; Physicochemical Characteristics; length-weight*

B. Pendahuluan

Salah satu produk olahan ikan gabus adalah konsentrat protein ikan gabus (KPIG). KPIG merupakan ekstrak protein dalam bentuk tepung yang digunakan sebagai makanan suplemen dan bahan dalam formulasi makanan olahan berbasis tepung protein ikan. Tawali *et al.* (2012) menggunakan KPIG sebagai suplemen makanan dan digunakan dalam formulasi biskuit fungsional (Anna *et al.*, 2014).

Ikan gabus memiliki kandungan protein yang tinggi terutama albumin (Asfar *et al.*, 2014) dan asam amino esensial, lemak khususnya asam lemak esensial, mineral khususnya seng (Zn) dan beberapa vitamin yang sangat baik bagi kesehatan. Kandungan asam amino esensial protein ikan gabus lebih lengkap dan kadarnya lebih tinggi dibandingkan dengan protein telur (Mustafa, *et al.*, 2012). Kandungan asam lemak ikan gabus berupa omega 3, omega 6, dan omega 9 yang sangat baik bagi kesehatan (Zuraini *et al.*, 2006). Ikan gabus memiliki kandungan mineral yang tinggi karena termasuk ikan yang suka berada pada dasar atau lumpur, sehingga kandungan mineralnya berupa Zn dan Fe (Marimuthu *et al.*,

2012). Selain itu, ikan gabus juga memiliki kandungan antioksidan dan antinociception (Zakaria *et al.*, 2006).

Dalam aspek klinis, ikan gabus telah diasosiasikan sebagai obat karena telah terbukti secara klinis membantu proses penyembuhan pada pasien pasca operasi dan pasien luka bakar (Midu *et al.*, 2012; Restiana *et al.*, 2010). Penelitian secara klinis albumin ikan gabus telah banyak pula dilakukan diantaranya hasil penelitian Suprayitno *et al.* (2003) menyatakan bahwa ekstrak ikan gabus mempunyai kandungan albumin yang tinggi dan bisa menyembuhkan luka operasi. Hidayanti (2000) melaporkan bahwa pemberian kapsul konsentrat ikan gabus selama 14 hari pada pasien pasca bedah di Rumah Sakit Umum (RSU) Wahidin Sudirohusodo Makassar dapat meningkatkan kadar albumin darah yaitu sebesar 0.7 g/dl. Selain itu, penyembuhan luka operasi pasien lebih cepat. Salma (2007) melaporkan bahwa pemberian kapsul konsentrat ikan gabus pada penderita malnutrisi Orang Dengan HIV AIDS (ODHA) di RSU Wahidin Sudirohusodo Makassar dapat meningkatkan asupan zat gizi pasien dan meningkatkan kadar albumin darah sebesar 1,0 g/dl. Mulyati (2008) melaporkan bahwa pemberian kapsul konsentrat ikan gabus sebagai suplemen pada pasien stroke di RSU Wahidin Sudirohusodo Makassar dapat mempertahankan status gizi dan meningkatkan status neurologis pasien. Malle J. (2007) melaporkan bahwa pemberian kapsul konsentrat protein albumin ikan gabus pada penderita tuberkulosis paru yang datang berobat ke Balai Besar Kesehatan Paru Masyarakat (BBKPM) Makassar

selama 8 minggu dapat meningkatkan kadar albumin sebesar 0.63 mg/dl dan status gizi yang ditandai dengan meningkatnya Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Lingkar Lengan Atas (LILA) penderita Tuberkulosis (TB) Paru. Hamal (2009), melaporkan bahwa pemberian kapsul konsetrat protein albumin ikan gabus pada lansia di Panti Sosial Tresna Werdha Gau Mabaji, Kabupaten Gowa, selama 30 hari dapat meningkatkan kadar albumin sebesar 1,79 mg/dl, asupan energi sebesar 103,5 kal. Malle S. (2009) melaporkan bahwa pemberian kapsul konsetrat protein albumin ikan gabus pada lansia di Panti Sosial Tresna Werdha Gau Mabaji, Kabupaten Gowa, selama 30 hari dapat meningkatkan kadar hemoglobin (Hb) lansia sebesar 0,373 g/dl sebaliknya terjadi penurunan kadar hemoglobin sebesar 2,369 g/dl pada kelompok control. Uji klinis yang lain yaitu membantu proses penyembuhan pada pasien pasca operasi (Taslim, 2004; Hidayanti, 2006; Suprayitno *et al.*, 2009) dan pasien luka bakar (Nasir, 2013; Sofyan, 2013; Suma, 2014). Selain itu, telah pula dilakukan penelitian dengan pemberian ekstrak ikan gabus pada penderita stroke (Naomi, 2008; Muliati, 2008; Vivien, 2012; dan Faradillah, 2012), penderita HIV/AIDS (Salma, 2006; Restiana, 2010; Ashari 2010), penderita TBC dan luka dekubitus pada penyakit paru-paru (Taslim, 2005; Malle, 2007; Arifin 2014), penderita liver/gangguan fungsi hati/sirosis hepatis (Rosa, 2011), pada ibu hamil penderita tekanan darah tinggi/pre-exlampsia (Meutia, 2011), penderita gejala gangguan ginjal (Shanty, 2009). Penelitian tersebut

memberikan hasil yang positif dengan adanya peningkatan albumin darah, perbaikan status gizi pasien dan membantu mempercepat penyembuhan.

KPIG telah digunakan pada beberapa produk seperti biskuit (Dewi *et al.*, 2014), dan minuman dispersi berbasis konsentrat protein ikan gabus (Hidayati *et al.*, 2016). Namun, belum ada yang mengkarakterisasi sifat fisikokimia konsentrat protein ikan gabus berdasarkan ukuran bahan baku ikan gabus yang digunakan, hal ini berkaitan dengan standarisasi bahan baku ikannya. Oleh karena itu, perlu diketahui sifat fisikokimia KPIG berdasarkan kelompok ukuran ikan gabus yang digunakan.

C. Metode Penelitian

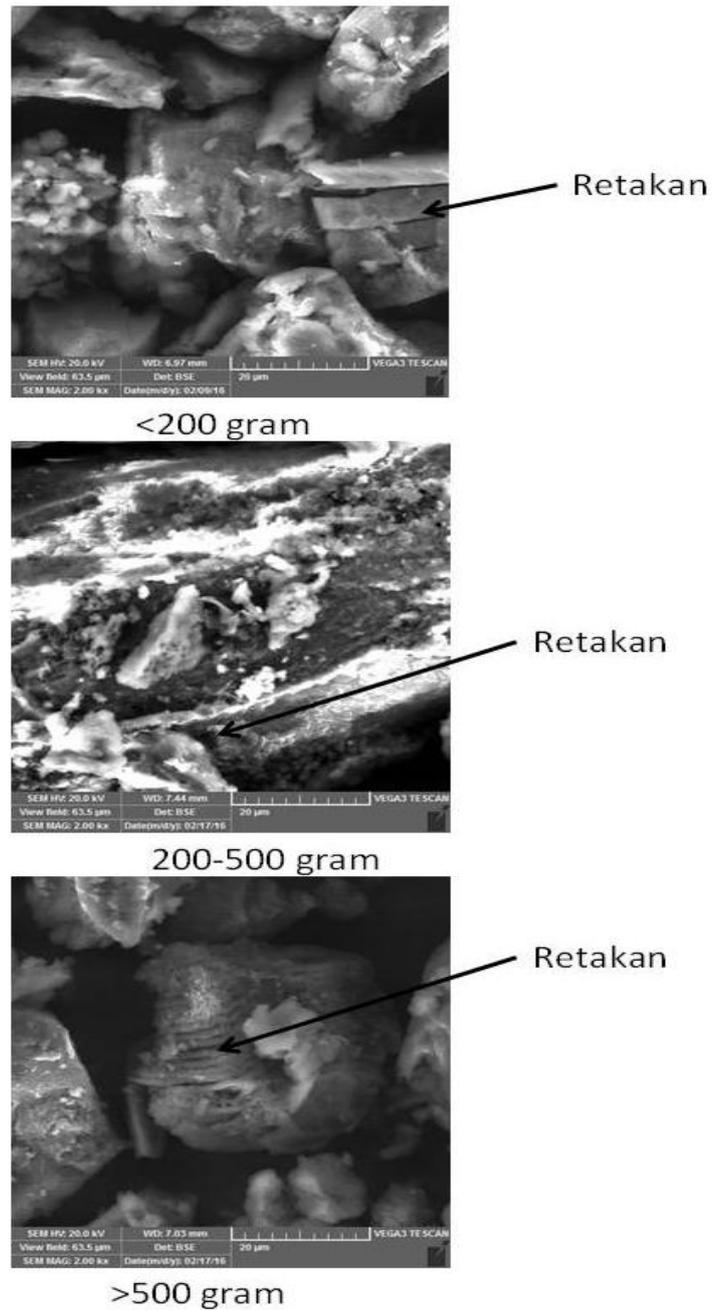
Bahan-bahan yang digunakan adalah ikan gabus berbagai ukuran kelompok yaitu ukuran kecil (<200 gram), sedang (200-500 gram), besar (>500 gram). Metode penelitian pada tahap ini meliputi pembuatan KPIG berdasarkan kelompok ukurannya kemudian mengkarakterisasi sifat fisikokimianya. Karakteristik sifat fisik berupa ukuran partikel (nm), bulk density (g/ml), daya serap air (mg air/g), daya serap minyak (ml minyak/g sampel). Sedangkan karakteristik sifat kimia berupa analisa proksimat dan analisa asam amino.

D. Hasil dan Pembahasan

1. Morfologi Partikel KIPG

Analisis morfologi menggunakan SEM terhadap partikel KPIG seperti Gambar 17 menunjukkan bahwa morfologi partikel dengan bentuk butiran

tidak beraturan, kasar, dan ukuran bervariasi. Namun pada beberapa bagian terdapat retakan partikel yang menunjukkan bahwa partikel masih bisa dipecah menjadi partikel yang lebih kecil lagi .

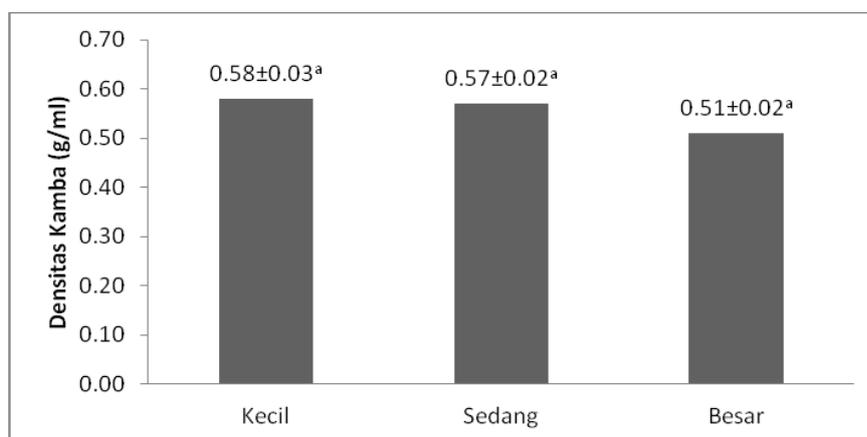


Gambar 17. Morfologi Partikel KPIG Pembesaran 2000 Kali Pada Berbagai Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus

Hasil SEM juga menunjukkan bahwa semakin besar ukuran ikan yang digunakan sebagai bahan baku KPIG ukuran partikel cenderung lebih variatif. Perhitungan ukuran partikel secara manual terhadap hasil foto *Scanning Electron Microscopy* (SEM) diperoleh kisaran ukuran partikel $\pm 10-150 \mu\text{m}$. Morfologi dan ukuran partikel KPIG akan berpengaruh terhadap produk olahannya. Ukuran partikel akan berpengaruh pada tingkat penyerapan air dan lemak. Hal ini berdasarkan pendapat Zayas (1997), bahwa pengikatan lemak pada produk bubuk dipengaruhi juga oleh ukuran partikel. Protein dalam bentuk bubuk dengan ukuran partikel kecil serta densitas yang rendah mengabsorpsi dan memerangkap air dan minyak lebih banyak dibandingkan protein yang densitasnya tinggi.

2. Densitas Kamba KPIG

Densitas kamba merupakan perbandingan antara berat terhadap volume KPIG tersebut. Densitas kamba KPIG dapat dilihat pada Gambar 18.



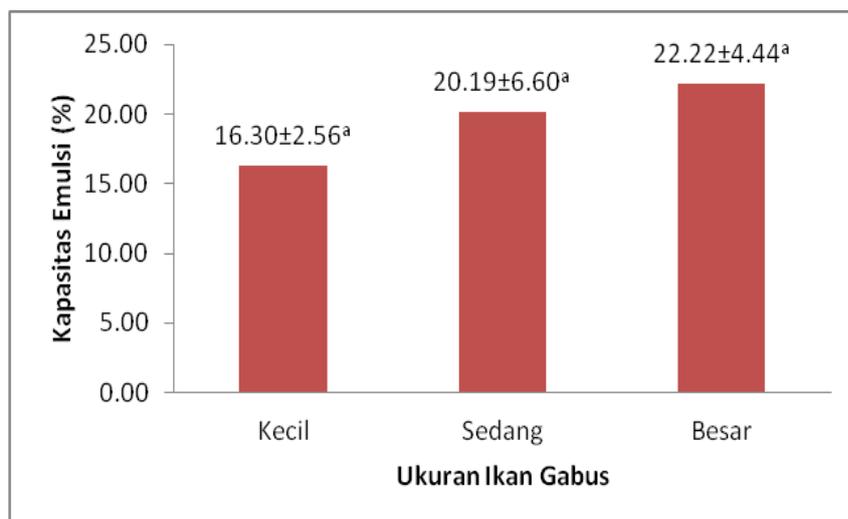
Gambar 18. Densitas Kamba KPIG pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus

Nilai densitas kamba KPIG berkisar 0.51 sampai 0.58 g/ml, data hasil pengukuran dapat dilihat pada Lampiran 8.a, hal ini berarti bahwa dalam setiap 1 ml kemasan dapat memuat 0.51-0.58 g KPIG. Gambar di atas menunjukkan bahwa densitas kamba KPIG menurun dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus. Hasil analisis sidik ragam seperti pada Lampiran 8.b menunjukkan bahwa perlakuan ukuran bahan baku ikan gabus berpengaruh tidak nyata ($p > 0.05$) terhadap nilai densitas kamba KPIG. Semakin tinggi nilai densitas kamba berarti semakin kecil volume kemasan yang diperlukannya.

Suatu bahan dinyatakan kamba (*bulky*) bila nilai densitas kambanya kecil (Rieuwpassa, 2005). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai densitas kamba KPIG serupa dengan konsentrat protein telur ikan cakalang yaitu 0,51 g/ml (Rieuwpassa, *et al.*, 2013) dan lebih kecil bila dibandingkan dengan hasil penelitian Chamalaiah *et al.* (2011) yaitu 0,77 g/ml untuk konsentrat protein ikan *mragal* (*Cirrhinus mrigala*).

3. Kapasitas Emulsi KPIG

Hasil kapasitas emulsi KPIG pada penelitian ini berada pada kisaran 16,30-22,22 % dengan kecendrungan kapasitas emulsi meningkat dengan semakin besar kelompok bahan baku ikan gabus yang digunakan. Gambar 19 menunjukkan bahwa nilai kapasitas emulsi KPIG pada berbagai kelompok ukuran bahan baku ikan gabus.



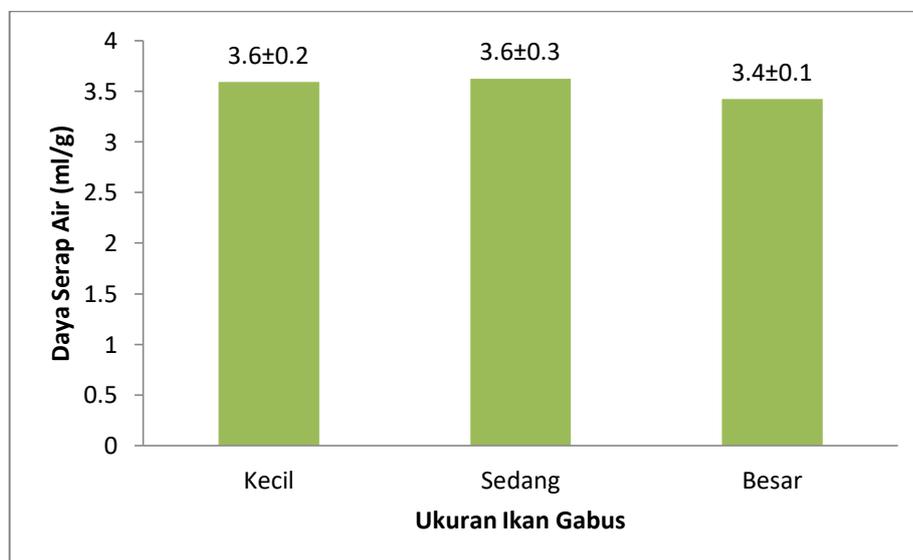
Gambar 19. Kapasitas Emulsi KPIG pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus

Hasil analisis sidik ragam terhadap kapasitas emulsi seperti pada Lampiran 8.b menunjukkan bahwa perlakuan kelompok ukuran ikan gabus berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai kapasitas emulsi KPIG. Kapasitas emulsi KPIG yang diperoleh pada penelitian ini pada kisaran 16,30-22,22 % lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas emulsi isolat protein koro benguk yaitu $47,92 \pm 1,90\%$ (Sudrajat *et al.*, 2016) dan kapasitas emulsi isolat protein kedelai yaitu 70,50% (Budijanto *et al.*, 2011). Kapasitas emulsi yang tinggi disebabkan karena tingginya keseimbangan antara asam amino polar dengan asam amino non-polar yang mampu mengurangi tegangan permukaan, sehingga terbentuk emulsi yang lebih tinggi. Menurut Kartika (2009), emulsi yang terbentuk akan tinggi jika hubungan antara fraksi asam amino hidrofilik dan hidrofobik seimbang, sehingga dapat menurunkan tegangan interfasial. Perbandingan jumlah asam amino hidrofilik-lipofilik yang seimbang sangat

menentukan kemampuan protein untuk membentuk emulsi (Suwarno, 2003).

4. Daya Serap Air KPIG

Daya serap air KPIG pada berbagai kelompok ukuran bahan baku ikan gabus memiliki nilai kisaran 3,4 sampai 3,6 ml air per g KPIG (data pada Lampiran 8.a), hal ini berarti bahwa setiap 1 g KPIG dapat menyerap air sebesar 3,4-3,6 ml. nilai daya serap air KPIG menunjukkan tren menurun dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus. Hasil analisis sidik ragam terhadap daya serap air KPIG seperti pada Lampiran 8.b menunjukkan perlakuan kelompok ukuran ikan gabus berpengaruh tidak nyata ($p>0,05$) terhadap nilai daya serap air KPIG.



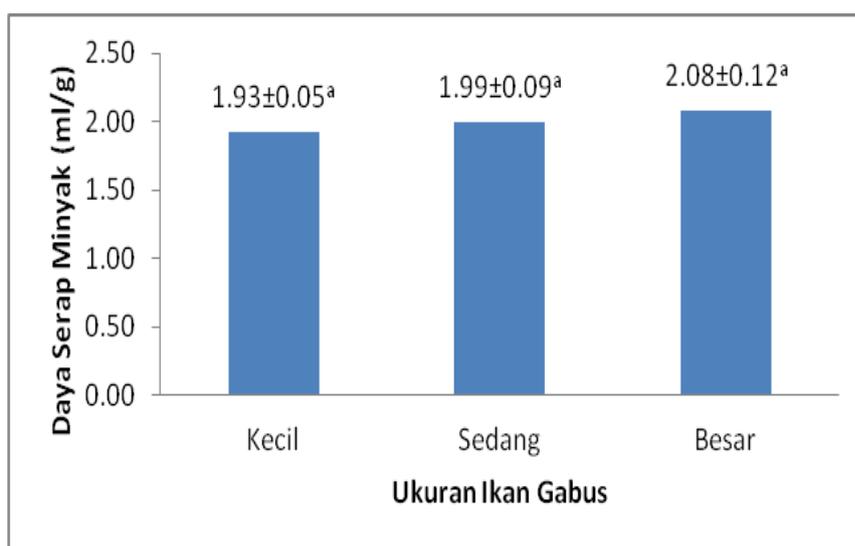
Gambar 20. Daya Serap Air KPIG pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus

Sebagai perbandingan dengan nilai daya serap air KPIG dengan konsentrat protein lain, diperoleh daya serap air KPIG lebih rendah daripada isolat protein koro benguk yaitu $179,12 \pm 10,15\%$ (Sudrajat *et al.*, 2016), akan tetapi lebih tinggi daripada protein konsentrat cikpea yaitu 2,7 ml/g dan nilai daya serap air konsentrat protein kedelai yaitu sebesar 2,27 ml/g (Arogundade *et al.*, 2004).

Komposisi asam amino protein mempengaruhi sifat daya serap air konsentrat protein. Konsentrat protein mengandung banyak asam amino ionik (asam glutamat, asam aspartat, dan lisin) sehingga dapat meningkatkan kemampuan daya serap air. Daya serap air yang tinggi disebabkan meningkatnya interaksi antara air dan gugus hidrofilik rantai samping protein melalui ikatan hidrogen. Jumlah air dapat ditahan oleh protein tergantung pada komposisi asam amino ionik dan karakteristik konformasi antar molekul protein. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Chavan *et al.* (2000) bahwa perbedaan dalam kapasitas mengikat air oleh isolat protein dipengaruhi komposisi protein dan karakteristik konformasi antar molekul protein melalui ikatan hidrogen. Jumlah dan tipe gugus polar yang tidak sama pada setiap protein menyebabkan kemampuan protein dalam menyerap air berbeda (Kilara, 1994). Asam amino polar merupakan asam amino pada gugus R tidak bermuatan, bersifat hidrofilik, dan cenderung terdapat pada bagian luar protein. Asam amino yang bersifat polar adalah lisin, serin, treonin, sistein, tirosin, asparagin dan glutamin (Ghribi *et al.*, 2015).

5. Daya Serap Minyak KPIG

Daya serap minyak adalah sifat yang dapat menunjukkan adanya interaksi suatu bahan terhadap minyak (Santoso *et al.*, 2009). Daya serap minyak KPIG pada berbagai kelompok ukuran bahan baku ikan gabus adalah kisaran 1,93 sampai 2,08 ml minyak per g konsentrat (data pada Lampiran 8.b), dengan kecenderungan meningkat seiring semakin besarnya ukuran ikan gabus. Hasil analisis sidik ragam seperti pada Lampiran 8.b menunjukkan bahwa perlakuan kelompok ikan gabus tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap daya serap minyak KPIG.



Gambar 21. Daya Serap Minyak KPIG pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus

Nilai daya serap KPIG yaitu 1,93- 2,08 ml/gram, hal ini berarti setiap 1 g KPIG dapat menyerap 1,93- 2,08 ml minyak. Nilai Daya serap minyak KPIG tersebut lebih tinggi dari daya serap minyak isolat protein koro benguk 1,30 g/ml (Sudrajat *et al.*, 2016), daya serap isolat protein kecipir

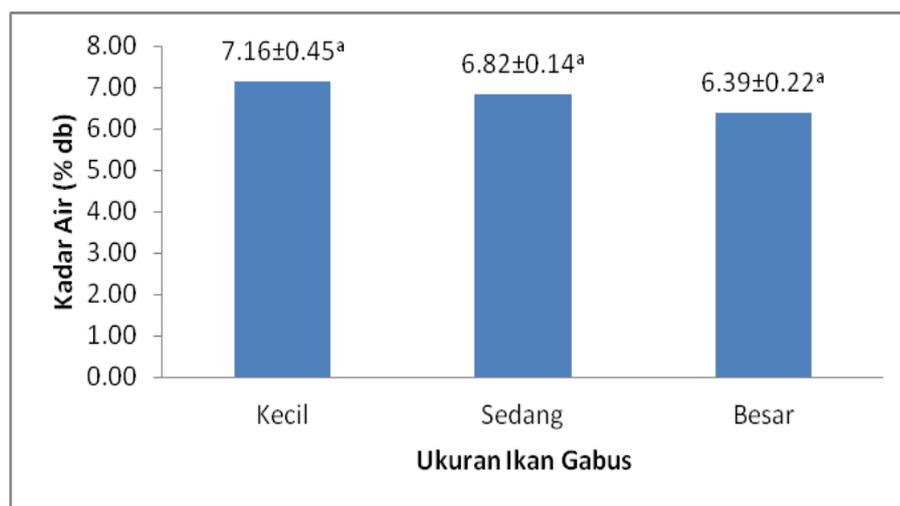
ini 1,60 ml minyak/g solid (Budijanto *et al.*, 2011), kisaran daya serap konsentrat dan isolat protein kedelai 1,33-1,54 g/ml (Kinsella, 1979), daya serap minyak KPTI cakalang 1,82 g/ml (Rieuwpassa *et al.*, 2013), dan daya serap minyak KPTI tuna dan kakap merah dengan daya serap minyak 1,77 g/g dan 1,89 g/g (Wiharja *et al.*, 2013). akan tetapi lebih kecil dari dibandingkan dengan hasil penelitian Pires *et al.* (2012) yang menghasilkan daya serap minyak 4,67 g/g pada tepung hidrolisis protein ikan Hake.

Tingginya jumlah protein maka jumlah minyak yang terikat oleh protein non-polar semakin besar. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sathe *et al.* (1982), yang menyebutkan bahwa beberapa rantai protein non-polar dapat mengikat rantai hidrokarbon dari lemak, sehingga menghasilkan penyerapan minyak yang lebih tinggi. Menurut Lawal (2004), penyerapan minyak selain karena minyak terperangkap secara fisik dalam protein tetapi juga terdapatnya ikatan non kovalen seperti interaksi hidrofobik, elektrostatik dan ikatan hidrogen pada interaksi lemak protein. Pengikatan lemak pada produk bubuk dipengaruhi juga oleh ukuran partikel. Protein dalam bentuk bubuk dengan ukuran partikel kecil serta densitas yang rendah mengabsorpsi dan memerangkap minyak lebih banyak dibandingkan protein yang densitasnya tinggi (Zayas, 1997).

6. Kadar Air KPIG

Kadar air KPIG pada berbagai kelompok ukuran ikan gabus berada pada kisaran 1,93 sampai 2,08 % (db), dengan kecenderungan menurun

seiring semakin besarnya ukuran ikan gabus. Data hasil analisa kadar air pada KPIG dapat dilihat pada Lampiran 8.a, sedangkan grafik Kadar air KPIG dapat dilihat pada Gambar 22.



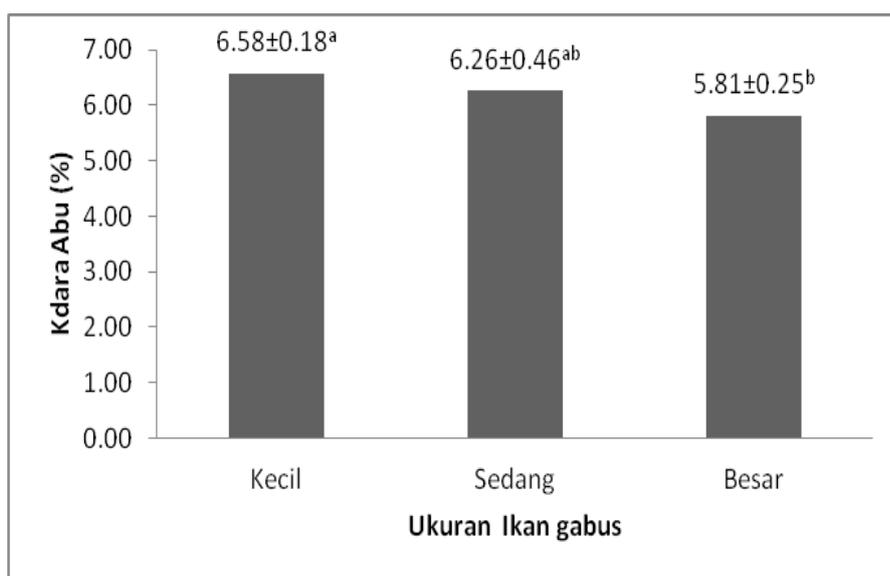
Gambar 22. Kadar Air KPIG pada berbagai kelompok ukuran bahan baku ikan gabus

Hasil analisis sidik ragam terhadap kadar air seperti pada Lampiran 9.b menunjukkan bahwa perlakuan kelompok ukuran ikan gabus tidak berpengaruh terhadap kadar air KPIG. Kadar air terkecil pada ikan gabus kelompok ukuran besar yaitu 6.39%. Persyaratan mutu konsentrat protein ikan menurut Ruitter (1995) yaitu kadar air maksimal 10% untuk mutu A sedangkan mutu B kadar air maksimal 12%. Hal ini berarti semua kelompok ukuran ikan menghasilkan konsentrat protein ikan mutu A berdasarkan kadar airnya.

7. Kadar Abu KPIG

Kadar abu KPIG pada berbagai kelompok ukuran ikan gabus adalah kisaran 5.81 sampai 6.58 %, (data pada Lampiran 8.a) dengan

kecenderungan menurun seiring semakin besarnya ukuran ikan gabus. Kadar abu KPIG pada berbagai kelompok ukuran ikan gabus dapat dilihat pada Gambar 23. Kadar Abu KPIG Pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus.



Gambar 23. Kadar Abu KPIG Pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus

Hasil analisis sidik ragam seperti pada Lampiran 8.b menunjukkan bahwa perlakuan kelompok ukuran ikan gabus berpengaruh nyata terhadap kadar abu KPIG. Hasil uji Duncan menunjukkan kelompok kecil berbeda tidak nyata dengan kelompok sedang, tapi berbeda nyata dengan kelompok besar, sedangkan kelompok ukuran sedang berbeda tidak nyata dengan kelompok ukuran besar. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar ukuran ikan gabus maka pembentukan mineral semakin menurun dan lebih pada pembentukan daging. Hal ini juga sejalan dengan pola hubungan panjang-berat selama pertumbuhan ikan gabus seperti pada

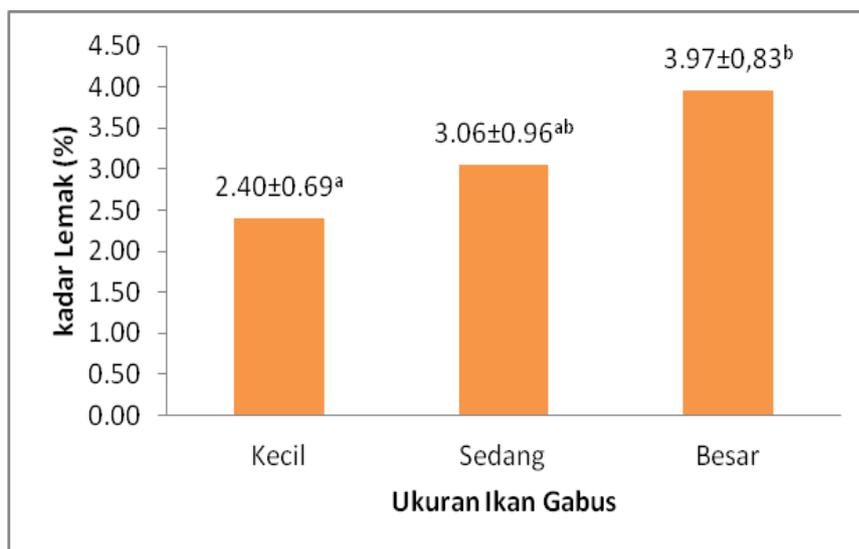
Gambar 14 menunjukkan pola allometrik positif untuk ikan gabus budidaya yang berarti bahwa pertumbuhan beratnya lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan panjangnya. Pertumbuhan berat menunjukkan pembentukan daging sedangkan pertumbuhan panjang menunjukkan pembentukan tulang.

Berdasarkan persyaratan mutu konsentrat protein ikan bahwa kadar air menurut Ruitter (1995) yaitu kadar abu mutu I maksimal 10 %, mutu II maksimal 15 % dan mutu III maksimal 20%. Berdasarkan spesifikasi persyaratan tersebut terlihat bahwa semakin rendah kadar abunya makin baik mutu konsentrat protein tersebut. Berdasarkan data pada Gambar 23 diatas juga diperoleh bahwa semua konsentrat protein pada kelompok ukuran ikan gabus memenuhi syarat mutu I.

8. Kadar Lemak KPIG

Kadar lemak KPIG pada berbagai kelompok ukuran ikan gabus berada pada kisaran 2,40 sampai 3,97% (data hasil analisa pada Lampiran 8.a) dengan kecenderungan meningkat seiring semakin besarnya ukuran ikan gabus. Kadar lemak KPIG pada berbagai kelompok ukuran ikan gabus dapat dilihat pada Gambar 24.

Hasil analisis sidik ragam seperti pada Lampiran 8.b menunjukkan bahwa perlakuan kelompok ukuran ikan gabus berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar lemak KPIG.



Gambar 24. Kadar Lemak KPIG pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus

Hasil uji lanjut Duncan seperti pada Lampiran 9.c menunjukkan kelompok kecil berbeda nyata dengan kelompok besar. Peningkatan kadar lemak dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus menunjukkan bahwa ikan gabus dalam pertumbuhannya cenderung menyimpan cadangan energi dalam bentuk lemak. Cadangan energi diperlukan ikan gabus karena termasuk perenang aktif (Muthmainnah, 2013). Demikian juga dengan Effendi (1997) menyatakan bahwa jaringan otot dan jaringan lemak pada ikan meningkat dengan meningkatnya umur, tingkat pemberian nutrisi dan perkembangan bobot.

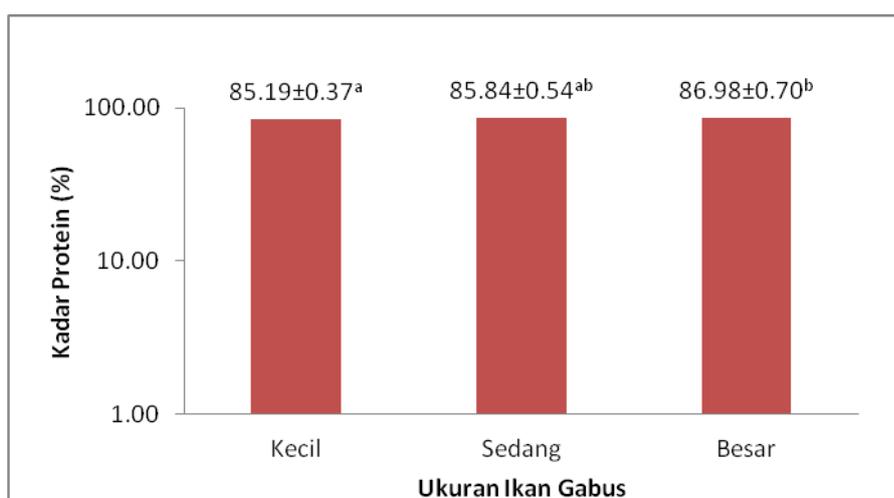
Berdasarkan syarat mutu konsentrat protein ikan, kadar lemak yang diperoleh pada semua kelompok ukuran memenuhi syarat mutu II menurut Ruitter (1995) dan menurut Windsor (2001) termasuk konsentrat jenis B

yaitu tepung yang tidak memiliki batasan spesifik untuk bau dan rasa, tetapi memiliki rasa ikan dan total kandungan lemak 3%.

Konsentrat protein sebelum pengurangan lemak memiliki kadar lemak 4-7%. Sahena *et al.* (2009) mengatakan bahwa kuantiti dan komposisi lemak ikan berbeda pada spesies dan habitat. Menurut Venugoval (2008) bahwa ikan yang tergolong berlemak rendah mempunyai kadar lemak kurang dari 3%, berlemak sedang memiliki kadar lemak 3-5% dan berlemak tinggi mempunyai kadar lemak lebih dari 7%.

9. Kadar Protein KPIG

Kadar protein KPIG pada berbagai kelompok ukuran ikan gabus dapat dilihat pada Gambar 25. Kadar Protein KPIG pada berbagai kelompok ukuran ikan gabus adalah kisaran 85,19 sampai 86,98% (data hasil analisa pada Lampiran 8.a) dengan kecenderungan meningkat seiring semakin besarnya ukuran ikan gabus.



Gambar 25. Kadar Protein KPIG Pada Berbagai Kelompok Ukuran Bahan Baku Ikan Gabus

Hasil analisis sidik ragam seperti pada Lampiran 8.b menunjukkan bahwa perlakuan pada berbagai kelompok ukuran ikan gabus berpengaruh nyata terhadap kadar protein KPIG. Hasil Uji Duncan seperti pada Lampiran 9.c menunjukkan kelompok kecil berbeda nyata dengan kelompok besar. Berdasarkan pola pertumbuhan panjang-berat ikan gabus diperoleh bahwa ikan gabus tergolong ikan yang pertumbuhan beratnya lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan. Hal ini didukung dengan semakin besar lemak dan proteinnya dengan semakin besar ukuran ikan gabus. Hal ini terkait dengan cadangan energi (Muthmainnah, 2013), alokasi energi (Muchlisin *et al.*, 2010), dan perkembangan otot selama pertumbuhan (Effendi, 1997).

Berdasarkan syarat mutu konsentrat protein ikan bahwa KPIG pada semua kelompok ukuran termasuk dalam mutu I. Menurut Ruitter (1995) bahwa syarat mutu konsentrat protein ikan berdasarkan protein Kasar (%) yaitu minimal Mutu I 80%, mutu II minimal 75%, dan mutu III minimal 55%.

10. Asam Amino KPIG

Protein adalah komponen organik kompleks yang disusun oleh asam-asam amino dihubungkan oleh ikatan peptida. Komposisi Asam amino KPIG liar pada berbagai kelompok ukuran ikan gabus dan perbandingan dengan rekomendasi asupan harian asam amino oleh FAO/WHO/UNU dapat dilihat pada Tabel 9 Terlihat pada tabel bahwa ketiga kelompok KPIG memiliki 16 dari 22 asam amino alami. Semua asam amino esensial terdapat pada ketiga kelompok KPIG tersebut. Konsentrasi

asam amino esensial tertinggi adalah lisine dengan kecenderungan meningkat dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus masing-masing pada kelompok kecil, kelompok sedang, dan kelompok besar adalah 9,96%, 10,50% dan 10,61%. Asam amino esensial terendah adalah histidin masing-masing kelompok ukuran kecil (2,27%), kelompok ukuran sedang (2,15%), dan kelompok ukuran besar (2,01%). Untuk asam amino non-esensial, konsentrasi tertinggi adalah asam glutamat masing-masing pada kelompok ukuran kecil (14,40%), sedang (14,21%), dan besar (14,85%).

Pada Tabel 9 terlihat bahwa konsentrat protein ikan gabus pada semua kelompok ukuran memiliki kandungan histidin, isoleucin, leucin, lisin, methionin, valin, dan threonin yang lebih tinggi dari rekomendasi asupan harian (*daily recommended intake*) untuk anak (FAO/WHO/UNU, 2007). Hanya phenilalanin yang kandungannya dibawah rekomendasi asupan harian untuk anak. Akan tetapi, konsentrasi asam amino esensial Konsentrat Protein Ikan Gabus pada semua kelompok ukuran ikan gabus lebih tinggi dari rekomendasi asupan harian oleh FAO/WHO/UNU bagi orang dewasa. Hal ini berarti bahwa protein KPIG memiliki mutu yang tinggi untuk orang dewasa. Pada prinsipnya suatu protein yang dapat menyediakan asam amino esensial dalam suatu perbandingan yang menyamai kebutuhan manusia mempunyai mutu yang tinggi (Windrati *et al.*, 2001). Sedangkan untuk kebutuhan anak-anak asam amino pembatasnya adalah phenilalanin.

Asam amino pembatas adalah protein yang mengandung semua asam amino esensial, yang cukup untuk perbaikan jaringan tubuh namun tidak cukup untuk pertumbuhan. Asam amino pembatas adalah asam amino esensial yang kurang dari suatu bahan makanan bila dibandingkan dengan rekomendasi. Rekomendasi yang sering digunakan adalah rekomendasi asupan harian oleh WHO/FAO/UNU. Jumlah asam amino yang tidak esensial tidak dapat digunakan sebagai pedoman karena asam-asam amino tersebut dapat disintesis di dalam tubuh. Sedangkan asam amino esensial tidak dapat disintesis oleh tubuh, sehingga asam amino yang kurang untuk pertumbuhan menjadi asam amino pembatas. Asam amino pembatas pada KPIG adalah phenilalanin untuk kebutuhan anak-anak, dari Tabel 9 terlihat bahwa hanya 67,8% asam amino yang digunakan untuk memenuhi asupan anak-anak atau digunakan untuk pertumbuhan. Oleh karena itu, untuk kebutuhan anak-anak atau formulasi makanan menggunakan KPIG dapat dikombinasikan dengan sumber bahan makanan kaya phenilalanin sehingga diperoleh mutu yang tinggi. Dengan penambahan lebih dari 32,2% asam amino phenilalanin dapat mengoptimalkan penyerapan asam amino untuk memenuhi kebutuhan asam amino esensial pada anak sehingga semua asam amino secara optimal dapat digunakan untuk pertumbuhan. Bahan pangan kaya asam amino phenilalanin diantaranya adalah kacang kedelai memiliki kadar phenilalanin sekitar 4,9% (Cavallo, 1998), kacang chickpea 5,1-5,77% (Ghribi *et al.*, 2015).

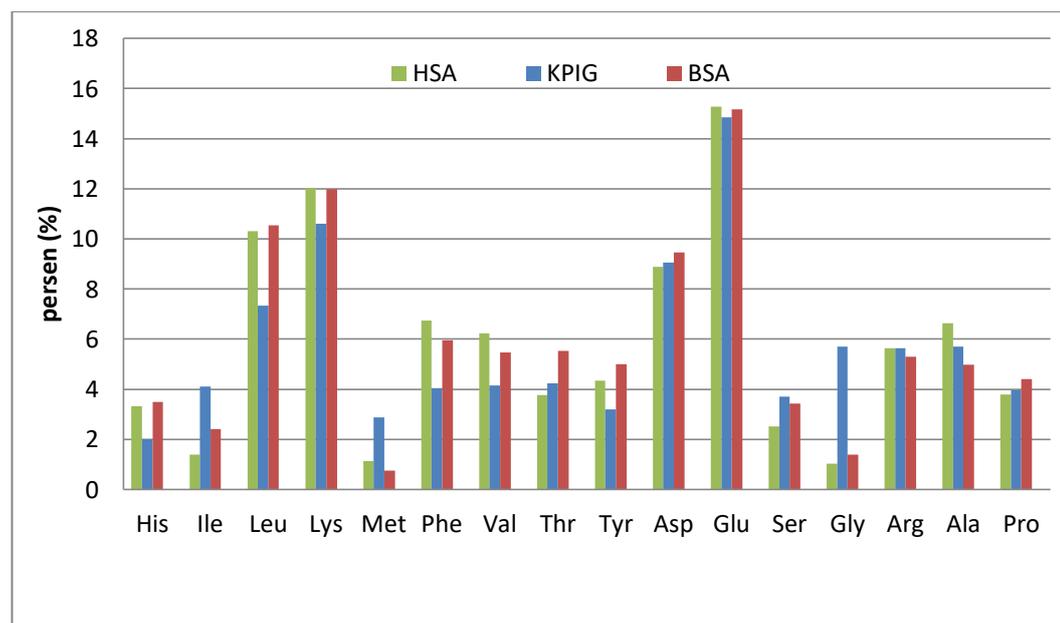
Tabel 9 Komposisi Asam Amino KPIG Liar pada Berbagai Kelompok Ukuran Ikan Gabus

Amino acid (%)	Ukuran ikan Gabus			Daily recommendation WHO/FAO/UNU*		Bovine Serum Albumin (BSA)**	Human Serum Albumin (HSA)***
	kecil	Sedang	Besar	Child (g)	Adult (g)		
<i>Essential amino acids</i>							
Histidin (His)	2,27±0,08	2,15±0,14	2,01±0,27	1,90	1,60	3,50	3,33
Isoleusin (Ile)	4,12±0,13	4,26±0,07	4,11±0,23	2,80	1,30	2,40	1,38
Leusin (Leu)	7,38±0,20	7,62±0,12	7,33±0,41	6,60	1,90	10,54	10,30
Lisin (Lys)	9,96±0,58	10,50±0,49	10,61±0,56	5,80	1,60	11,98	12,02
Metionin (Met)	3,02±0,08	3,01±0,13	2,88±0,29	2,70	1,70	0,75	1,13
Phenilalanin (Phe)	4,57±0,14	4,27±0,40	4,05±0,66	6,30	1,90	5,95	6,73
Valin (Val)	4,17±0,13	4,28±0,09	4,15±0,18	3,50	1,30	5,47	6,23
Treonin (Thr)	4,28±0,11	4,36±0,09	4,24±0,21	3,40	0,90	5,52	3,77
<i>Non-essential amino acids</i>							
Tirosin (Tyr)	3,52±0,08	3,38±0,31	3,19±0,53			5,00	4,34
As. Aspartat (Asp)	8,83±0,54	8,52±0,59	9,05±0,51			9,46	8,89
As. Glutamat (Glu)	14,40±0,73	14,21±0,78	14,85±0,64			15,17	15,28
Serin (Ser)	3,81±0,09	3,84±0,08	3,70±0,22			3,43	2,52
Glisin (Gly)	5,86±0,44	5,8±0,29	5,71±0,43			1,38	1,02
Arginin (Arg)	5,82±0,18	5,88±0,26	5,64±0,56			5,30	5,63
Alanin (Ala)	5,54±0,14	5,62±0,15	5,71±0,11			4,97	6,64
Prolin (Pro)	3,93±0,13	4,03±0,12	3,95±0,14			4,40	3,79
Sistein (Sis)	0,16±0,05	0,01±0,10	0,15±0,23				

* FAO/WHO/UNU, 2007

Spahr *et al.*, 1964* Liceaga-Gusualdi *et al.* (1999)

Profil asam amino antara KPIG, BSA dan HSA menunjukkan pola konsentrasi yang serupa seperti terlihat pada Gambar 26. Kadar asam amino yang rendah dalam BSA dan HSA rendah konsentrasi KPIG juga ditemukan dalam KPIG, demikian juga sebaliknya. Hal ini yang diduga menyebabkan kenaikan kadar albumin darah (HSA) pada intervensi uji klinik pasien pasca operasi (Taslim, 2004; Hidayanti, 2006) dan pasien luka bakar (Nasir, 2013; Sofyan, 2013; Suma, 2014) karena ketersediaan asam amino penyusun serum albumin ketika terjadi kekurangan albumin (hipoalbuminemia).



Gambar 26. Profil asam amino antara HSA, KPIG, dan HAS.

Demikian juga dengan pola konsentrasi asam amino protein hidrolisat herring dengan KPIG, meskipun beberapa konsentrasi asam amino diperoleh pada KPIG berbagai ukuran sedikit lebih rendah dari

protein hidrolisat Herring (*Clupea harengus*) (Liceaga-Gusualdi *et al.*, 1999), akan tetapi secara keseluruhan pola konsentrasinya umumnya serupa.

Komposisi asam amino KPIG yang ditemukan memiliki keseimbangan yang tepat untuk nutrisi manusia kerana memiliki pola konsentrasi asam amino yang serupa dengan serum albumin darah manusia, Kerena itu KPIG berpotensi digunakan sebagai makanan fungsional untuk suplementasi protein bagi manusia yang membutuhkan.

E. Simpulan

1. Karakterisasi sifat fisikokimia KPIG menunjukkan bahwa ukuran partikel KPIG berkisar 10-150 μm , terdapat peningkatan sifat fisikokimia seiring dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus.
2. Asam amino KPIG tertinggi asam glutamate, lisin dan asam aspartat masing 14,85%, 10,61%, dan 9,05.
3. KPIG dapat digunakan sebagai makanan suplemen karena memiliki mutu protein yang tinggi, yang tergambar dari komposisi asam aminonya yang serupa dengan komposisi asam amino albumin serum darah manusia.

F. Daftar pustaka

- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist 18th Edition*. Gaithersburg, AOAC International, USA
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspitasari, dan S. Budiarto. 1989. *Analisis Pangan*. Penerbit Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arifin, M., V. Hadju, N. A. Taslim, S. Wahyuni. 2014. Supplements effect of virgin coconut oil and albumin capsules (snakehead fish protein) on TB patients receiving multi drugs therapy-DOTS strategic in BBKPM Makassar. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 1-6
- Asfar, M., A. B. Tawali, N. Abdullah, & M. Mahendradatta. 2014. Extraction of albumin of snakehead fish (*channa striatus*) in producing the fish protein concentrate (FPC). *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(4), 85–88.
- Ashari, N. 2010. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus terhadap Peningkatan Imunitas Penderita HIV/AIDS*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Arogundade, F. A., B. Zayed, M. Daba, R. S. Barsoum. 2004. Correlation between karnofsky performance status scale and short form health survey in patients on maintenance hemodialysis. *Journal of the National Medical Association* ; 96(12): 1661-1667.
- Budijanto, S., A. B. Sitanggang, and W. Murdiati. 2011. Characterization of physicochemical and functional properties of winged-bean (*Psophocarpus tetragonolobus L.*) Protein isolate. *J. Teknol. Dan Industri Pangan XXII*(2):130–36.
- Cavallo, 1998. *Studi Profil Asam Amino Albumin dan Mineral zinc pada ikan gabus (Opichepalus stratus) dan Ikan Tomang*, Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya .Malang.
- Chalamaiah, M., K. Balaswamy, G. N. Galla, P. G. P. Galla, and T. Jyothirmayi. 2011. Chemical composition and functional properties of mrigal (*Cirrhinus mrigala*) egg protein concentrates and their application in pasta. *J. Food Sciences Technology*. DOI 10.1007/s13197-011-0357-5.

- Chavan, U. D., D. B. McKenzie, and F. Shahidi. 2000. Functional properties of protein isolates from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.). *Food Chem.*74 : 177-178
- Dewi K, S., Marliyati, S. A., Kustiyah, L., Khomsan, A., & Gantohe, T. M. 2014. Bioavailabilitas fortifikan, daya cerna protein, serta kontribusi gizi biskuit yang ditambah tepung ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) dan difortifikasi seng dan besi. *AGRITECH*, 34(4), 359–364.
- [FAO/WHO/UNU] Food and Agriculture Organization, World Health Organization, and United Nations University. 2007. *WHO Technical Report Series 935. Protein and Amino acid Requirements in Human Nutrition*; Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation,
- Faradilla. 2012 *Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Keseimbangan Nitrogen Pasien Stroke di RS Wahidin*. Tesis Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Ghribi, A. M., I. M. Gafsi, C. Blecker, S. Danthine, H. Attia, and S. Besbes. 2015. Effect of drying methods on physico-chemical and functional properties of chickpea protein concentrates. *J. Food Eng.* 165, 179–188.
- Hamal. C., 2009. *Pengaruh Pemberian Kapsul Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Kadar Albumin dan Status Gizi Lansia di Panti Sosial Tresna Wredha Gau Mabaji Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Hidayati, G. S., A. B. Tawali, & Metusalach. 2016. Optimization of formula and characterization of snakehead murrel (*Channa striata*) extract dispersion as food supplement. *J. Sains & Teknologi*, 16(1), 95–100.
- Hidayanty, H., N. A. Taslim, N. Jafar. 2006. *Pengaruh Pemberian Kapsul Konsentrat Ikan Gabus pada Pasien Pasca Bedah Di RSUD. Wahidin Sudirohusodo Makassar*. Tesis. Bagian Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin. Makassar
- Kartika, Y. D. 2009. *Karakterisasi Sifat Fungsional Pekatan Protein Biji Kecipir (Psophocarpus tetragonolobus L.)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian.
- Kilara, A. 1994. *Whey Protein Functionally*. In: *Protein Functionality in Food System*. Marcel Dekker Inc, New York. 325-356.

- Kinsella, J. E. 1979. Functional properties of protein in foods: a survey. *Critical Reviews of Food Science and Nutrition*, 8 (4): 219
- Lawal, O. S. 2004. Functionlity of african locust bean (*Parking biolobossa*) protein isolate : effect of ph, ionic strength and various protein concentrations. *J. Food. Chem.* 86: 345-355
- Liceaga-Gesualdo, A. M., & E. C. Y. Li-Chan. 1999. Functional properties of fish protein hydrolysate from herring (*Clupea harengus*). *Journal of Food Science*, 64, 1000–1004.
- Malle. J. 2007. *Pengaruh Pemberian Kapsul Ektract ikan gabus terhadap Perubahan Status Gizi. Kadar Albumin dalam Darah. Asupan Makanan. dan Proses Penyembuhan Penyakit pada Pasien TBC.* Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Malle, S.. 2009. *Pengaruh Pembenan Kapsul Ekstrak ikan Gabus Terhadap Kadar Hemoglobin Dan Status Gizi Lansia Di Panti Sosial Tresna Werdha Kab. Gowa Sulawesi Selatan.* Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Marimuthu, K., M. Thilaga, S. Kathiresan, R. Xavier, & R. H. M. H. Mas. 2012. Effect of different cooking methods on proximate and mineral composition of striped snakehead fish (*Channa striatus, bloch*). *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 373–377. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0418-9>
- Meutia. 2011. *Pengaruh Pemberian Suplementasi Albumin ikan Gabus (Ophiocephalus striatus) terhadap Kadar Albumin pada Ibu Hamil dengan Preeklamsia.* Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. MAKassar
- Midu, H., N. A. Taslim, & N. Jafar. 2012. Benefits of giving pujimin cream (cream extract of water fish cork) on healing of burn patients. *JST Kesehatan*, 2(1), 76–84.
- Muliati, S. 2008. *Efek Pemberian Kapsul Albumin Ikan Gabus terhadap Perubahan Status Gizi dan Status Neurologis Penderita Stroke di RSUP dr. Wahidin,' Sudirohusodo, Makassar.* Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Mustafa, A., M. A. Widodo, and Y. Kristianto. 2012. Albumin and zinc content of snakehead fish (*channa striata*) extract and its role in health. *IEEESE International Jurnal of Science and Technology* 1(2):1–8.

- Nasir, 2013. *Peranan Antioxidans (Zink&Vitamin C) dan Ekstract Ikan Gabus terhadap Kadar Zink Serum, Malondialdehida (MDA). Albumin, Balans Nitrogen Penderita Luka Bakar Grade 2.*Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Pires,C., S. Costa, A.P. Batista, M.C. Nunes, A. Raymundo, and I. Batista. 2012. Properties of protein powder prepared from cape hake by-products. *J. Food Engineering*, 108:268–275.
- Restiana, N. A. Taslim, and A. Bukhari. 2010. Pengaruh pemberian ekstrak ikan gabus terhadap kadar albumin dan status gizi penderita HIV/AIDS yang mendapatkan terapi ARV. *E-Jurnal Repository Universitas Hasanuddin*.
- Rieuwpassa, F. 2005. *Biskuit konsentrat protein ikan dan probiotik sebagai makanan tambahan untuk meningkatkan antibodi IgA dan status gizi balita.* Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 73hlm.
- Rieuwpassa, F. J., J. Santoso,dan W. Trilaksani. 2013. Karakterisasi sifat fungsional kosentrat protein telur ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2):299–310
- Rosa. 2011. *Pengaruh Pemberian Ikan Gabus Pujimin terhadap Kadar Albumin Serum, Pengukuran LILA, dan TST untuk Menentukan LOLA dan Pemeriksaan UHA di RS Djamil Padang.* Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Ruiter, A., 1995. *Fish And Fishery Products. Compotition, Nitrition Properties And Stability.* CAB International, Singapore.
- Sahena. F., I. S. M. Zaidul, S. Jinap, N. Saari, H. Jahurul, and K. A. Abbas. 2009. PUFAs in fish: extraction, fractionation, importance in health. *Comprehensive Reviews in Food Sciences and Food Safety*, 8(2):59– 74
- Salma. 2006. *Efect of Supplementation Fish Albumin on Nutritional Status and Albumin Level Of HIV/AIDS.* Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Santoso, A. H. 2009, *Potential of Snakehead (Channa stiata) Extract As Hepatoprotector On Paracetamol Induced Rat.* Tesis. Bogor Institute of Agriculture.
- Sari, D. K., S. A. Marliyanti, L. Kustiyah, A. Khomsan, T. M. Gantohe. 2014. Uji organoleptik formulasi biskuit fungsional berbasis

- tepung ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Agritech*, 34(2).
- Sathe, S. K., S. S. Deshpande, D. K. Salunkhe. 1982. Functional properties of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC) protein. *J Food Sci* 47:503-509.
- Sofyan. 2013. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Keseimbangan Nitrogen Pasien Luka Bakar*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.
- Spahr P. F. and R. F. Gesteland. 1970. Purification and properties of a new enzyme from escherichia coli: nucleoside phospho-acyl hydrolase. *Eur. J. Biochem.*, 12:270–284,
- Sudrajat, A. B. N., N. Diniyah, dan R. Fauziah. 2016. Fungsional isolat protein koro benguk (*Mucuna Pruriens*). Pp. 112–18 in *Prosiding Seminar Nasional APTA*. Jember.
- Suma. 2014. *Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Dosis Tinggi Terhadap Kadar Albumin, TNF α , MDA Pada Luka Bakar Derajat 2*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS.
- Suprayitno, E., T. Mujiharto. 2009. *The Effect of Fish Albumin Powders on Wound Healing of Wistar (Rattus novegircus)*, Skripsi. University of Brawijaya Malang.
- Suwarno, M. 2003. *Potensi Kacang Komak (Lablab purpureus (L) Sweet) sebagai Bahan Baku Isolat Protein*. Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB
- Taslim, N. A., 2004. Penyuluhan gizi, pemberian soy protein dan perbaikan status gizi penderita tuberkulosis di makassar. *Jurnal Medika Nusantara*. Vol. 25. No. 2. www.med.unhas.ac.id. 2004
- Tawali, A.T, M. K. Roreng, and M. Mahendradatta. 2012. “*Difusi Teknologi Produksi Konsentrat Protein Dari Ikan Gabus Sebagai Food Supplement Di Jayapura*.” Pp. 243–47 in *Prosiding In sinas*.
- Venugoval, V. 2008. *Seafood Processing; Adding Value Through Quick Freezing Retortable Packaging And Cook Chilling*. New York
- Vivien, 2012. *Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Terhadap kadarj TNF α penderita Stroke*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Kota Makassar.
- Wiharja, S. Y., J. Santoso, and L. A. Yakhin. 2013. Utilization of Tuna and Red Snapper Roe Protein Concentrate As Emulsifier in

Mayonnaise. *13th ASEAN food conference*, 9-13 September. Meeting future food demand: security and sustainability. Singapore. 1-10pp.

Windrati, W. S., A. Nafi', & P. D. Augustine. 2010. Nutritional properties of jack bean PRF (*C. ensiformis* L.). *Agrotek*, 4(1), 18–26.

Windsor, M. L. 2001. Fish Protein Concentrate. Ministry Of Technology Torry Advisory Note No.39. <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5917E/x59>

Zakaria, Z. A., A. M. M. Mat Jais, N. Somchit, M. R. Sulaiman, and C. .. Fatimah. 2006. Report on some of physical properties of bioactive compounds responsible for the channa striatus fillet extract antinociceptive activity. *Journal of Biological Sciences* 6(4):680–86.

Zayas, J. F. 1997. *Functionality of Proteins in Food*. Springer, New York

Zuraini, A., M. N. Somchit, M. H. Solihah, Y. M. Goh, A. K. Arifah, M. S. Zakaria, N. Somchit, M. A. Rajion, Z. A. Zakaria and A. M. M. Jais. 2006. Fatty acid and amino acid composition of three local malaysian *Channa spp.* Fish. *Journal of Food Chemistry* 97: 674–678. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.04.031>

BAB VI. TEKNOLOGI PROSES NANOKPIG METODE KOMBINASI HOMOGENISASI-ULTRASONIKASI

A. Abstract

Homogenisasi motor stator memiliki prinsip kerja mengaduk, menghomogenkan, dan menggerus bahan. Ultrasonikasi juga memiliki prinsip kerja memecah partikel dengan gelombang ultrasonic yang menimbulkan efek kavitasi akustik, sehingga berpotensi dikembangkan menjadi metode untuk menghasilkan nanoKPIG. Oleh karena itu, kombinasi kedua metode tersebut dikembangkan menghasilkan material KPIG berskala nanometer. Metode kombinasi ultrasonikasi (5, 10, 15) menit dengan berbagai perlakuan lama homogenisasi (5, 10, 15) menit dan kecepatan homogenisasi (6.500, 9.500, 13.500, 17.500, 21.500) rpm menggunakan ultraturax T 25 basic. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan ultrasonikasi 5 menit mampu memecah ukuran KPIG setengah dari ukuran semula. Perlakuan kombinasi homogenisasi-ultrasonikasi terbaik yaitu homogenisasi kecepatan 6500 rpm selama 5 menit dan ultrasonikasi selama 5 menit menghasilkan nanoKPIG. Metode homogenisasi-ultrasonikasi terbaik mampu menghasilkan KPIG dengan ukuran <100 nm.

Keyword: *Homogenisasi, untrasonikasi, Nanoteknologi, nanoKPIG, Ukuran nano.*

Abstract

Homogenization of the stator motor has the working principle of stirring, homogenizing, and grinding materials. Ultrasonication also has a working principle of breaking the particles with ultrasonic waves that have an acoustic cavitation effect, potentially developed into a method for producing nano-FPC. Therefore, the combination of both methods was developed to produce nanometer-scale FPC materials. The combined method of ultrasonication (5, 10, 15) min with various long-acting homogenization (5, 10, 15) minutes and homogenization speed (6,500, 9,500, 13,500, 17,500, 21,500) rpm using ultraturax T 25 basic. The results showed that with 5 minute ultrasonication able to break down the size of FPC half of its original size. The best combination of homogenization-ultrasonication treatment is homogenizing speed of 6500 rpm for 5 minutes and ultrasonication for 5 minutes produces nano-FPC.

The best homogenization-ultrasonication method is capable of producing KPIG with size <100 nm.

Keyword: *Homogenization, ultrasonication, Nanotechnology, NanoFPC, Nano Scale.*

B. Pendahuluan

Lembaga Standar Inggris mendefinisikan nanoteknologi adalah mendesain, mengkarakterisasi, memproduksi, dan menerapkan struktur, perangkat, dan sistem dengan mengontrol bentuk dan ukuran pada skala nano (Bawa *et al.*, 2005). Nanoteknologi telah muncul sebagai salah satu teknologi yang paling menjanjikan bidang penelitian ilmiah dalam beberapa dekade. Ini terkait dengan produksi, pengolahan, dan aplikasi dari bahan dengan ukuran kurang dari 1.000 nm (Sanguansri dan Augustin 2006). Pengurangan ukuran partikel ke skala nano meningkatkan rasio permukaan terhadap volume, yang secara berurutan meningkatkan reaktivitasnya dengan banyak lipatan dengan perubahan sifat mekanik, listrik, dan optik. Sifat ini menawarkan banyak aplikasi unik dan baru di berbagai bidang (Neethirajan dan Jayas, 2010). Nanopartikel adalah partikel berukuran koloid dengan diameter mulai dari 10 hingga 1.000 nm dan dinyatakan sebagai nanokapsul (Konan *et al.*, 2002).

Nanoteknologi merupakan teknologi yang relatif baru adalah teknologi yang melibatkan pembuatan dan rekayasa material organik dan anorganik untuk menghasilkan material nano. Nanoteknologi merupakan teknik manipulasi atau rekayasa ukuran material untuk berbagai manfaat dan aplikasi. (Ezhilarasi *et al.*, 2013). Pemanfaatan nanoteknologi bidang

pangan, antara lain mampu menghasilkan produk-produk pangan dengan zat gizi tambahan tanpa mengganggu rasa. Selain itu, penyerapan zat gizi oleh tubuh juga akan lebih ditingkatkan dengan mengembangkan produk nanoteknologi. Zat gizi yang terkandung dalam pangan akan lebih efektif dan efisien diserap sesuai kebutuhan tubuh (Joye & McClement, 2014; Kwak, 2014).

Nanoteknologi merupakan teknik manipulasi atau rekayasa ukuran material untuk berbagai manfaat dan aplikasi. Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut dimanfaatkan untuk mendesain, menyusun, atau memanipulasi material sehingga dihasilkan material dengan sifat dan fungsi baru. Pemanfaatan nanoteknologi bidang pangan, antara lain mampu menghasilkan produk-produk pangan dengan zat gizi tambahan tanpa mengganggu rasa. Selain itu, penyerapan zat gizi oleh tubuh juga akan lebih ditingkatkan dengan mengembangkan produk nanoteknologi. Zat gizi yang terkandung dalam pangan akan lebih efektif dan efisien diserap sesuai kebutuhan tubuh. Penerapan nanoteknologi bidang pangan sangat prospektif dikembangkan di tanah air karena Indonesia memiliki bahan-bahan pangan yang akan dikembangkan dengan nanoteknologi (Haryono, 2013)

Ikan gabus merupakan ikan air tawar yang diketahui memiliki kandungan yang bermanfaat untuk kesehatan. Ikan gabus memiliki kandungan protein yang tinggi terutama albumin 15-20% (Tawali, *et al.*, 2012) dan asam amino esensial, lemak khususnya asam lemak esensial,

mineral khususnya seng (Zn) dan beberapa vitamin, sifat fungsional dan sifat antioksidan yang sangat baik bagi kesehatan (Galla *et al.*, 2012)

Dalam aspek klinis, ikan gabus telah diasosiasikan sebagai obat karena telah terbukti mampu membantu proses penyembuhan pada pasien pasca operasi (Taslim, 2004; Hidayanti, 2006; Suprayitno *et al.*, 2009) dan pasien luka bakar (Midu, 2012; Nasir, 2013; Sofyan, 2013; Suma, 2014). Selain itu, telah pula dilakukan penelitian dengan pemberian ekstrak ikan gabus pada penderita stroke (Muliati, 2008; Vivien, 2012; dan Faradillah, 2012), penderita HIV/AIDS (Salma, 2006; Restiana, 2010; Ashari, 2010), penderita TBC dan luka dekubitus pada penyakit paru-paru (Malle, 2007; Arifin, 2014), penderita liver/gangguan fungsi hati/sirosis hepatis (Rosa, 2011), pada ibu hamil penderita tekanan darah tinggi/pre-exlampsia (Meutia, 2011), penderita gejala gangguan ginjal (Shanty, 2009), penelitian tersebut menunjukkan respon positif melalui peningkatan albumin darah, perbaikan status gizi pasien dan membantu mempercepat penyembuhan.

Potensi pengembangannya menjadi produk nano konsentrat protein ikan gabus memberikan peluang yang besar terhadap peningkatan efektifitas biologis sehingga diperoleh efikasi yang lebih baik. Oleh karena itu, penelitian ini berkaitan pengembangan konsentrat protein ikan gabus menjadi nano konsentrat protein ikan gabus. Penelitian-penelitian sebelumnya mengenai prosedur pembuatan dan produksi konsentrat protein ikan gabus telah dilaporkan oleh Tawali dkk. (2016) yang

menekankan ekstraksi protein dengan beberapa pelarut dan isolasi protein dengan titik isoelektrik. Penelitian lain yang berhubungan dengan hal ini adalah Taslim *et al.* (2013) tentang produk konsentrat protein ikan gabus dan pemanfaatannya sebagai sumber albumin. Namun, belum menerapkan teknologi nano dalam prosesnya, sehingga perlu dikembangkan metode untuk menghasilkan nanoKPIG.

Salah satu metode yang berpotensi digunakan adalah homogenisasi dan ultrasonikasi. Homogenisasi motor stator memiliki prinsip kerja mengaduk, menghomogenkan, dan menggerus bahan. Demikian juga ultrasonikasi memiliki prinsip kerja memecah partikel dengan gelombang ultrasonik yang menimbulkan efek kavitas akustik, sehingga berpotensi dikembangkan menjadi metode untuk menghasilkan nanoKPIG. Oleh karena itu, kombinasi kedua metode tersebut dikembangkan menghasilkan material KPIG berskala nanometer.

C. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah KPIG dan aquades. Bahan pengemas yang digunakan botol vial 10 ml yang digunakan sebagai wadah sampel untuk dianalisa ukuran partikelnya. Alat gelas yang digunakan adalah gelas ukur, erlemeyer, dan gelas piala. Alat yang digunakan adalah timbangan digital, ultraturax T 25 basic, dan ultrasonikator. Metode yang digunakan dalam tahapan penelitian ini meliputi melihat pengaruh ultrasonikasi terhadap ukuran partikel KPIG, pengaruh kombinasi waktu dan kecepatan homogenisasi terhadap ukuran

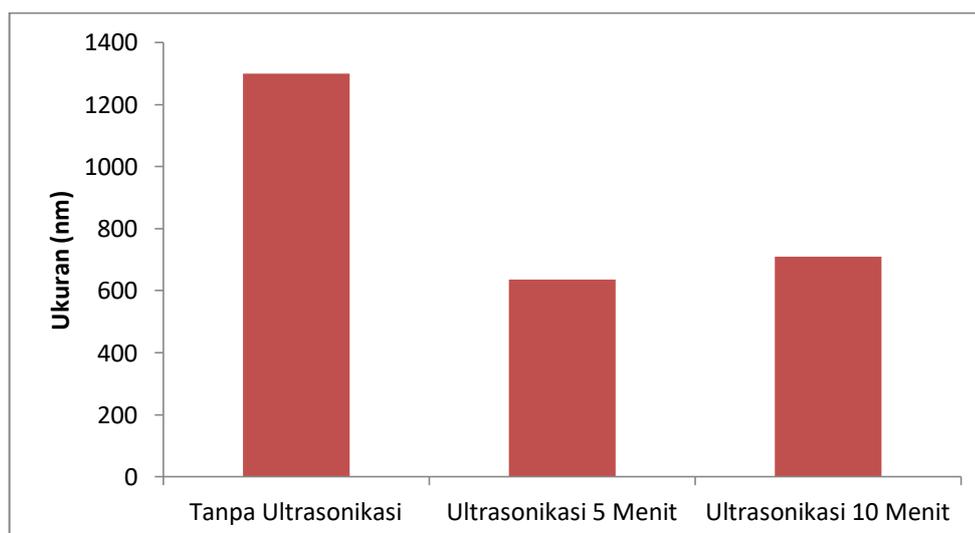
partikel. Pada metode ini diperoleh data ukuran partikel dan karakterisasi distribusi partikelnya berupa indeks polidispersitas dan distribusi ukuran berdasarkan volume dan intensitasnya.

D. Hasil dan Pembahasan

Upaya pengecilan ukuran partikel KPIG menjadi nanopartikel dilakukan dengan mengembangkan metode kombinasi homogenisasi dan ultrasonikasi.

1. Ukuran Partikel Pada Pengaruh Ultrasonikasi

Pengaruh Ultrasonikasi terhadap ukuran partikel dilakukan pada sampel homogenisasi pada kecepatan 6500 rpm selama 5 menit lalu dilakukan perlakuan tanpa ultrasonikasi, ultrasonikasi 5 menit, dan ultrasonikasi 10 menit. Data hasil analisa ukuran dapat dilihat pada Lampiran 9.a, sedangkan grafiknya dapat dilihat pada Gambar 27.



Gambar 27. Pengaruh Lama Ultrasonikasi Terhadap Ukuran Partikel KPIG

Pada Grafik tersebut terlihat bahwa pengaruh ultrasonikasi menyebabkan pengecilan partikel KPIG, ultrasonikasi selama 5 menit mampu menurunkan setengah dari ukuran tanpa ultrasonikasi, namun meningkat pada menit ke 10 ultrasonikasi.

Hasil analisis sidik ragam seperti pada Lampiran 9.b bahwa perlakuan ultrasonikasi memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,005$) terhadap ukuran KPIG, dimana dengan ultrasonikasi selama 5 menit mengecilkan ukuran 2 kali lipat dari ukuran semula. Hasil uji lanjut Duncan seperti pada Lampiran 9.c menunjukkan bahwa perlakuan tanpa ultrasonikasi berbeda nyata dengan perlakuan ultrasonikasi 5 menit dan 10 menit, sedangkan perlakuan ultrasonikasi 5 menit dan 10 menit berbeda tidak nyata. Rerata ukuran partikel terkecil pada ultrasonikasi selama 5 menit, sehingga perlakuan ini yang digunakan dengan mengkombinasikan dengan berbagai kecepatan dan lama homogenisasi. Machado, *et al.* (2015) mengaplikasikan sonikasi untuk nanoenkapsulasi liposom Cyanobacterium *Spirulina platensis* menghasilkan bahwa liposom yang telah melewati proses sonikasi memiliki ukuran rata-rata lebih kecil (279,53 nm) dibandingkan dengan liposom yang hanya mengalami homogenisasi (303,97 nm).

Metode ultrasonikasi merupakan metode yang menggunakan gelombang akustik pada frekuensi lebih besar dari 16-20 kHz (Suslick, 1988). Penggunaan metode ultrasonikasi salah satunya adalah dalam proses ekstraksi dengan mekanisme kerja memecah dinding sel dengan

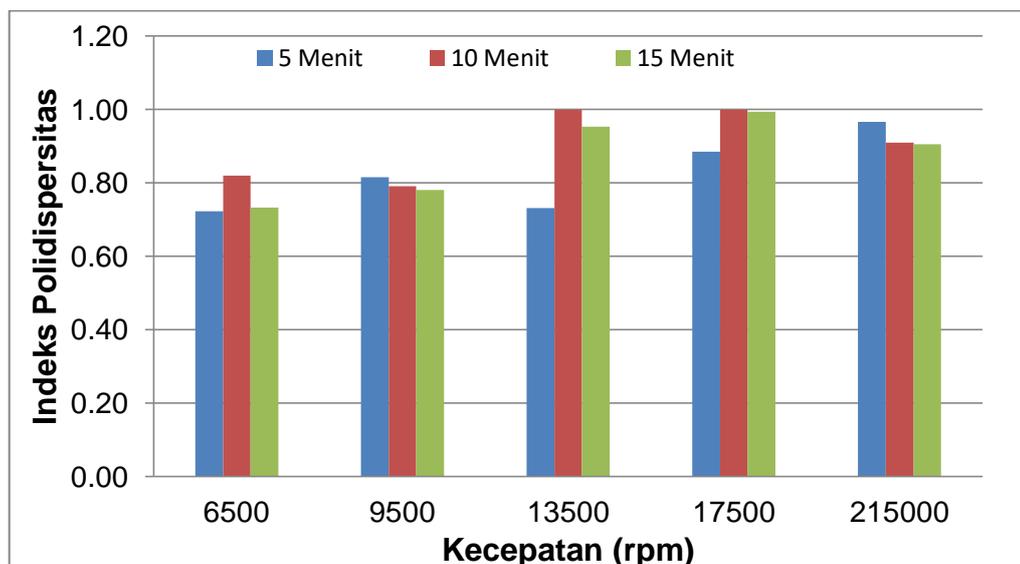
getaran ultrasonik sehingga kandungan yang ada didalamnya dapat keluar dengan mudah (Mason, 1990). Namun, metode ultrasonikasi juga telah digunakan memecah partikel dalam menghasilkan partikel nano pada pembuatan nanoemulsi (Ezhilarasi *et al.*, 2013).

2. Karakteristik Distribusi Ukuran Partikel pada Metode Homogenisasi Ultrasonikasi

Karakterisasi distribusi ukuran partikel dapat dilihat dari indeks polidispersitas, distribusi ukuran berdasarkan intensitas dan volume.

a. Indeks Polidispersitas

Indeks polidispersitas adalah parameter yang menyatakan distribusi ukuran partikel dari sistem nanoemulsi yang nilainya 0,01 sampai 0,7 menyatakan sistem nanoemulsi dengan distribusi ukuran partikel yang sempit, sedangkan nilai indeks polidispersitas yang lebih besar dari 0,7 menyatakan sistem nanoemulsi dengan distribusi ukuran partikel yang sangat luas (Nidhin, 2009), dan diperkuat (Yuan, 2008) yang menyatakan semakin kecil nilai indeks polidispersitas menunjukkan distribusi ukuran partikel semakin sempit, yang berarti semakin homogen. Data hasil pengukuran Indeks polidispersitas nanoKPIG dapat dilihat pada Lampiran 11, sedangkan grafiknya dapat dilihat pada Gambar 29.



Gambar 28. Hubungan Antara Kecepatan dan Waktu Homogenisasi KPIG dengan Indeks Polidispersitas pada Metode Homogenisasi-ultrasonikasi

Gambar di atas terlihat bahwa kecenderungan indeks polidispersitas pada nanoKPIG semakin meningkat dengan tinggi kecepatan homogenisasi, hal ini berarti semakin tinggi kecepatan semakin tidak homogenen distribusi partikel nanoKPIG. Semua indeks polidispersitas nanoKPIG memiliki nilai lebih dari 0,7 dengan nilai terkecil sebesar 0,72 pada kecepatan 6500 rpm selama 5 menit, sedangkan nilai terbesar sebesar 1 pada kecepatan 13500 rpm selama 15 menit dan 17500 rpm selama 10 menit, berarti semua perlakuan memiliki distribusi partikel yang luas atau tidak seragam. Lovelyn *et al.* (2011) menyatakan bahwa indeks polidispersitas mengindikasikan kualitas keseragaman suatu dispersi. Nilai indeks polidispersitas yang kecil menunjukkan distribusi ukuran partikel yang sempit, yang berarti ukuran partikel semakin seragam, sebaliknya semakin besar indeks polidispersitas semakin tidak seragam.

b. Distribusi Ukuran Berdasarkan Intensitas dan Volume

Distribusi partikel berdasarkan intensitas dan volume merupakan karakterisasi distribusi partikel pada pengukuran partikel metode penghamburan cahaya atau Static Light Scattering (SLS). Distribusi ukuran nano KPIG berdasarkan intensitas berada pada rentang ukuran antara 52,62- 5560 nm. Namun pada beberapa perlakuan memiliki rentang ukuran dibawah 1000 nm. Adapun distribusi ukuran berdasarkan intensitas dapat dilihat pada Tabel 10 dan berdasarkan volume dapat dilihat pada Tabel 11.

Dalam sistem emulsi atau dispersi masih memungkinkan diperoleh rentang ukuran yang bervariasi dari 50-1000 nm, hal ini dinyatakan oleh Sanguansri dan Augustin, (2006) bahwa nanoemulsi/nanodispersi adalah dispersi koloid yang terdiri dari dua cairan yang tidak dapat bercampur, atau antara cairan dan partikel yang tidak dapat larut, dengan ukuran partikel mulai dari 50 hingga 1.000 nm. Pada tabel 10 terlihat bahwa perlakuan homogenisasi 6500 rpm selama 5 menit dan ultrasonikasi selama 5 menit menghasilkan distribusi partikel nanoKPIG berukuran 387,1 nm sebesar 93%, 85,6 nm sebesar 4,7% dan 61,42 nm sebesar 2,2%. Selain itu, perlakuan yang menghasilkan ukuran <100 nm adalah perlakuan homogenisasi 6500 rpm selama 10 menit; homogenisasi 17500 rpm selama 5 menit; homogenisasi 21500 rpm selama 10 menit, masing-masing diultrasonikasi selama 5 menit yaitu 67,91 nm sebesar 4,6%, 52,62 nm sebesar 1,7 nm, 85,1 nm sebesar 3,4%.

Tabel 10. Distribusi Ukuran NanoKPIG Berdasarkan Intensitas pada Metode Kombinasi Homogenisasi Ultrasonikasi.

No	Perlakuan Homogenisasi		Ukuran (nm)	Intensitas (%)	Ket
	Kecepatan (rpm)	Waktu (menit)			
1	6500	5	387,1±62,67	93	*
			85,6±12,33	4,7	
			61,42±6,22	2,2	
		10	369±75,16	95,4	*
			67,91±8,4	4,6	
			256±74,4	68,7	
15	600,4±181	26,8			
	5400±309,1	3,8			
2	9500	5	284,1±74,1	88,1	
			5089±558,8	11,9	
			292,1±123,1	87,1	
		10	987±58,8	10,9	
			347±97,67	86,8	
			129,5±32,21	13,2	
3	13500	5	493,3±162	76,3	
			139,8±32,49	20,9	
			5381±322,1	2,8	
		10	274±45,1	47	
			418,3±66,36	37,1	
			113,8±21,07	9,6	
15	264,6±60,78	83,1			
	715±323,1	8,6			
	5379±323,1	6,1			
4	17500	5	305±92,9	92,4	*
			111,9±16,41	5,9	
			52,62±5,08	1,7	
		10	286,3±60,84	93,7	
			119±21,9	6,3	
			283,6±69,27	81,3	
15	1059±245,5	7,4			
	5373±327	6,8			
5	21500	5	388,3±160,7	72,4	
			147,1±28,76	7,8	
			5186±482,6	7,5	
		10	245,9±33,4	51,5	*
			370,3±66,53	45,1	
			85,1±11,57	3,4	
15	246,9±51,28	85			
	648,8±136,8	12,5			
	5560±0,1	2,4			

* Perlakuan yang menghasilkan ukuran <100 nm

Tabel 11. Distribusi Ukuran NanoKPIG Berdasarkan Volumnya pada Metode Kombinasi Homogenisasi Ultrasonikasi.

No	Perlakuan Homogenisasi		Ukuran (nm)	Volume (%)	Ket
	Kecepatan (rpm)	Waktu (menit)			
1	6500	5	72,28±24,5	8,7	*
			403,7±77,5	91,3	
		10	377,89±88,43	91,2	*
			65,31±10,56	8,8	
		15	297,3±79,73	47,3	
			626,1±161	18,5	
	5485±309,1	3,8			
2	9500	5	310±91,89	68	
			5227±743,8	32	
		10	392,1±113	87,1	
			887±57,8	10,9	
		15	372,7±114,3	92,3	
			110±28,34	7,7	
3	13500	5	500,4±146,2	70	
			129,7±36,79	7,3	
		10	5445±322,1	2,8	
			269,1±46,07	40	
		15	430,2±75,87	28,4	
			102,2±21,07	9,6	
	285,2±63,87	63,7			
	752,9±175,1	2,2			
	5444±323,1	6,1			
4	17500	5	321,4±112,3	88	*
			107,3±17,84	3,4	
		10	52,58±5,087	1,7	
			298,7±72,93	95,5	
		15	109,4±18,42	4,5	
			311,5±74,13	62,3	
	1124±287,4	2,3			
	5438±327	6,8			
5	21500	5	62,19±10,74	6,7	*
			133,8±22,64	4,4	
		10	304,4±482,6	7,5	
			81,87±14,02	4,2	
		15	318,2±99,15	95,8	
			268,2±54,99	69,7	
	669,8±145,4	6,3			
	5590±0	2,4			

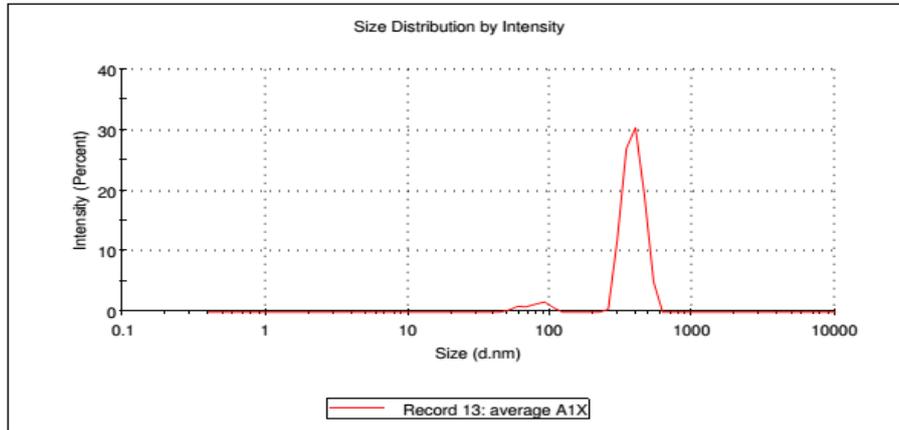
* Perlakuan yang menghasilkan ukuran <100 nm

Pada Tabel 11 terlihat bahwa distribusi ukuran nano KPIG berdasarkan volume, terlihat bahwa rentang ukuran pada berbagai perlakuan adalah antara 52,58-5590 nm. Terlihat bahwa semakin lama waktu homogenisasi maka rentang ukuran yang terbentuk semakin besar. Hal ini terlihat pada setiap perlakuan kecepatan dan lama homogenisasi selama 15 menit menghasilkan ukuran > 1000 nm. Perlakuan yang menghasilkan ukuran dibawah 100 nm yaitu homogenisasi 6500 rpm, selama 5 menit, dan 10 menit (72,28 nm sebesar 8,7, dan 65,31 nm sebesar 8,8 %); 17500 rpm selama 5 menit (52,58 nm sebesar 1,7%); 21500 rpm selama 5 menit dan 10 menit (62,19 nm sebesar 6,7% dan 81,87 nm sebesar 4,2%) masing-masing ultrasonikasi 5 menit.

Dari data-data diatas diperoleh bahwa pada metode kombinasi homogenisasi dan ultrasonikasi diperoleh perlakuan yang menghasilkan rerata terkecil dengan indeks polidispersitas terkecil (distribusi ukuran cenderung homogen) dan menghasilkan partikel nanoKPIG dibawah 100 nm (distribusi ukuran berdasarkan intensitas dan volume adalah homogenisasi selama 6500 rpm selama 5 menit dan ultrasonikasi selama 5 menit, sebaran ukuran nanoKPIG tersebut dapat dilihat pada Gambar 30 dan Gambar 31.

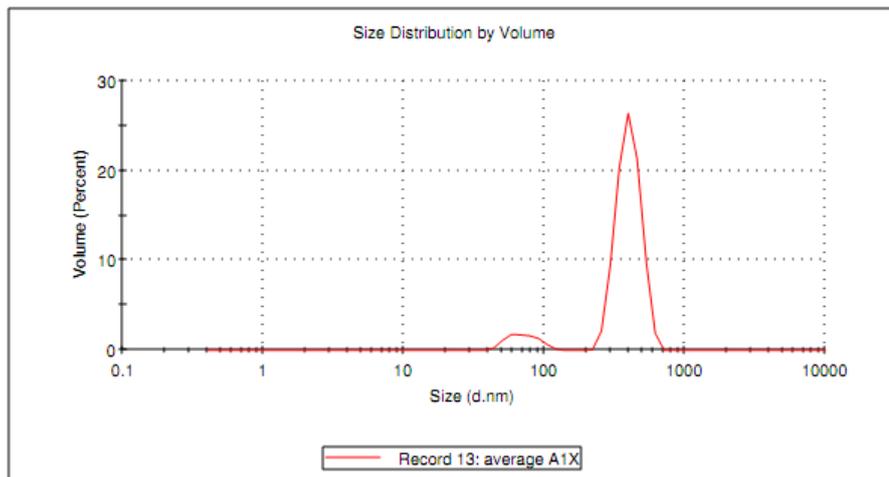
Results

	Size (d.nm):	% Intensity:	St Dev (d.n...)
Z-Average (d.nm): 636.8	Peak 1: 387.1	93.0	62.67
Pdl: 0.722	Peak 2: 85.60	4.7	12.33
Intercept: 0.969	Peak 3: 61.42	2.2	6.220
Result quality : Refer to quality report			



Gambar 29. Distribusi Ukuran Berdasarkan Intensitas pada Perlakuan A1X (Homogenisasi Kecepatan 6500 rpm Selama 5 Menit)

	Size (d.nm):	% Volume:	St Dev (d.nm):
Z-Average (d.nm): 636.8	Peak 1: 72.28	8.7	17.70
Pdl: 0.722	Peak 2: 403.7	91.3	77.50
Intercept: 0.969	Peak 3: 0.000	0.0	0.000
Result quality : Refer to quality report			



Gambar 30. Distribusi Ukuran Berdasarkan Intensitas pada Perlakuan A1X (Homogenisasi Kecepatan 6500 rpm Selama 5 Menit)

Metode homogenisasi-ultrasonikasi mampu menghasilkan KPIG dengan ukuran <100 nm. Hal ini berarti bahwa kelarutan dari KPIG dengan menggunakan metode tersebut dapat ditingkatkan. Hal ini seperti yang dikemukakan oleh McCarthy *et al.* (2014) bahwa protein konsentrat susu/ *Milk Protein Concentrate (MPC)* bubuk memiliki kelarutan yang buruk adalah karena pembentukan silang antara misel kasein selama proses pengeringan dan selama penyimpanan bubuk (Anema *et al.*, 2006; Havea, 2006). Hubungan intermiselar ini terbentuk melalui asosiasi hidrofobik (Horne, 1998) membuat substruktur partikel sangat sulit untuk hancur, menghasilkan pelepasan lambat misel kasein ke fase air sekitarnya dan dianggap sebagai langkah pembatas laju dalam penghancuran bubuk MPC (Fang *et al.*, 2011; Havea, 2006). Namun dengan ultrasonikasi selama 10 menit menghasilkan ukuran partikel 0,40 μ m atau 400 nm menyebabkan kelarutan MPC sebesar 95,6%.

Metode kombinasi homogenisasi dan ultasonikasi efektif mengencilkan ukuran KPIG. Metode ini telah diterapkan juga pada produksi nanoemulsi. Anandharamakrishnan (2004) menjelaskan bahwa penggunaan metode homogenisasi dikombinasikan dengan ultrasonikasi pada emulsi dapat membentuk formulasi droplet nanoemulsi yang sangat kecil. Pendekatan praktis adalah mendispersi sampel dalam kondisi intensitas yang meningkat (misalnya, mulai dari 2.000 rpm dan meningkat menjadi 20.000 rpm dalam stator rotor), terutama jika fase terdispersi sangat kental. Salah satu kendala utama yang dihadapi dalam

memproduksi nanoemulsi adalah proses ukuran rata-rata nanoemulsi meningkat dari waktu ke waktu karena difusi molekul minyak dari tetesan kecil sampai besar pada fase kontinyu. Hal ini terutama terlihat pada nanoemulsi yang terbentuk dengan metode emulsifikasi kation berenergi rendah. Cara yang mungkin untuk mengatasi mekanisme ketidakstabilan ini adalah dengan meningkatkan konsentrasi surfaktant dengan mengubah rasio minyak terhadap surfaktan.

E. Simpulan

1. Ultrasonikasi selama 5 menit mampu memperkecil ukuran KPIG setengah dari ukuran tanpa ultrasonikasi.
2. Metode kombinasi homogenisasi-ultrasonikasi terbaik adalah homogenisasi 6500 rpm selama 5 menit dan Ultrasonikasi selama 5 menit.
3. Karakteristik metode terbaik menghasilkan nanoKPIG dengan rerata 636.8 nm dengan karakteristik distribusi ukuran berupa indeks polidispersitas terkecil yaitu 0,72 yang berarti lebih homogeny. Distribusi ukuran berdasarkan intensitas menghasilkan distribusi partikel nanoKPIG berukuran 387,1 nm sebesar 93%, 85,6 nm sebesar 4,7% dan 61,42 nm sebesar 2,2%, berdasarkan volume 72,28 nm sebesar 8,7% dan 403,7 sebesar 91,3%.

F. Daftar pustaka

- Anandharamakrishnan, C. 2014. *Techniques for Nanoencapsulation of Food Ingredients*. Springer. Retrieved (<http://link.springer.com/10.1007/978-1-4614-9387-7>).
- Anema, S. G., D. N. Pinder, R. J. Hunter, Y. Hemar. 2006. Effects of storage temperature on the solubility of milk protein concentrate (MPC85). *Food Hydrocolloids* 20 (2–3), 386–393
- Arifin, M., V. Hadju, N. A. Taslim, S. Wahyuni. 2014. Supplements effect of virgin coconut oil and albumin capsules (snakehead fish protein) on TB patients receiving multi drugs therapy-DOTS strategic in BBKPM Makassa. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 1-6
- Ashari. N., 2010. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus terhadap Peningkatan Imunitas Penderita HIV/AIDS*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Augustin, M. A., & P. Sanguansri. 2009. Nanostructured materials in the food industry. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58 (4), 183–213.
- Bawa, R., T. S. R. Bawa, S. B. Maebius, T. Flynn, & C. Wei. 2005. Protecting new ideas and inventions in nanomedicine with patents. *Nanomedicine: nanotechnology, biology, and medicine*, 1(2)150–158.
- Ezhilarasi, P. N., P. Karthik, N. Chhanwal, and C. Anandharamakrishnan. 2013. Nanoencapsulation techniques for food bioactive components: a review. *Food and Bioprocess Technology* 6:628–47.
- Fang, Y., C. Selomulya, S. Ainsworth, M. Palmer X. D. Chen. 2011. On quantifying the dissolution behaviour of milk protein concentrate. *Food Hydrocolloids* 25 (3), 503–510.
- Faradilla. 2012 *Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Keseimbangan Nitrogen Pasien Stroke di RS Wahidin*. Tesis Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Galla, N. R., B. Karakala, S. Akula, and P. R. Pamidighantam. 2012. Physico-chemical, amino acid composition, functional and antioxidant properties of roe protein concentrates obtained from *Channa Striatus* and *Lates calcarifer*. *Food Chemistry* 132(3):1171–76. Retrieved September 12, 2015

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611016372>).

- Haryono, 2013. *Tren Nanoteknologi di Industri Pangan pada 2010*, Majalah Sains Indonesia, Indonesia.
- Havea, P., 2006. Protein interactions in milk protein concentrate powders. *International Dairy Journal* 16 (5), 415–422.
- Hidayati, G. S., A. B. Tawali, and Metusalach. 2016. Optimization of formula and characterization of snakehead murrel (*Channa striata*) extract dispersion as food supplement. *J. Sains & Teknologi*, 16(1):95–100.
- Horne, D.S., 1998. Casein interactions: casting light on the black boxes, the structure in dairy products. *International Dairy Journal* 8 (3), 171–177
- Joye, I. J. and D. J. McClements. 2014. Biopolymer-based nanoparticles and microparticles: fabrication, characterization, and application. *Current Opinion in Colloid and Interface Science* 19(5):417–27. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.cocis.2014.07.002>).
- Konan, Y. N., R.Gurny, & E. Allémann. 2002. Preparation and characterization of sterile and freeze-dried sub-200 nm nanoparticles. *International Journal of Pharmaceutics*, 233, 239–252.
- Kwak, H-S., 2014. *Nano- and Microencapsulation for Foods. First*. John Wiley& Sons, Ltd. Retrieved (www.wiley.com/wiley-blackwell).
- Lovelyn C, A. A. Attama. 2011. Current state of nanoemulsions in drug delivery. *J Biomater Nanobiotechnol* 2: 626-639. DOI: 10.4236/jbnb.2011.225075
- Machado, A. R., L. M. Assis, J. A. V. Costa, E. Badiale-Furlong, A. S. Motta, Y. M. S. Micheletto, and L. A. Souza-Soares. 2015. Application of sonication and mixing for nanoencapsulation of the cyanobacterium spirulina platensis in liposomes.” 22(1):96–101.
- Malle. J., 2007 *Pengaruh Pemberian Kapsul Ekstract ikan gabus terhadap Perubahan Status Gizi. Kadar Albumin dalam Darah. Asupan Makanan. dan Proses Penyembuhan Penyakit pada Pasien TBC*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar.

- Mason, T. J. 1990. *Introduction, Chemistry with Ultrasound*. Edited by T.J Mason. Elsevier Applied Science. London.
- McCarthy, N. A., P. M. Kelly, P. G. Maher, and M. A. Fenelon. 2014. Dissolution of milk protein concentrate (mpc) powders by ultrasonication. *J. Food Eng.* 126, 142–148.
- Meutia. 2011. *Pengaruh Pemberian Suplementasi Albumin ikan Gabus (Ophiocephalus striatus) terhadap Kadar Albumin pada Ibu Hamil dengan Preeklamsia*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS
- Midu, H., N. A. Taslim, and N. Jafar. 2012. Benefits of giving pujimin cream on healing of burn patients. *JST Kesehatan*. 2(1):76–84
- Muliati, S., 2008. *Efek Pemberian Kapsul Albumin Ikan Gabus terhadap Perubahan Status Gizi dan Status Neurologis Penderita Stroke di RSUP dr. Wahidin, Sudirohusodo, Makassar*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Nasir, 2013. *Peranan Antioxidans (Zink/Vitamin C) dan Ekstrak Ikan Gabus terhadap Kadar Zink Serum, Malondialdehida (MDA). Albumin, Balans Nitrogen Penderita Luka Bakar Grade 2*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Neethirajan, S., & D. S. Jayas, 2010. Nanotechnology for the food and bioprocessing industries. *Food and Bioprocess Technology*, 4(1), 39–47.
- Nidhin, M., R. Indumathy, K. J. Sreeram and B. U. Nair. 2009. Synthesis of iron oxide nanoparticles of narrow size distribution on polysaccharide templates. *Buletin Material Science*. 31(1), 93-96
- Restiana, N. A. Taslim, dan A. Bukhari. 2010. Pengaruh pemberian ekstrak ikan gabus terhadap kadar albumin dan status gizi penderita HIV/AIDS yang mendapatkan terapi ARV. *E-Jurnal Repository Universitas Hasanuddin*
- Rosa. 2011. *Pengaruh Pemberian Ikan Gabus Pujimin terhadap Kadar Albumin Serum, Pengukuran LILA, dan TST untuk Menentukan LOLA dan Pemeriksaan UHA di RS Djamil Padang*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Sanguansri, P., & M. A. Augustin, 2006. Nanoscale materials development a food industry perspective. *Trends in Food Science and Technology*, 17(10), 547–556.

- Salma. 2006. *Effect of Supplementation Fish Albumin on Nutritional Status and Albumin Level Of HIV/AIDS*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Saptarshi, S. R., A. Duschl, and A. L. Lopata. 2013. Interaction of nanoparticles with proteins: relation to bio-reactivity of the nanoparticle. *Journal of Nanobiotechnology* 11(1):26. Retrieved (<http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/efetch.fcgi?dbfrom=pubmed&id=23870291&retmode=ref&cmd=prlinks%5Cnpapers2://publication/doi/10.1186/1477-3155-11-26>).
- Shanty. 2009 *Pengaruh Suplemen Kapsul Protein Ekstrak Ikan Gabus (Ophiocephalus Striatus) pada Penderita Sindrom Nefrotik Anak*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Sofyan. 2013. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus Terhadap Keseimbangan Nitrogen Pasien Luka Bakar*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Suma. 2014 *Pengaruh Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Dosis Tinggi Terhadap Kadar Albumin, TNF α , MDA Pada Luka Bakar Derajat 2*. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Makassar
- Suprayitno, E., T. Mujiharto. 2009, *The Effect of Fish Albumin Powders on Wound Healing of Wistar Rattus novegircus*, Skripsi. University of Brawijaya Malang.
- Suslick, K. S. 1988. *Ultrasounds: Its Chemical, Physical and Biological Effects*. VHC Publishers, New York.
- Taslim N. A., 2004. Penyuluhan Gizi, Pemberian Soy Protein Dan Perbaikan Status Gizi Penderita Tuberkulosis di Makassar. *Jurnal Medika Nusantara*. Vol. 25. No. 2.
- Taslim, N. A., A. B. Tawali, F. Attamimi, V. Hadju, Saifuddin. 2013. *Produk Konsentrat Protein Ikan Gabus dan Pemanfaatannya Sebagai Sumber Albumin*. Paten. ID P0024575.
- Tawali, A. B., M. K. Roreng, and M. Mahendradatta. 2012. "Difusi Teknologi Produksi Konsentrat Protein Dari Ikan Gabus Sebagai Food Supplement Di Jayapura." in *Prosiding In sinas* Pp. 243–47.
- Tawali, A. B., M. Mahendaradatta, M. Asfar, V. Hadju. 2016. *Produksi Proses Produksi Konsentrat Protein Albumin melalui ekstraksi dan isolasi pada Titik Isoelektriknya*. Paten. IDP000043291

- Vivien, 2012. *Pengaruh* Suplementasi Ekstrak Ikan Gabus Terhadap kadarj TNF a penderita Stroke. Tesis. Program Pasca Sarjana UNHAS. Kota Makassar. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar
- Yuan Y., Y. Gao, J. Zhao, L. Mao. 2008. Characterization and stability evaluation of β - carotene nanoemulsions prepared by high pressure homogenization under various emulsifying conditions. *Food Research International* 41:61–68.

BAB VII. TEKNOLOGI PROSES NANO-KPIG METODE ENZIMATIK

A. Abstract

Enzim papain merupakan enzim proteolitik yang mampu menghidrolisis protein menjadi asam-asam amino atau peptida-peptida. Oleh karena itu, penambahan enzim papain diharapkan menghasilkan nano-KPIG dapat lebih optimal. Metode enzimatik dilakukan dengan penambahan enzim papain 30 unit per gram protein kemudian dilakukan homogenisasi (5, 10, 15) menit dengan kecepatan homogenisasi (6.500, 9.500, 13.500, 17.500, 21.500) rpm dan ultrasonikasi selama 5 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode enzimatik menghasilkan distribusi ukuran nano <100 nm dengan persentase yang tinggi dibandingkan dengan metode homogenisasi ultrasonikasi yaitu ukuran 88,23 nm sebesar 15,1% pada perlakuan penambahan enzim lalu dihomogenisasi 6500 rpm selama 10 menit dan diultrasonikasi selama 5 menit.

Keyword : *Enzimatik; Papain; Nanoteknologi; Nano-KPIG*

Abstract

The enzyme papain is a proteolytic enzyme that is able to hydrolyze proteins into amino acids or peptides. Therefore, the addition of papain enzyme is expected to produce nano-KPIG can be optimized. The enzymatic method was carried out with the addition of papain enzyme 30 units per gram of protein and then homogenized (5, 10, 15) minutes with homogenization speed (6,500, 9,500, 13,500, 17,500, 21,500) rpm and ultrasonication for 5 minutes. The results showed that the enzymatic method resulted in the distribution of nano size <100 nm with a high percentage compared with ultrasonication homogenization method of 88.23 nm size of 15.1% in the enzyme addition treatment and homogenized 6500 rpm for 10 minutes and diultrasonikasi for 5 minutes.

Keyword: *Enzymatic; Papain; Nanotechnology; Nano-KPIG*

B. Pendahuluan

Nanoteknologi merupakan teknik manipulasi atau rekayasa ukuran material untuk berbagai manfaat dan aplikasi. Nano merupakan satuan panjang sebesar sepemilyar meter ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) (Ezhilarasi *et al.*, 2013). Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut dimanfaatkan untuk mendesain, menyusun atau memanipulasi material sehingga dihasilkan material dengan sifat dan fungsi baru. Pemanfaatan nanoteknologi bidang pangan, antara lain mampu menghasilkan produk-produk pangan dengan zat gizi tambahan tanpa mengganggu rasa. Selain itu, penyerapan zat gizi oleh tubuh juga akan lebih ditingkatkan dengan mengembangkan produk nanoteknologi. Zat gizi yang terkandung dalam pangan akan lebih efektif dan efisien diserap sesuai kebutuhan tubuh (Joye *et al.*, 2014; Kwak, 2014). Beberapa produk nanoteknologi yang telah dikembangkan di bidang pangan fungsional. Penerapan nanoteknologi bidang pangan sangat prospektif dikembangkan di tanah air karena Indonesia memiliki bahan-bahan pangan yang akan dikembangkan dengan nanoteknologi (Haryono, 2013).

Ikan gabus merupakan ikan yang dapat dijumpai di seluruh daerah di Indonesia. Ikan gabus telah dikenal sebagai sumber protein yang baik untuk kesehatan dan telah banyak penelitian yang dilakukan untuk membuktikan khasiatnya. Konsentrat protein ikan gabus (KPIG) merupakan salah satu produk olahan ikan gabus yang digunakan sebagai makanan suplemen. Uji klinis konsentrat protein ikan gabus untuk

membantu mempercepat penyembuhan luka operasi maupun luka bakar telah dilakukan. Potensi pengembangannya menjadi produk nano-konsentrat protein ikan gabus memberikan peluang yang besar terhadap peningkatan efektifitas biologis sehingga diperoleh efikasi yang lebih baik. Oleh karena itu, invensi ini berkaitan pengembangan konsentrat protein ikan gabus menjadi nano-konsentrat protein ikan gabus.

Penelitian sebelumnya mengenai prosedur pembuatan dan produksi konsentrat protein ikan gabus telah dilaporkan oleh beberapa peneliti di antaranya Tawali *et al.* (2016), dalam penelitian tersebut menekankan ekstraksi protein dengan beberapa pelarut dan isolasi protein dengan titik isoelektrik. Hasil penelitian lainnya yang berhubungan dengan hal ini adalah Taslim *et al.* (2013), tentang produk konsentrat protein ikan gabus dan pemanfaatannya sebagai sumber albumin. Namun, penelitian tersebut belum menerapkan teknologi nano dalam prosesnya. Penelitian yang berhubungan dengan penggunaan enzim dalam pengolahan protein ikan umumnya menghasilkan hidrolisat protein diantaranya ID P00201705845 tentang proses produksi hidrolisat protein dari limbah ikan menggunakan enzim ekstrak pepaya (papain) komersial.

Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai katalisator reaksi-reaksi kimia dalam sistem biologis. Enzim memiliki daya katalitik yang tinggi. Enzim mampu meningkatkan kecepatan reaksi hingga satu juta kali lebih cepat dibanding reaksi-reaksi tanpa enzim. Molekul enzim juga memiliki tingkat spesifisitas tertentu terhadap substrat dari reaksi yang

dikatalisisnya (Sadikin, 2002). Enzim papain merupakan enzim proteolitik yang mampu menghidrolisis protein menjadi asam- asam amino atau peptida-peptida. Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai katalisator reaksi-reaksi kimia dalam sistem biologis. Enzim memiliki daya katalitik yang tinggi. Enzim mampu meningkatkan kecepatan reaksi hingga satu juta kali lebih cepat dibanding reaksi- reaksi tanpa enzim (Stryer, 1988). Oleh karena itu, penambahan enzim dalam proses produksi nano-KPIG dapat lebih optimal.

C. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah KPIG, enzim papain, aquades, buffer pospat pH 6. Bahan pengemas yang digunakan botol vial 10 ml, digunakan sebagai wadah sampel untuk dianalisa ukuran partikelnya. Alat gelas yang digunakan adalah gelas ukur, erlemeyer, dan gelas piala. Alat yang digunakan adalah timbangan digital, ultraturax T 25 basic, dan ultrasonikator. Metode yang digunakan dalam tahapan penelitian ini meliputi melihat pengaruh penambahan enzim, kombinasi waktu, dan kecepatan homogenisasi terhadap ukuran partikel. Metode ini kemudian disebut sebagai metode enzimatik. Pada metode ini diperoleh data ukuran partikel dan karakterisasi distribusi ukuran partikelnya berupa indeks polidispersitas dan distribusi ukuran berdasarkan intensitas dan volumenya.

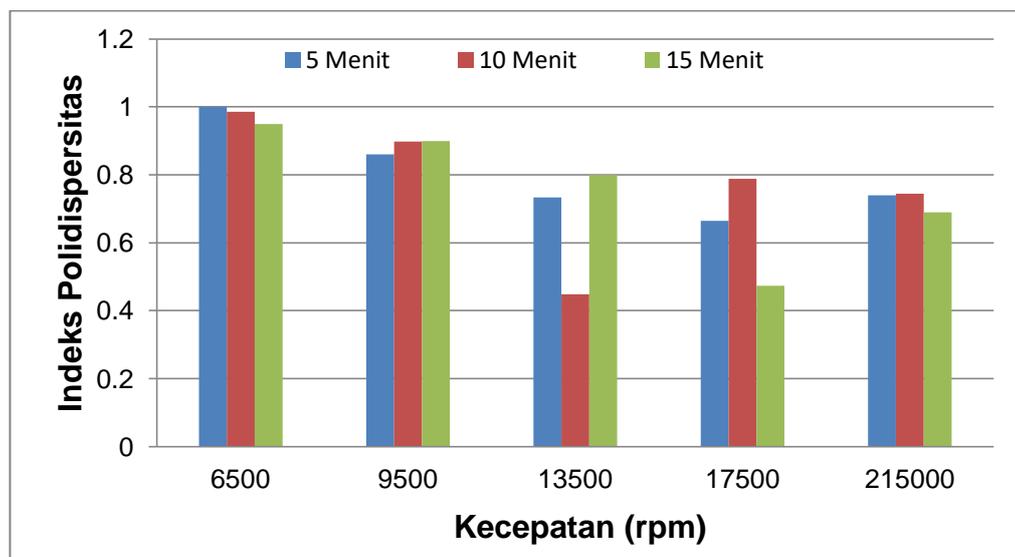
D. Hasil dan Pembahasan

1. Karakteristik Distribusi Ukuran Partikel Metode Enzimatis

Karakteristik distribusi ukuran partikel dapat dilihat melalui Indeks polidispersitas, distribusi ukuran berdasarkan intensitas dan volumenya. Karakteristik distribusi ukuran KPIG secara rinci dijelaskan berikut ini.

a. Indeks Polidispersitas

Indeks polidispersitas adalah parameter yang menyatakan distribusi ukuran partikel dengan nilainya 0,01 sampai 0,7 merupakan sistem nanoemulsi dengan distribusi ukuran partikel yang sempit, sedangkan nilai indeks polidispersitas yang lebih besar dari 0,7 menyatakan sistem nanoemulsi dengan distribusi ukuran partikel yang sangat luas (Nidhin, 2009). Semakin kecil nilai indeks polidispersitas menunjukkan distribusi ukuran partikel semakin sempit, yang berarti semakin homogen, sebaliknya semakin besar nilai indeks polidispersitas menunjukkan distribusi ukuran semakin luas, berarti semakin tidak homogen. Data hasil pengukuran indeks polidispersitas nanoKPIG dapat dilihat pada Lampiran 15 dan grafiknya pada Gambar 21. Dari gambar terlihat bahwa indeks polidispersitas pada metode enzimatis cenderung menurun dengan meningkatnya kecepatan homogenisasi. Hal ini berarti semakin tinggi kecepatan homogenisasi pada metode ini maka cenderung semakin homogen.



Gambar 26. Hubungan antara kecepatan dan waktu homogenisasi KPIG terhadap Indeks Polidispersitas pada metode enzimatik

b. Distribusi berdasarkan Intensitas dan volume

Pengukuran distribusi ukuran dilakukan menggunakan alat Particle Size Analyzer Malvern Zetasizer Nano Series Nano-ZS. Distribusi ukuran partikel nano KPIG tersebar antara 33.14-5457 nm. Distribusi ukuran nano KPIG berdasarkan intensitas secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 12. Sedangkan distribusi ukuran KPIG berdasarkan volume dapat dilihat pada Tabel 13.

Pada tabel 12 terlihat bahwa metode enzimatik dapat menghasilkan ukuran dibawah 100 nm, diantara perlakuan tersebut adalah masing-masing dengan penambahan enzim lalu dihomogenisasi 6500 rpm selama 10 menit (92,23 nm sebesar 13,1%) dan 15 menit (33,13 nm sebesar 2,2%);

Tabel 12. Distribusi Ukuran Nano KPIG Berdasarkan Intensitasnya pada Metode Enzimatik

No	Perlakuan homogenisasi		Ukuran (nm)	Intensity (%)	Ket		
	Kecepatan (rpm)	Waktu (Menit)					
1	6500	5	313,3±91,12	56,9			
			3802±741	22,1			
			5292±362	14,7			
		10	547,9±105	54,2			
			345,2±40	26	*		
			92,37±19,38	13,1			
		15	786,7±141,3	85,1			
			103±10,8	12,7	*		
			33,13±1,6	2,2			
2	9500	5	455,6±59,41	46,2			
			613,1±78,9	37,2			
			126,5±20	14,4			
		10	663,9±97,1	80,8			
			81,05±12,97	9,9	*		
			134,2±18,21	9,3			
		15	658,8±155,3	91,4			
			62,04±7,1	6,5			
			47,22±3,46	2,1			
3	13500	5	825,1±208,4	90			
			195,6±32,02	5,7			
			5394±313,1	4,4			
		10	748±126,7	100			
			756,1±154,8	97,1			
			148,1±26	10,5	*		
		15	94,53±9,5	2,4			
			846,9±207,8	92,6			
			176±31,48	5,2			
4	17500	5	102,8±11,56	2,2			
			884,3±254,5	92,9			
			191,2±32,06	4,8	*		
		10	99,59±8,2	2,3			
			861,4±151,1	100			
			924,9±172	95,5			
		5	21500	5	132,9±17,87	2,7	*
					90,61±10,3	1,8	
					1111±219	89,3	
10	129,3±17,14			5,9			
	224,3±38,76			4,8			
	1184±163,3			74,5			
15	1677±185,6			25,5			

*Perlakuan yang menghasilkan ukuran < 100 nm

Tabel 13. Distribusi Ukuran Berdasarkan Volumnya pada Metode Enzimatik

No	Perlakuan Homogenisasi		Ukuran (nm)	Inensity (%)	Ket
	Kecepatan (rpm)	Waktu (Menit)			
1	6500	5	67,15±12,92	7,7	*
			387,1±93,04	29,5	
			5008±362,7	14,7	
		10	88,23±32,1	15,19	*
			516,5±142	84,9	
			806,7±168,4	87,6	
2	9500	5	101,7±14,95	5,7	*
			44,28±1,59	2,2	
			51,03±8,044	7,8	
		10	122,6±23,99	6,3	*
			548,7±20,03	14,4	
			667±118,9	88,7	
3	13500	15	77,59±14,26	8	*
			131,6±18,21	9,3	
			56,17±11,08	87,1	
		5	668,3±173,7	2,1	*
			797,2±205,6	75,7	
			200,6±39,27	0,5	
4	17500	10	5457±313,1	4,4	
			754±152,2	100	
			132,6±37,44	96,2	
		15	769,2±183	2,4	
			877±251,7	97,8	
			175,9±38,86	1,3	
5	21500	5	100,6±11,56	2,2	
			921,4±303,1	97,9	
			198,2±37,36	1	
		10	102,9±8,204	2,3	
			872,9±182,1	100	
			107,5±29,08	1,4	
15	950,4±208,5	98,6			
	1163±262,6	97,4			
	127,3±20,66	1,5			
	228,6±38,76	4,8			
		1322±328	100		

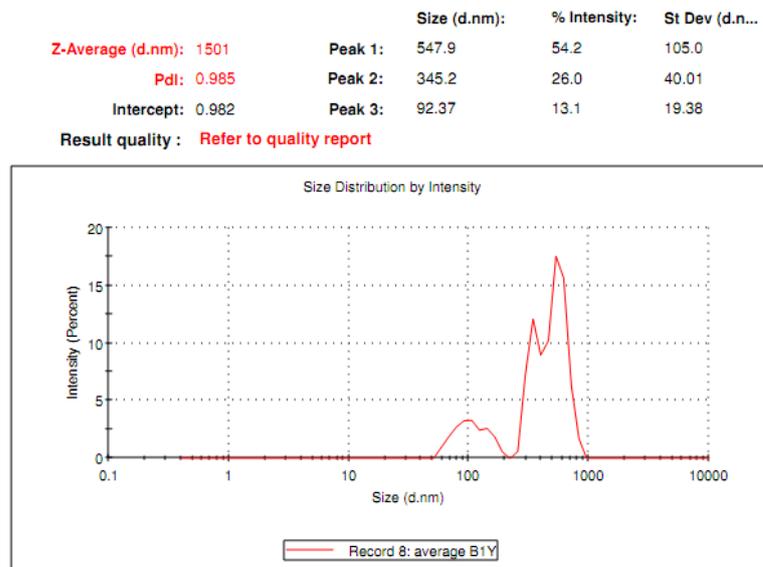
*Perlakuan yang menghasilkan ukuran < 100 nm

Homogenisasi 9500 rpm selama 10 menit (81,05 nm sebesar 9,9%) dan 15 menit (62,04 nm sebesar 6,5%, 47,22 nm sebesar 2,1%); homogenisasi 13500 rpm selama 15 menit (94,53 nm sebesar 2,4%); homogenisasi 17500 rpm selama 10 menit (99,59 nm sebesar 2,3%); dan homogenisasi 21500 selama 5 menit (90,61 nm sebesar 1,8%). Masing-masing perlakuan tersebut setelah dihomogenisasi dilakukan ultrasonikasi selama 5 menit.

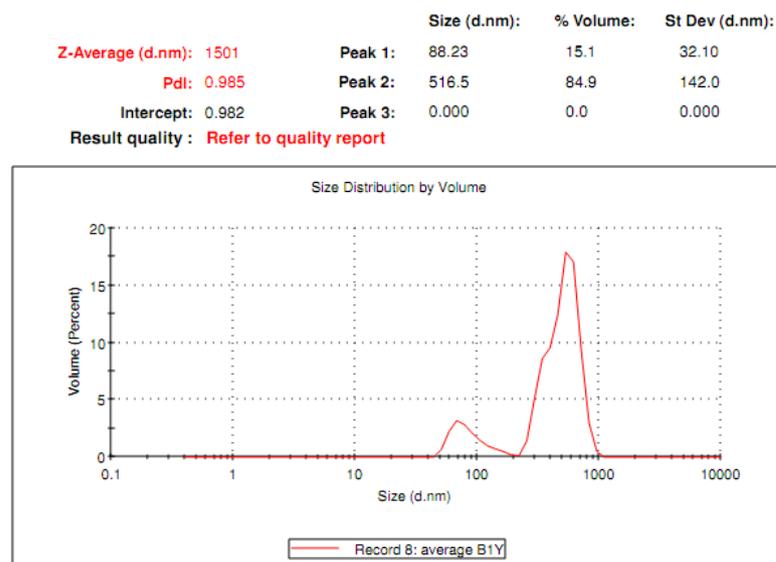
Tabel 13 terlihat bahwa perlakuan yang menghasilkan ukuran <100 nm berdasarkan volumenya pada metode enzimatik yaitu masing-masing dengan penambahan enzim lalu dihomogenisasi 6500 rpm selama 5 menit (67,15 nm sebesar 7,7%), 10 menit (88,23 nm sebesar 15,1%), 15 menit (44,28 nm sebesar 2,2%), homogenisasi 9500 rpm selama 5 menit (51,03 nm sebesar 7,8%), 10 menit (77,59 nm sebesar 8%), dan 15 menit (56,17 nm sebesar 12,9%). Masing-masing perlakuan tersebut setelah dihomogenisasi juga dilakukan ultrasonikasi selama 5 menit.

Penentuan perlakuan terbaik pada metode enzimatik jika yang menjadi parameter pemilihannya adalah rerata ukuran terkecil, indeks polidispersitas terendah, memiliki ukuran <100 nm berdasarkan intensitas dan volume dengan presentase terbesar yaitu perlakuan penambahan enzim lalu dihomogenisasi 6500 rpm selama 10 menit dan diultrasonikasi selama 5 menit menghasilkan karakteristik rerata ukuran 1501 nm, indeks polidispersitas 0,99, berdasarkan intensitas memiliki ukuran 92,37 nm sebesar 13,1%, dan berdasarkan volume memiliki ukuran 88,23 nm

sebesar 15,1%. Sebaran distribusi ukuran perlakuan homogenisasi 6500 rpm selama 10 menit dan diultrasonikasi selama 5 menit berdasarkan intensitas dan volumenya dapat dilihat pada Gambar 33 dan Gambar 34.



Gambar 31. Distribusi Ukuran Berdasarkan Intensitas pada Perlakuan B1Y (Homogenisasi Kecepatan 9500 rpm Selama 10 Menit)



Gambar 32. Distribusi Ukuran Berdasarkan Intensitas pada Perlakuan B1Y (Homogenisasi Kecepatan 9500 rpm Selama 10 Menit)

Bila dibandingkan dengan perlakuan pada tanpa enzim (metode kombinasi homogenisasi-ultrasonikasi), perlakuan dengan penambahan enzim diperoleh ukuran partikel yang lebih kecil, walaupun rerata ukurannya lebih besar dari perlakuan tanpa enzim. Hal ini dimungkinkan kerana kerja enzim papain sebagai endopeptidases yaitu enzim yang bekerja memotong pada ikatan peptida, (Whitaker *et al.* 2003). Secara lebih spesifik, Enzim papain memiliki kemampuan menghidrolisis ikatan peptida pada asam amino lisin dan glisin (Beveridge, 1996). sehingga memungkinkan diperoleh ukuran nanoKPIG yang lebih kecil.

E. Simpulan

1. Perlakuan terbaik pada metode enzimatik yaitu perlakuan penambahan enzim lalu dihomogenisasi 6500 rpm selama 10 menit dan diultrasonikasi selama 5 menit.
2. Karakteristik perlakuan terbaik pada metode enzimatik adalah rerata ukuran 1501 nm, indeks polidispersitas 0,99, distribusi ukuran berdasarkan intensitas memiliki ukuran 92,37 nm sebesar 13,1%, dan berdasarkan volume memiliki ukuran 88,23 nm sebesar 15,1%.

F. Daftar Pustaka

- Beveridge, A. J. 1996. Theoretical study of the active sites of papain and s195c rat trypsin: implications for the low reactivity of mutant serine proteinases. *Journal of Protein Science*. Cambridge University Press. 5:1355-1365.
- Ezhilarasi, P. N., P. Karthik, N. Chhanwal, and C. Anandharamakrishnan. 2013. "nanoencapsulation techniques for food bioactive components: a review." *Food and Bioprocess Technology* 6:628–47.
- Haryono, 2013. *Tren Nanoteknologi di Industri Pangan pada 2010*, Majalah Sains Indonesia, Indonesia.
- Joye, I. J. and D. J. McClements. 2014. Biopolymer-based nanoparticles and microparticles: fabrication, characterization, and application. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*. 19(5):417–27. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.cocis.2014.07.002>).
- Kwak, H-S,. 2014. *Nano- and Microencapsulation for Foods. First*. John Wiley & Sons, Ltd. Retrieved (www.wiley.com/wiley-blackwell).
- De Man, 1997. *Kimia Makanan*. ITB Press. Bandung
- Sadikin, M. 2002. *Biokimia Enzim*, terbitan ke 1, Widya Medika, Jakarta
- Stryer, L., 1988, *Biochemistry*, 3rd ed., W. H. Freeman and Company, New York
- Taslim, N. A., A. B. Tawali, F. Attamimi, V. Hadju, Saifuddin, 2013. *Produk Konsentrat Protein Ikan Gabus dan Pemanfaatannya Sebagai Sumber Albumin*. Paten. ID P0024575.
- Tawali, A.B., M Mahendaradatta, M. Asfar, V. Hadju. 2016. *Produksi. Proses Produksi Konsentrat Protein Albumin melalui ekstraksi dan isolasi pada Titik Isoelektriknya*. Paten. IDP000043291
- Whitaker, J. R., 2003. Proteolytic Enzymes. In John r. Whitaker, A G.J.Voragen, D.W.S. Wong. 2003. *Handbook of Food Enzymology*. New York. Basel: Marcel Dekker, Inc.

BAB VIII. RANGKUMAN

Dalam penelitian ini diperoleh hubungan berat panjang ikan gabus budidaya dan liar, yaitu pola hubungan panjang berat ikan gabus budidaya mengikuti pola alometrik positif dimana $a=3.165$, berarti pertumbuhan berat lebih cepat dibanding dengan pertumbuhan panjangnya. Sedangkan Pola hubungan panjang-berat ikan gabus liar (sampel ikan DAS Bili-bili) menunjukkan pola allometrik negatif ($a=2,98$) berarti menunjukkan pertumbuhan panjangnya lebih cepat dibanding dengan pertumbuhan beratnya.

Kandungan protein dari berbagai ukuran pada ikan gabus budidaya berkisar 13,1%-17,64%, dengan tren menurun dengan penambahan berat maupun panjangnya. Kandungan protein dari berbagai ukuran ikan gabus liar berkisar 11,6%-18,94%, dengan tren meningkat seiring peningkatan berat maupun panjangnya.

Pengelompokan ukuran ikan gabus dilakukan yaitu kecil (<29 cm; < 200 gram), sedang (30-39 cm; 200-500 gram), dan besar (>40 cm; >500 gram) dengan kadar protein masing-masing 13,92%, 14,81%, dan 16,25%. Pada kelompok ukuran ikan gabus tersebut dilakukan analisa asam amino dengan hasil yaitu terdapat 10 asam amino dari total 17 asam amino yang dianalisa menunjukkan tren meningkat dengan semakin besarnya kelompok ukuran adalah asam amino isoleusin, leusin, lisin, valin, treonin, arginin, asam aspartat, asam glutamat, alanin, dan prolin. Komponen asam amino esensial dan non esensial cukup lengkap pada

ikan gabus. Total asam amino esensial pada kelompok ikan gabus kecil, sedang dan besar berturut-turut yaitu 37,53%, 38,34%, dan 37,29%, dan total asam amino non esensial pada kelompok ikan gabus kecil, sedang, dan besar berturut-turut adalah 53,83%, 53,67%, dan 54,20%. Sedangkan Total asam amino secara keseluruhan pada kelompok ikan gabus kecil, sedang dan besar berturut-turut adalah 91,37%, 92,01%, dan 91,49%. Diperoleh hasil dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus maka total asam amino cenderung lebih tinggi, baik total asam amino non esensial maupun total asam amino esensial.

Karakteristik fisikokimia KPIG yang diolah dari ikan gabus dengan perlakuan kelompok ukuran berbeda adalah sebagai berikut:

1. Analisis morfologi menggunakan SEM terhadap KPIG menunjukkan morfologi partikel dengan bentuk butiran tidak beraturan, kasar, dan ukuran bervariasi. Terdapat retakan partikel KPIG yang menunjukkan bahwa partikel masih bisa dipecah menjadi partikel yang lebih kecil lagi. Ukuran partikel KPIG berkisar 10-150 μm .
2. Nilai densitas kamba KPIG berkisar 0,51-0,58 g/ml dengan nilai densitas kamba menurun dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus.
3. Kapasitas emulsi KPIG berkisar 16,30-22,22 % dengan kecenderungan kapasitas emulsi meningkat dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus.

4. Daya serap air KPIG berkisar 3,42-3,6 ml air per gram, dengan nilai daya serap air KPIG menunjukkan tren menurun dengan semakin besar kelompok ukuran ikan gabus.
5. Daya serap minyak berkisar 1,93-2,08 ml minyak per gram, dengan kecenderungan meningkat seiring semakin besarnya kelompok ukuran ikan gabus.
6. Kadar air KPIG berkisar 1,93-2,08 % (db), dengan kecenderungan menurun seiring semakin besarnya kelompok ukuran ikan gabus.
7. Kadar abu KPIG pada berkisar 5,81-6,58 %, dengan kecenderungan menurun seiring semakin besarnya ukuran ikan gabus.
8. Kadar lemak KPIG berkisaran 2,40-3,97%, dengan kecenderungan meningkat seiring semakin besarnya kelompok ukuran ikan gabus.
9. Kadar protein KPIG berkisar 85,19-86,98%, dengan kecenderungan meningkat seiring semakin besarnya kelompok ukuran ikan gabus.
10. Asam amino KPIG tertinggi asam glutamate, lisin dan asam aspartat masing 14,85%, 10,61%, dan 9,05. KPIG dapat digunakan sebagai makanan suplemen karena memiliki mutu protein yang tinggi. Namun, berdasarkan rekomendasi asupan harian asam amino untuk anak-anak diperoleh bahwa asam amino fenilalani pada KPIG sebagai pembatas dengan efisiensi 67,8%, sehingga apabila KPIG akan diformulasikan untuk makanan anak-anak perlu dikombinasikan dengan bahan yang kaya sumber asam amino fenilalanin.

Pengembangan KPIG menjadi nanoKPIG dengan menerapkan metode homogenisasi-ultrasonikasi dan metode enzimatik. Diperoleh hasil bahwa metode homogenisasi-ultrasonikasi menghasilkan rerata ukuran nanoKPIG lebih kecil dibandingkan dengan rerata ukuran nanoKPIG pada metode enzimatik. Namun, berdasarkan karakterisasi distribusi ukuran menunjukkan bahwa metode enzimatik mampu menghasilkan ukuran nano <100 nm dengan persentase lebih besar (15.1%) dibandingkan dengan perlakuan metode ultrasonikasi-homogenisasi (4,7%). Akan tetapi kedua metode ini mampu menghasilkan nanoKPIG berukuran <100 nm.

Keunggulan dan Kelemahan

Keunggulan penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Mutu produk akhir sangat ditentukan oleh mutu bahan bakunya.

Dalam penelitian ini telah diperoleh pengelompokan bahan baku ikan gabus untuk diolah menjadi konsentrat protein ikan gabus. Telah diperoleh kandungan protein dan komposisi asam amino berdasarkan pengelompokan ukuran ikan gabus tersebut. Hal yang terpenting adalah pengelompokan dapat dilakukan berdasarkan ukuran berat ataupun berdasarkan ukuran panjangnya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini telah diperoleh pula hubungan antara panjang-berat ikan gabus. Hal ini akan memudahkan dalam proses pengaplikasian dalam industri konsentrat protein ikan gabus.

2. Penelitian ini menyediakan informasi sifat fisikokimia konsentrat protein ikan gabus yang diproses berdasarkan kelompok ukuran ikan. Hal ini dapat dijadikan dasar dalam proses formulasi berbagai produk makanan berbasis KPIG, seperti biskuit, kue kering, berbagai produk premix, dan minuman dispersi. Selain itu, temukan pula bahwa asam amino phenilalanin menjadi asam amino pembatas berdasarkan rekomendasi asupan asam amino harian untuk anak-anak. Sehingga untuk formulasi produk makanan yang diperuntukkan untuk anak-anak dapat disubstitusi dengan bahan makanan kaya asam amino phenilalani.
3. Metode pengolahan KPIG menjadi nanoKPIG dengan ukuran partikel diperoleh ukuran <100 nm. Metode tersebut adalah metode kombinasi homogenisasi-ultrasonikasi dan metode enzimatik.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa kelemahan diantaranya:

1. Pengolahan ikan gabus menjadi KPIG melibatkan suhu tinggi baik pada proses pengukusan maupun pada saat pengeringan. Suhu tinggi menyebabkan kerusakan sifat fungsional protein berupa denaturasi protein. Hal tersebut terlihat dari penelitian ini diperoleh sifat fungsional KPIG berupa daya serap air (0,42-0,45 ml/g) dan kapasitas emulsi (16,30-22,22%) yang rendah dibandingkan dengan konsentrat protein kedelai (2,27 ml/g dan 70,50%), dan kacang koro (1,79 ml/g dan 47,92%).

2. NanoKPIG yang dihasilkan belum dilakukan pengujian stabilitas komponen nutrisi dan efektifitas biologisnya. Pengaruh proses nanoteknologi terhadap perubahan komponen nutrisi perlu diketahui. Demikian juga efektifitas biologis nanoKPIG terhadap penyembuhan luka, meningkatkan kadar albumin darah belum diperoleh dalam penelitian ini. Penelitian pengembangan perlu terus dilakukan.

BAB IX. REKOMENDASI

1. Pengolahan ikan gabus menjadi produk olahan berdasarkan kandungan proteinnya disarankan menggunakan sistem pengelompokan dan menggunakan ikan gabus kelompok ukuran besar. Hal ini agar diperoleh mutu yang seragam dan kandungan protein dengan komposisi asam amino yang tinggi dibandingkan dengan kelompok ukuran kecil. Penggunaan ikan gabus pada kelompok ukuran besar lebih menguntungkan secara ekonomi dan lebih menjaga keberlanjutan ikan gabus di alam.
2. KPIG dapat digunakan sebagai bahan utama dalam pengolahan produk pangan kesehatan dan makanan suplemen. Hal ini karena memiliki mutu protein yang tinggi, yang tergambar dari komposisi asam aminonya yang serupa dengan komposisi asam amino albumin serum darah manusia.
3. Teknologi proses yang dapat digunakan untuk memproduksi NanoKPIG adalah metode homogenisasi-Ultrasonikasi dan metode enzimatik.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran panjang-berat Ikan Gabus Budidaya

No	Panjang	Berat	No	Panjang	Berat
1	41	637	26	15	28
2	40	597	27	43	773
3	41	636	28	39	560
4	33	295	29	29	233
5	24	103	30	28	175
6	24	115	31	25	134
7	22	88	32	29	237
8	24	109	33	29	221
9	19	54	34	27	198
10	20	76	35	27	178
11	22	84	36	28	185
12	19	61	37	26	158
13	21	79	38	25	144
14	22	75	39	27	190
15	20	70	40	24	135
16	20	65	41	26	151
17	23	98	42	27	170
18	20	63	43	34	350
19	21	73	44	36	419
20	20	70	45	38	498
21	23	101	46	34	351
22	20	68	47	36	421
23	21	84	48	38	499
24	19	49	49	40	586
25	20	68	50	42	684

Lampiran 2.a. Hasil Analisa Kandungan Protein pada Berbagai Panjang Dan Berat Ikan Gabus Budidaya

No	Berat (gram)	Panjang (cm)	Protein Ulangan 1	Protein Ulangan 2	Protein Ulangan 3	Protein Ulangan 4	Rerata Protein (%)
1	28	15	24.83	12.33	12.33	14.63	16.03
2	57	19	17.75	17.54	10.67	11.29	14.31
3	72	20	16.71	16.71	14.21	14.63	15.56
4	76	21	18.38	15.88	10.67	15.04	14.99
5	89	22	15.25	15.04	11.50	10.67	13.11
6	105	23	15.67	16.50	11.71	12.54	14.10
7	114	24	14.42	14.21	11.71	12.13	13.11
8	135	26	17.13	15.25	11.08	14.00	14.36
9	176	28	16.29	14.00	12.96	11.29	13.64
10	228	29	15.67	13.58	12.96	11.50	13.43
11	279	32	23.17	20.25	12.33	14.83	17.65
12	369	33	20.04	12.75	12.75	11.08	14.16
13	606	40	17.33	16.50	11.71	10.46	14.00
14	636	41	18.79	17.96	11.29	10.04	14.52
15	773	43	18.58	18.79	10.46	10.88	14.68

Lampiran 2.b. Hasil Analisis Sidik Ragam Kandungan Protein pada Berbagai Variasi Ukuran Panjang-Berat Ikan Gabus Budidaya

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	Nilai P
Antar Kelompok	79.82208	14	5.701577	0.466649	0.93 ^{tn}
Dengan Kelompok	549.8158	45	12.21813		
Total	629.6378	59			

Keterangan : tn = tidak berpengaruh nyata

Lampiran 3. Hasil Pengukuran Panjang-berat Ikan Gabus Liar

No	Panjang	Berat	No	Panjang	Berat
1	18	47	26	35	413
2	19	56	27	36	410
3	19	57	28	36	426
4	20	62	29	36	425
5	21	79	30	36	412
6	22	80	31	36	410
7	23	92	32	37	438
8	24	187	33	37	431
9	24	143	34	37	428
10	24	121	35	37	421
11	25	132	36	39	444
12	29	196	37	39	451
13	29	198	38	39	441
14	30	217	39	41	583
15	31	220	40	41	576
16	31	232	41	41	566
17	32	248	42	43	638
18	32	267	43	43	648
19	32	252	44	43	673
20	34	278	45	44	734
21	34	288	46	44	735
22	34	276	47	44	757
23	34	293	48	46	792
24	35	411	49	46	795
25	35	403	50	47	896

Lampiran 4.a. Hasil Analisa Kandungan Protein pada Berbagai Panjang Dan Berat Ikan Gabus Liar

No	Berat (g)	Panjang (cm)	Protein Ulangan 1 (%)	Protein Ulangan 2 (%)	Protein Ulangan 3 (%)	Protein Ulangan 4 (%)	Rerata Protein (%)
1	47	18	11.29	13.17	15.04	14.83	13.58
2	62	20	10.04	14.83	11.29	10.46	11.66
3	79	21	14.83	16.08	13.79	12.54	14.31
4	80	22	13.58	17.75	13.17	12.13	14.16
5	92	23	15.04	19.42	13.38	12.13	14.99
6	121	24	14.21	16.50	13.17	13.38	14.31
7	198	29	14.83	18.79	12.33	11.92	14.47
8	217	30	13.17	15.88	11.08	12.54	13.17
9	267	32	14.83	19.42	13.17	11.92	14.83
10	334	34	11.29	16.08	15.04	15.25	14.42
11	411	35	15.88	16.08	14.42	14.00	15.09
12	426	36	10.46	17.75	14.63	14.21	14.26
13	441	37	17.33	20.67	19.63	14.21	17.96
14	461	39	14.42	15.25	12.75	13.38	13.95
15	646	41	15.88	21.08	12.13	11.71	15.20
16	708	43	15.46	16.71	11.71	11.92	13.95
17	834	44	12.96	16.50	19.42	17.13	16.50
18	885	46	14.42	17.54	24.63	19.21	18.95
19	1087	47	16.64	15.04	18.17	16.71	16.64

Lampiran 4.b. Analisis Sidik Ragam Kandungan Protein pada Berbagai Variasi Ukuran Panjang-Berat Ikan Gabus Liar

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	Nilai P
Antar Kelompok	79.82208	14	5.701577	0.466649	0.939 ^{tn}
Dengan Kelompok	549.8158	45	12.21813		
Total	629.6378	59			

Keterangan : tn = tidak berpengaruh nyata

Lampiran 5.a. Hasil Perbandingan Rerata Kandungan Protein Antara Ikan Gabus Liar dan Budidaya

No	Ikan gabus Liar			Ikan Gabus Budidaya		
	Berat (g)	Panjang (cm)	Rerata Protein (%)	Berat (gram)	Panjang (cm)	Rerata Protein (%)
1	47	18	13.58	28	15	16.03
2	62	20	11.66	57	19	14.31
3	79	21	14.31	72	20	15.56
4	80	22	14.16	76	21	14.99
5	92	23	14.99	89	22	13.11
6	121	24	14.31	105	23	14.10
7	198	29	14.47	114	24	13.11
8	217	30	13.17	135	26	14.36
9	267	32	14.83	176	28	13.64
10	334	34	14.42	228	29	13.43
11	411	35	15.09	279	32	17.65
12	426	36	14.26	369	33	14.16
13	441	37	17.96	606	40	14.00
14	461	39	13.95	636	41	14.52
15	646	41	15.20	773	43	14.68
16	708	43	13.95	Rerata		14.51
17	834	44	16.50			
18	885	46	18.95			
19	1087	47	16.64			
Rerata			14.86			

Lampiran 5.b. Hasil Uji T Antara Rerata Kandungan Protein Ikan Gabus Liar dan Budidaya

Independent Samples Test										
		Levene's Test		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Protein ikan Gabus	Asumsi Variasi sama	.940	.33	.68	32	.49 ^{tn}	.35216	.51280	-.6923	1.3966
	Tidak diasumsikan variasi sama			.71	31.7	.48 ^{tn}	.35216	.49287	-.6521	1.3564

Keterangan:

- F = F hitung pada uji homogen data
 Sig = Signifikansi pada uji homogen data
 t = t hitung
 df = Derajat bebas
 Sig (2-tailed) = Singnifikasi perbedaan pada uji t
 tn = Tidak berbeda signifikan

Lampiran 6.a. Rerata Kandungan Protein pada Kelompok Ukuran Ikan Gabus Liar

Kelompok Ukuran	Berat (Gram)	Panjang (cm)	Rerata Protein (%)	Rerata Kelompok Ukuran (%)
Kecil (<29 cm; < 200 gram)	47	18	13.58	13.93
	62	20	11.66	
	79	21	14.31	
	80	22	14.16	
	92	23	14.99	
	121	24	14.31	
	198	29	14.47	
Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	217	30	13.17	14.81
	267	32	14.83	
	334	34	14.42	
	411	35	15.09	
	426	36	14.26	
	441	37	17.96	
	461	39	13.95	
Besar (>40 cm; >500 gram)	646	41	15.20	16.25
	708	43	13.95	
	834	44	16.50	
	885	46	18.95	
	1087	47	16.64	

Lampiran 6.a.1 Rerata Kandungan Protein pada Kelompok Ukuran Ikan Gabus Budidaya

Kelompok Ukuran	Berat (Gram)	Panjang (cm)	Rerata Protein (%)	Rerata Kelompok Ukuran (%)
Kecil (<29 cm; < 200 gram)	28	15	16.0313	14.35879917
	57	19	14.3125	
	72	20	15.5625	
	76	21	14.9896	
	89	22	13.1146	
	105	23	14.1042	
	114	24	13.1146	
	135	26	14.3646	
	176	28	13.6354	
Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	228	29	13.4271	15.0763919
	279	32	17.6458	
	369	33	14.1563	
BesarBesar (>40 cm; >500 gram)	606	40	14,00	14.39930844
	636	41	14.5208	
	773	43	14.6771	

Lampiran 6.b Hasil Analisis Sidik Ragam Kandungan Protein pada Kelompok Ukuran Ikan Gabus

Sumber	Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	Nilai P
Kelompok Ikan gabus Liar	Antar Kelompok	15.741	2	7.870	3.614	0.05 ⁿ
	Dengan Kelompok	34.839	16	2.177		
	Total	50.580	18			
Kelompok Ikan gabus Budidaya	Antar Kelompok	1,205	2	.602	0.386	0.688 ^{tn}
	Dengan Kelompok	18,75	12	1.563		
	Total	19,95	14			

Keterangan : n = berpengaruh nyata, tn = tidak berpengaruh nyata

Lampiran 6.c. Hasil Uji Duncan Kandungan Protein pada Kelompok Ukuran Ikan Gabus

Kelompok Ukuran	Rerata Protein (%)	BNJ 5%
Kecil (<29 cm; < 200 gram)	13.9256	a
Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	14.8110	ab
Besar (>40 cm; >500 gram)	16.2465	b

Lampiran 7.a. Hasil Analisa Komposisi Asam Amino Ikan Gabus Liar Berdasarkan Kelompok Ukuran

Asam Amino	Kelompok Ukuran (%)											
	<29				30-39				>40			
	U 1	U2	U3	Rerata	U 1	U2	U3	Rerata	U 1	U2	U3	Rerata
Histidin	2.37	2.26	2.27	2.30	2.06	2.24	2.24	2.18	2.23	1.76	1.80	1.93
Serin	3.88	3.84	3.9	3.87	3.89	3.73	3.83	3.82	3.96	3.80	3.55	3.77
Arginin	5.74	5.78	5.83	5.78	5.79	6.13	6.05	5.99	6.02	5.11	5.20	5.44
Glicine	6.36	6.09	5.6	6.02	5.7	6.09	6.04	5.94	6.00	5.30	5.39	5.56
Asam Aspartat	8.58	8.21	8.62	8.47	8.4	8.2	9.38	8.66	9.29	9.21	9.41	9.30
Asam Glutamat	14.16	13.54	14.11	13.94	14.16	13.65	13.71	13.84	15.20	14.97	15.30	15.16
Threonin	4.34	4.32	4.4	4.35	4.4	4.41	4.41	4.41	4.38	4.02	4.11	4.17
Alanin	5.66	5.59	5.66	5.64	5.68	5.51	5.79	5.66	5.74	5.70	5.82	5.75
Prolin	4.09	3.91	3.92	3.97	4.02	4.1	4.13	4.08	3.97	3.81	3.88	3.89
Cystin	0.17	0.16	0.16	0.16	0.14	0.13	0.15	0.14	0.15	0.11	0.11	0.12
Lysin HCl	9.72	9.3	10.2	9.74	11.06	10.64	10.43	10.71	10.32	10.92	11.22	10.82
Tyrosin	3.59	3.46	3.59	3.55	3.18	3.55	3.73	3.49	3.7	2.71	2.76	3.06
Metheonin	3.05	3.11	2.99	3.05	2.96	3.14	3.07	3.06	3.07	2.61	2.66	2.78
Valin	4.18	4.33	4.16	4.22	4.38	4.23	4.34	4.32	4.28	4.32	4.05	4.22
Isoleucin	4.14	4.27	4.1	4.17	4.32	4.29	4.25	4.29	4.35	4.24	3.96	4.18
Leucine	7.47	7.16	7.29	7.31	7.73	7.67	7.61	7.67	7.76	7.58	7.06	7.47
Phenylalanin	4.75	4.54	4.59	4.63	4.00	4.59	4.64	4.41	4.62	3.44	3.52	3.86

Ket: U = Ulangan

Lampiran 7.b. Analisis Asam Amino Ikan Gabus Liar Berdasarkan Kelompok Ukuran

Asam Amino	Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F_{hit}	Nilai P
Histidin	Antar Kelompok	0.219	2	0.109	3.804	0.08 ⁿ
	Dengan Kelompok	0.172	6	0.029		
	Total	0.391	8			
Serin	Antar Kelompok	0.008	2	0.004	0.222	0.80 ^{tn}
	Dengan Kelompok	0.112	6	0.019		
	Total	0.120	8			
Arginin	Antar Kelompok	0.449	2	0.225	2.275	0.18 ^{tn}
	Dengan Kelompok	0.593	6	0.099		
	Total	1.042	8			
Glysin	Antar Kelompok	0.355	2	0.178	1.574	0.28 ^{tn}
	Dengan Kelompok	0.677	6	0.113		
	Total	1.032	8			
Asam Aspartat	Antar Kelompok	0.878	2	0.439	2.196	0.19 ^{tn}
	Dengan Kelompok	1.199	6	0.200		
	Total	2.077	8			
Asam Glutamat	Antar Kelompok	2.897	2	1.448	10.58	0.01 ⁿ
	Dengan Kelompok	0.821	6	0.137		
	Total	3.718	8			
Treonin	Antar Kelompok	0.086	2	0.043	2.964	0.12 ^{tn}
	Dengan Kelompok	0.087	6	0.015		
	Total	0.173	8			
Alanin	Antar Kelompok	0.042	2	0.021	1.579	0.28 ^{tn}
	Dengan Kelompok	0.080	6	0.013		
	Total	0.121	8			
Prolin	Antar Kelompok	0.058	2	0.029	4.394	0.06 ⁿ
	Dengan Kelompok	0.040	6	0.007		
	Total	0.098	8			
Sistein	Antar Kelompok	0.002	2	0.001	5.450	0.04 ⁿ
	Dengan Kelompok	0.001	6	0.000		
	Total	0.004	8			
Lisin	Antar Kelompok	2.119	2	1.060	6.165	0.03 ⁿ
	Dengan Kelompok	1.031	6	0.172		
	Total	3.151	8			
Tirosin	Antar Kelompok	0.429	2	0.214	1.626	0.27 ^{tn}
	Dengan Kelompok	0.791	6	0.132		
	Total	1.219	8			

Lampiran 7.b. Lanjutan.

Asam Amino	Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F _{hit}	Nilai P
Metionin	Antar Kelompok	0.149	2	0.075	2.969	0.12 ^{tn}
	Dengan Kelompok	0.151	6	0.025		
	Total	0.301	8			
Valin	Antar Kelompok	0.019	2	0.009	0.784	0.49 ^{tn}
	Dengan Kelompok	0.072	6	0.012		
	Total	0.091	8			
Isoleusin	Antar Kelompok	0.019	2	0.009	0.784	0.49 ^{tn}
	Dengan Kelompok	0.072	6	0.012		
	Total	0.091	8			
Leusin	Antar Kelompok	0.199	2	0.099	1.866	0.23 ^{tn}
	Dengan Kelompok	0.320	6	0.053		
	Total	0.519	8			
Phenilalanin	Antar Kelompok	0.937	2	0.469	2.451	0.16 ^{tn}
	Dengan Kelompok	1.147	6	0.191		
	Total	2.084	8			

Lampiran 7.c. Hasil Uji Duncan Terhadap Asam Amino Ikan Gabus Liar Berdasarkan Kelompok Ukuran

Asam Amino	Kelompok Ukuran	Rerata asam amino (%)	BNJ 5%
Histidin	Besar (>40 cm; >500 gram)	1.9300	a
	Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	2.1967	ab
	Kecil (<29 cm; < 200 gram)	2.3000	b
Asam Glutamat	Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	13.8400	a
	Kecil (<29 cm; < 200 gram)	14.1133	a
	Besar (>40 cm; >500 gram)	15.1567	b
Prolin	Besar (>40 cm; >500 gram)	3.8867	a
	Kecil (<29 cm; < 200 gram)	3.9733	ab
	Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	4.0833	b
Sistein	Besar (>40 cm; >500 gram)	0.1233	a
	Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	0.1400	ab
	Kecil (<29 cm; < 200 gram)	0.1633	b
Lisin	Kecil (<29 cm; < 200 gram)	9.7400	a
	Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	10.7100	b
	Besar (>40 cm; >500 gram)	10.8200	b

Lampiran 8.a. Hasil Analisa Karakteristik Fisik dan Kimia pada KPIG Berbagai Kelompok Ukuran Ikan Gabus

Parameter	Ukuran Ikan	Ulangan			Rerata
		1	2	3	
Densitas kamba	Kecil	0.62	0.54	0.61	0.58
	Sedang	0.59	0.56	0.59	0.57
	Besar	0.56	0.50	0.50	0.51
Kapasitas Emulsi	Kecil	17.78	13.33	17.78	16.30
	Sedang	13.04	26.09	21.43	20.19
	Besar	17.78	26.67	22.22	22.22
Daya Serap Air	Kecil	3.59	3.39	3.79	3.59
	Sedang	3.90	3.69	3.29	3.63
	Besar	3.39	3.40	3.49	3.43
Daya Serap minyak	Kecil	1.89	2.00	1.90	1.93
	Sedang	2.09	1.99	1.90	1.99
	Besar	1.96	2.10	2.19	2.08
Kadar Air	Kecil	6.64	7.50	6.81	6.98
	Sedang	6.98	6.69	6.80	6.82
	Besar	6.17	6.38	6.63	6.39
Kadar Abu	Kecil	6.75	6.61	6.38	6.58
	Sedang	5.75	6.38	6.65	6.26
	Besar	5.52	5.92	5.98	5.81
Kadar Lemak	Kecil	1.62	2.61	2.96	2.40
	Sedang	3.85	2.58	2.75	3.06
	Besar	3.00	4.47	4.43	3.97
Kadar Protein	Kecil	84.87	85.6	85.11	85.19
	Sedang	86.39	85.83	85.31	85.84
	Besar	87.66	87.02	86.25	86.98

Lampiran 8.b. Hasil Analisis Sidik Ragam Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia pada KPIG Berbagai Kelompok Ukuran Ikan Gabus

Parameter	Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F_{hit}	Nilai P
Densitas Kamba	Antar Kelompok	0.008	2	0.004	4.069	0.076
	Dengan Kelompok	0.006	6	0.001		
	Total	0.015	8			
Kapasitas Emulsi	Antar Kelompok	54.394	2	27.197	1.165	0.374
	Dengan Kelompok	140.05	6	23.343		
	Total	194.45	8			
Daya Serap Air	Antar Kelompok	0.068	2	0.034	0.734	0.519
	Dengan Kelompok	0.278	6	0.046		
	Total	0.346	8			
Daya Serap Minyak	Antar Kelompok	0.036	2	0.018	1.947	0.223
	Dengan Kelompok	0.055	6	0.009		
	Total	0.091	8			
Kadar Air	Antar Kelompok	0.559	2	0.280	3.001	0.125
	Dengan Kelompok	0.559	6	0.093		
	Total	1.118	8			
Kadar Abu	Antar Kelompok	0.899	2	0.450	4.355	0.068
	Dengan Kelompok	0.620	6	0.103		
	Total	1.519	8			
Kadar Lemak	Antar Kelompok	3.731	2	1.865	3.375	0.104
	Dengan Kelompok	3.316	6	0.553		
	Total	7.047	8			
Kadar Protein	Antar Kelompok	15.741	2	7.870	3.614	0.051
	Dengan Kelompok	34.839	16	2.177		
	Total	50.580	18			

Lampiran 8.c. Hasil Uji Duncan Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia pada KPIG Berbagai Kelompok Ukuran Ikan Gabus

Asam Amino	Kelompok Ukuran	Rerata Asam amino (%)	BNJ 5%
Densitas Kamba	Besar (>40 cm; >500 gram)	0.518	a
	Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	0.5777	ab
	Kecil (<29 cm; < 200 gram)	0.5883	b
Kadar Abu	Besar (>40 cm; >500 gram)	5.8070	a
	Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	6.2593	ab
	Kecil (<29 cm; < 200 gram)	6.5775	b
Kadar Lemak	Kecil (<29 cm; < 200 gram)	2.3982	a
	Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	3.0601	ab
	Besar (>40 cm; >500 gram)	3.9688	b
Kadar Protein	Kecil (<29 cm; < 200 gram)	85.19	a
	Sedang (30-39 cm; 200-500 gram)	85.84	a
	Besar (>40 cm; >500 gram)	86.98	b

Lampiran 9.a. Hasil Pengukuran Rerata Ukuran partikel KPIG terhadap Pengaruh Ultrasonikasi

Perlakuan	Ulangan			Rerata
	1	2	3	
Tanpa Ultrasonikasi	1359	1301	1241	1300
Ultrasonikasi 5 Menit	609.4	658.5	642.5	636.8
Ultrasonikasi 10 Menit	687	737	703	709

Lampiran 9.b. Hasil Analisis Sidik Ragam Ukuran partikel KPIG terhadap Pengaruh Ultrasonikasi

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F_{hit}	Nilai P
Antar Kelompok	794887.7	2	397443.8	250.61	0.000
Dengan Kelompok	9515.213	6	1585.869		
Total	804402.92	8			

Lampiran 9.c. Hasil Uji Duncan Ukuran partikel KPIG terhadap Pengaruh Ultrasonikasi

Perlakuan	Rerata Ukuran Partikel (nm)	BNJ 5%
Ultrasonikasi 5 menit	636.8	a
Ultrasonikasi 10 menit	709.	a
Tanpa Ultrasonikasi	1300.	b

Lampiran 10. Indeks Polidispersitas Nano KPIG pada Metode Kombinasi Homogenisasi-ultrasonikasi pada Kecepatan dan Waktu Homogenisasi

Kecepatan (rpm)	Waktu (menit)		
	5	10	15
6500	0.72	0.82	0.73
9500	0.82	0.79	0.78
13500	0.73	1.00	0.95
17500	0.89	1.00	0.99
215000	0.97	0.91	0.91

PPLampiran 11. Indeks Polidispersitas Nano KPIG pada Metode Enzimatik

Kecepatan (rpm)	Waktu (menit)		
	5	10	15
6500	1	0.985	0.949
9500	0.861	0.898	0.9
13500	0.734	0.448	0.799
17500	0.664	0.788	0.473
215000	0.74	0.744	0.69

Lampiran 12. Dokumentasi kegiatan Penelitian



Gambar 33. Pengukuran panjang-berat ikan gabus



Gambar 34. Pengukuran panjang ikan gabus



Gambar 35. Preparasi sampel berdasarkan ukuran ikan



Gambar 36. Preparasi sampel untuk analisa protein terlarut



Gambar 37. Preparasi sampel menggunakan alat ultraturax



Gambar 38. Analisa ukuran dan distribusi ukuran partikel menggunakan Particle Size Analyzer