

## ISOLASI DAN KARAKTERISASI EKSTRAK TEPUNG IKAN GABUS DAN POTENSINYA SEBAGAI IMUNOMODULATOR

**Maria Ivan Budju Niga\*, Pipih Suptijah, Wini Trilaksani**

Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University,  
Jalan Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680 Jawa Barat

Diterima: 1 Oktober 2021/Disetujui: 17 Maret 2022

\*Korespondensi: [ivananiga@gmail.com](mailto:ivananiga@gmail.com)

**Cara sitasi:** Niga MIB, Suptijah P, Trilaksani W. 2022. Isolasi dan karakterisasi ekstrak dan tepung ikan gabus dan potensinya sebagai imunodulator. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 25(1): 52-66.

### Abstrak

Ikan gabus (*Channa striata*) mengandung fraksi protein albumin yang besar dan potensial digunakan sebagai biofarmasi serta bahan substitusi albumin manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lama waktu pengukusan dan profil tepung ikan serta ekstrak daging dan ekstrak daging ikan dengan penyaringan dari ikan gabus sebagai sediaan imunomodulator. Ekstraksi albumin menggunakan metode pengukusan dengan lama pengukusan berbeda (10, 15, 20, dan 25 menit) dan albumin dianalisis menggunakan metode *Bromocresol Green* (BCG). Penelitian ini meliputi analisis proksimat dan logam berat ikan gabus, ekstraksi, analisis mineral, kadar albumin, berat molekul menggunakan SDS-PAGE, gugus fungsi menggunakan FTIR, ukuran partikel dan asam amino. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daging ikan gabus mengandung air 80,93%, lemak 1,37%, protein 16,76%, abu 0,65% dan karbohidrat 1,28%. Kandungan logam berat daging ikan gabus yaitu Hg 0,013-0,28 ppm dan Pb 0-0,637 ppm. Ekstraksi menghasilkan albumin daging segar 4,8 g/100 mL, ekstrak daging 3,76 g/100mL, ekstrak daging dengan penyaringan 4,6g/100 mL dan tepung ikan 3,8 g/100 mL. Tepung ikan mengandung kadar protein 85,80%, air 9,26%, abu 2,67%, lemak 2,06% dan energi total 362,58 kkal/ 100 g. Ekstrak daging dengan penyaringan mengandung asam amino serina, lisina, asam aspartat, alanina, dan asam glutamat, serapan gelombang albumin 1.644,96 dengan berat molekul 63 hingga 70 kDa dan terdapat molekul IgG sebagai sediaan imunomodulator.

Kata kunci: *C. striata*, imunomodulator, serum albumin, tepung protein

### Isolation and Characterization Extract and Powder from Snakehead Fish (*Channa striata*) and It Potency as Immunomodulator Stocks

#### Abstract

*Channa striata* contains high protein albumin fraction that potentially used as a biofarma and human albumin substitution material. This research was aimed to determine the length time of steaming and profiling albumin powder and fish meat extract with filtration as immunomodulator stocks. Ekstraction of albumin conducted using steaming method with four variety of time (10, 15, 20 and 25 minutes) and the albumin was analyzed using Bromocresol Green (BCG) method. This research was included proximat analysis and heavy metal of *C. striata*, extraction, mineral analysis, albumin content, molecul weight used SDS-PAGE, functional groups used FTIR, particle size and amino acid. This research showed that moisture content of *C. striata* around 80.93%, fat 1.37%, protein 16.76%, ash 0.65% and carbohydrate 1.28%. Heavy metal included 0.013- 0.28 ppm of Hg and 0-0.63 ppm of Pb. Albumin analysed from fresh meat was reached 4.8 g/100 mL, meat extraction produced 3.76 g/100 mL, meat extraction with filtration 4.6 g/100 mL (wet) and fish powder 3.8 g/100 mL. Fish powder contained 85.80% protein, 9.26% moisture, 2.67% ash, 2.06% fat, and 0.21% total carbohydrate. Amino acids of meat extract with filtration comprised serine, lysine, aspartic, alanine, and glutamic. Albumin wave absorption used Fourier Transform Infrared (FTIR) analysed was at 1644.96, molecul weight 63 to 70 kDa and there was IgG molecules that potential as an immunomodulator stocks.

Keyword: albumin serum, *Channa striata*, protein powder, immunomodulator

## PENDAHULUAN

Ikan gabus (*Channa striata*) adalah ikan air tawar asli perairan Indonesia dan tersebar di beberapa daerah antara lain Sumatra, Jawa, dan Kalimantan. Ikan gabus yang banyak ditemukan saat ini masih mengandalkan penangkapan langsung dari perairan, sehingga berdasarkan pertimbangan tersebut, menteri Kelautan dan Perikanan menetapkan keputusan pada tanggal 30 Maret 2015 Nomor: 18/Kepmen-Kp/2015 tentang pelepasan ikan gabus haruan untuk memperkaya varietas dan jenis ikan gabus (KKP 2015).

Volume produksi perikanan tangkap perairan umum di tahun 2014 sebagian besar terdiri dari ikan gabus sebesar 39.030 ton (8,74%), diikuti ikan nila sebesar 28.637 ton (6,41%) dan ikan baung sebesar 27.157 ton (6,08%) (KKP 2015). Volume tangkapan tidak sebanding dengan pemanfaatan ikan gabus meskipun teknologi pemanfaatan saat ini semakin berkembang. Ikan gabus selain digunakan sebagai ikan konsumsi juga dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan farmakologis dan produk nutrasetikal, karena fraksi protein yang terkandung di dalam tubuh ikan gabus kaya akan albumin. Ikan gabus berpotensi sebagai sumber albumin dan dapat digunakan untuk substitusi albumin manusia (Asfar *et al.* 2014).

Albumin adalah protein plasma yang terbanyak dalam tubuh manusia, sekitar 55-60% dan protein serum normal 3,8-5,0 g/dL. Albumin tersusun atas rantai tunggal polipeptida seberat 66,4 kDa dan berfungsi untuk mempertahankan tekanan onkotik plasma (tekanan osmosis yang ditimbulkan oleh larutan koloid protein plasma) agar tidak terjadi asites (peningkatan tekanan hidrostatik pada kapiler usus), mendorong transportasi dan metabolisme berbagai obat dan senyawa endogen tubuh utamanya substansi lipofilik (fungsi metabolit, pengikatan zat dan *transport carrier*), anti-peradangan, mendorong keseimbangan asam basa karena jumlah anoda bermuatan listrik yang banyak, serta antioksidan yang menghambat radikal bebas eksogen oleh leukosit polimorfonuklear (Hasan dan Indra 2008). Beberapa peneliti menyatakan bahwa albumin juga memiliki peran penting pada pasien anestesi dalam

proses pemulihan, pembawa hormon, vitamin, dan obat-obatan (obat bius). Ekstrak ikan gabus menghasilkan albumin untuk menggantikan serum albumin yang berguna pada penyembuhan luka insisi pada tikus putih, serta protein ikan gabus berpotensi sebagai antihiperlipidemia karena dapat menghambat aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase dan juga dapat dimanfaatkan sebagai sediaan imunomodulator (Putri dan Agustina 2016; Prastari *et al.* 2017).

Imunomodulator merupakan suatu senyawa yang memberikan efek terhadap sistem imun. Albumin merupakan salah satu bahan peningkat imun. Albumin dapat berperan sebagai imunomodulator karena dapat melindungi sistem kekebalan tubuh dari senyawa radikal bebas yang dapat merusak imun (Syamsudin 2012). Kapsul ekstrak ikan gabus yang diberikan pada pasien HIV/AIDS yang mendapatkan terapi antiretroviral sebagai alternatif protein selama lima pekan dapat mendorong asupan energi dan protein, mendorong peningkatan kadar albumin dan mengubah status gizi menjadi lebih baik (Restiana *et al.* 2012).

Masyarakat saat ini masih mengonsumsi telur atau kapsul ikan gabus untuk mensubstitusi albumin ke dalam tubuh. Albumin pada telur diketahui lebih tinggi, namun pada aplikasinya, albumin pada ikan gabus lebih cepat meningkatkan albumin pada penderita hipoalbuminemia dibandingkan albumin telur. Albumin telur dapat memengaruhi kadar kolesterol dalam tubuh jika dikonsumsi melebihi ketentuan gizi. Kapsul ikan gabus yang tersedia secara komersial, terbukti masih mengandung banyak zat lainnya selain albumin (Nugroho 2012). Kapsul albumin komersial (Pujimin) masih mengandung protein sekitar 70%, mineral dan ditambahkan rempah-rempah (kunyit, jahe, pandan, dan serai) dengan jumlah sekitar 20 gram dalam satu kilogram ikan gabus pada albumin komersial "Kapsul Kutuk *C. striata*" (Zakaria 2015).

Serum albumin manusia (*Human serum albumin*) biasanya dibuat dari darah manusia sehingga memiliki harga yang relatif mahal. *Normal human serum albumin* adalah larutan steril preparat plasma yang mengandung

minimal 96% albumin yang berasal dari pemisahan plasma darah. Berdasarkan pertimbangan tersebut perlu dikembangkan serum albumin yang bersumber dari ikan atau dikenal dengan *Fish serum albumin* (FSA). Mustafa *et al.* (2012) menyatakan bahwa ekstrak FSA dari ikan juga dibutuhkan untuk pemenuhan kebutuhan serum albumin pada penanganan penyakit hypoalbuminemia di rumah sakit yang semakin meningkat, karena merupakan alternatif dari HSA sintetik yang harganya relatif mahal. Pemanfaatan albumin saat ini terbatas dalam bentuk kapsul, ekstrak kasar albumin, dan serum (Zakiah 2016). Serum albumin ikan gabus saat ini belum dapat diproduksi dan masih mengandalkan produk impor. Ekstraksi albumin dapat dilakukan dengan metode pengukusan. Sulistiyati (2010) melaporkan bahwa metode pengukusan tidak banyak mengurangi kandungan gizi bahan pangan dibandingkan metode lainnya. Oleh karena itu penelitian untuk menentukan lama waktu pengukusan terbaik sehingga menghasilkan tepung ikan, ekstrak daging yang mengandung albumin sebagai sediaan imunomodulator sangat penting untuk dilakukan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan gabus. Ikan gabus diambil dari dua tempat berbeda yaitu Sumbawa Barat dan pasar tradisional kota Bogor. Bahan lainnya yang digunakan adalah akuades,  $K_2SO_4$  (Merck, Darmstadt, Jerman), tablet kjeldahl (Merck, Darmstadt, Jerman), metil merah 0,10% (Sigma-Aldrich Missouri, AS), reagen BCG (Spinreact, Girona, Spanyol), *nylon mesh* (Sigma-Aldrich Missouri, AS), bufer kalium borat (Merck, Darmstadt, Jerman), pereaksi Ortoflaldehida (OPA) (Merck, Darmstadt, Jerman), metanol (Merck, Darmstadt, Jerman), *Coomassie Brilliant Blue* (CBB) 0,125% (Merck, Darmstadt, Jerman), marker protein 10-250 kDa (Page Ruler TM *Unstained Protein Ladder*, ThermoFisher Scientific, Vantaa, Finlandia), SDS (Merck, Darmstadt, Jerman), asam asetat 10% (Merck, Darmstadt, Jerman).

Alat yang digunakan terdiri dari panci

(yang sudah dimodifikasi), HPLC Shimadzu Inkubator (Thermoline), vortex (VM-300), mikro pipet (Gilson), AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*) (Shimadzu AA-7000), alat-alat gelas (Pyrex), timbangan digital (PGW 254, ADAM, England), elektroforesis (Bio Rad Mini-Sub<sup>®</sup> Cell GT Cell, BIO-RAD, California, AS), UV-Transilluminator (Peqlab, Erlangen, Jerman), elektroforesis (TV100YK, SCIE-PLAS, Cambridge, Inggris), fotometer (BA-88A, Mindray, Shenzhen, China), mikroskop digital merk Olympus.

### Metode

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama meliputi preparasi bahan baku, tahap kedua ekstraksi albumin ikan gabus dan tahap ketiga yaitu karakterisasi ekstrak daging, ekstrak daging dengan penyaringan, dan tepung ikan gabus.

### Preparasi bahan baku

Ikan gabus diperoleh dari dua tempat yang berbeda yaitu Sumbawa Barat dan pasar tradisional kota Bogor. Ikan gabus yang diperoleh dalam keadaan segar dengan kisaran panjang ikan  $\pm 30$  cm. Daging ikan gabus dipisahkan dari kepala, tulang, sisik, dan jeroan, kemudian dihitung proporsi tubuh yang dapat dimanfaatkan.

### Isolasi albumin ikan gabus (Romadhoni *et al.* 2016)

Daging ikan gabus dicacah dan ditimbang sebanyak 100 g. Air dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu 100°C. Daging dimasukkan ke dalam pengukus dengan perlakuan lama pengukusan yang berbeda-beda yaitu selama 5, 10, 15, 20, dan 25 menit, kemudian diperoleh ekstrak daging, ekstrak daging dengan penyaringan, dan daging ikan

### Filtrasi dan separasi ekstrak daging dengan penyaringan serta tepung daging

Isolasi ekstrak albumin terbaik dengan kadar albumin tertinggi pada empat perlakuan, difiltrasi menggunakan *nylon mesh* berukuran 100 mesh sehingga didapatkan ekstrak daging sedangkan daging albumin terbaik ditimbang dan dikeringkan menggunakan oven pada

suhu 45°C selama 24 jam. Daging albumin yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender hingga membentuk tepung ikan dan dilakukan karakterisasi pada ekstrak daging dan tepung ikan.

### Analisis karakteristik serum albumin ikan gabus

Ekstrak daging dan tepung daging kemudian dianalisis dengan cara menghitung rendemen, kadar albumin, kandungan mineral, bobot molekul menggunakan SDS PAGE, asam amino menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan ukuran partikel menggunakan *dino-lite*.

### Analisis logam berat (AOAC 2005)

Analisis logam berat daging ikan gabus terdiri dari logam merkuri (Hg) dan timbel (Pb). Analisis logam berat dilakukan menggunakan *Atomic Absorbption Spectrofotometer* (AAS). Panjang gelombang yang digunakan untuk masing-masing logam berat adalah Hg 253,6 nm dan Pb 283,3 nm.

### Analisis kadar albumin

Analisis kadar albumin membutuhkan reagensis dari pereaksi albumin berupa bromokresol hijau (BCG) dan larutan standar albumin yang dibuat dari *Bovine Serum Albumin* (BSA) mengacu pada Bartholomew dan Delaney (1966). Pengujian kadar albumin dilakukan dengan mengukur absorbansi pada sampel. Hasil ekstrak daging dengan penyaringan diambil sebanyak 0,5 mL kemudian ditambah 2,5 mL reagen BCG 0,01% dan dibiarkan 10-15 menit. Campuran dimasukkan ke dalam kuvet dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 636 nm.

### Analisis partikel

Analisis ukuran partikel dilakukan menggunakan mikroskop Olympus resolusi tinggi yang dilengkapi dengan aplikasi *dino-lite* mengacu pada (Damurni 2015). Ekstrak daging dengan penyaringan sebanyak satu tetes diletakkan di atas preparat. Ekstrak daging dengan penyaringan diratakan di

atas preparat untuk memudahkan proses pengamatan menggunakan mikroskop. Analisis dilakukan menggunakan *dino-lite* dan dihitung ukuran partikel yang tampak.

### Analisis asam amino

Analisis asam amino menggunakan HPLC mengacu pada (AOAC 2005), terdiri atas empat tahap. Tahap ke -1 pembuatan hidrolisat protein. Sampel ditimbang sebanyak 3 mg dan dihancurkan. Sampel yang telah hancur dihidrolisis menggunakan HCl 6 N sebanyak 1 mL yang kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam. Tahap ke-2 adalah pengeringan. Sampel yang telah dihidrolisis pada suhu kamar dipindahkan isinya ke dalam labu evaporator 50 mL, dibilas dengan HCl 0,01 N 2 mL dan cairan bilasan 16 dimasukkan ke dalam labu evaporator. Proses ini diulangi hingga 2-3 kali. Sampel kemudian dikeringkan menggunakan evaporator putar selama 15-30 menit. Sampel yang sudah kering ditambah dengan 5 mL HCl 0,01 N kemudian disaring dengan kertas saring milipore. Tahap ke-3 adalah derivatisasi. Larutan derivatisasi ditambahkan sebanyak 30 µL pada hasil pengeringan. Larutan derivatisasi dibuat dari larutan bufer kalium borat dengan sampel 1:1 kemudian dicampurkan dengan larutan Ortoftalaldehida (OPA) dengan perbandingan 5:1 dengan sampel. Selanjutnya campuran tersebut disaring menggunakan kertas saring Whatman. Tahap ke-4 adalah injeksi serta analisis asam amino. Campuran diinjeksikan ke dalam HPLC sebanyak 5 µL. Kemudian ditunggu sampai pemisahan semua asam amino selesai dan waktu yang diperlukan sekitar 25 menit. Perhitungan konsentrasi asam amino yang ada pada bahan, dilakukan dengan pembuatan kromatogram standar menggunakan asam amino yang telah siap pakai yang mengalami perlakuan yang sama dengan sampel. Kandungan asam amino dalam 100 g bahan dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Asam amino} = \frac{\text{Luas area sampel} \times C \times F_p \times \text{BM} \times 100\%}{\text{Luas area standar} \times \text{bobot sampel}}$$

Keterangan:

C = Konsentrasi standar asam amino (0,5 µmol/mL)

FP= Faktor pengenceran (5 mL)

BM= Bobot molekul dari masing-masing asam amino (g/mol)

### Analisis profil protein ekstrak daging dengan penyaringan

Analisis bobot molekul dilakukan mengacu pada metode *Sodium Dodesyl Sulfate-Polyacrilamide Gel Electrophoresis* (SDS-PAGE) mengacu pada (Laemmli 1970) menggunakan sampel gelatin dengan 3% *stacking gel* dan 12,5% *separating gel*. Pembuatan *separating gel* dilakukan selama  $\pm 40$  menit, sedangkan pembuatan *stacking gel* dilakukan selama kurang lebih dua jam.

Prosedur analisis sebagai berikut: sampel sebanyak 5  $\mu\text{L}$  dimasukkan ke dalam gel poliakrilamid; elektroforesis dijalankan secara konstan pada arus 10 mA dan voltase 125 volt selama tiga jam; deteksi SDS-PAGE dilakukan dengan melepaskan gel hasil elektroforesis dari cetakan kemudian gel diwarnai dengan *coomassie brilliant blue*; gel diangkat dan direndam selama satu jam di dalam larutan pewarna. Proses destaining dilakukan hingga pita protein dapat terlihat jelas. Gel yang dihasilkan dianalisis bobot molekul gelatin menggunakan perangkat lunak Photocapt.

### Analisis gugus fungsi ekstrak daging yang disaring

Analisis dengan alat FTIR (*Fourier Transfer Infra Red*) digunakan untuk mengetahui gugus-gugus fungsi khas albumin mengacu pada (Chatwall 1985). Spektra FTIR yang dihasilkan menunjukkan puncak-puncak serapan bilangan gelombang dari sampel uji.

Gugus-gugus fungsi sampel uji ditentukan berdasarkan puncak serapan bilangan gelombang yang terdeteksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bagian Tubuh Ikan

Informasi mengenai bagian-bagian tubuh ikan bermanfaat untuk mengetahui nilai ekonomis dan efektivitas suatu bahan. Bagian tubuh ikan gabus terdiri dari bagian tubuh yang berbeda-beda. Perbandingan bagian tubuh ikan gabus dapat dilihat pada *Figure 1*.

Hasil perhitungan bagian yang dapat dimanfaatkan pada *Figure 1* menunjukkan bahwa daging ikan memiliki bobot 47% dari total tubuh ikan. War *et al.* (2011) menyatakan bahwa bagian terbesar ikan gabus merupakan daging yang mencapai setengah bobot tubuh ikan. Suwandi *et al.* 2014 menyatakan bahwa rendemen terbesar ikan gabus adalah daging yang hampir mencapai setengah dari bobot tubuh ikan.

Besarnya proporsi bagian ikan sangat dipengaruhi oleh pola pertumbuhan ikan. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh banyak faktor di antaranya spesies ikan, jenis kelamin, umur, *fishing ground*, musim, dan ketersediaan jenis makanan (Muthmainnah 2013).

Bagian tubuh ikan gabus dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam industri pakan maupun kosmetik. Kepala, sisik, dan tulang dapat diolah menjadi tepung ikan yang dapat disubstitusikan dalam pakan sebagai sumber protein dan mineral sedangkan kulit ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan kolagen.

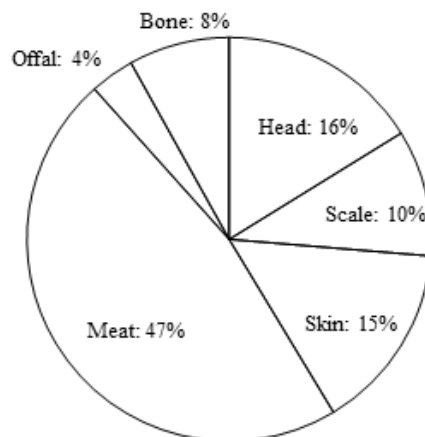


Figure 1 Proportion of whole snakehead murrel (*C. striata*)

## Komposisi Kimia

Analisis proksimat ikan gabus ditampilkan pada *Table 1*. Kadar protein ikan gabus tergolong cukup tinggi. Ikan gabus memiliki kadar protein sebesar (16,76%±0,08), kadar air (80,93±0,02), kadar lemak (1,37±0,12), kadar abu (0,65±0,00) dan karbohidrat (*by difference*) (1,28±0,04).

Beberapa peneliti memperlihatkan bahwa ikan gabus mengandung kadar air yang tinggi yaitu sekitar 70-85% (Ahmed *et al.* 2012; Suwandi *et al.* 2014; Chasanah *et al.* 2016; Asfar *et al.* 2018). Kandungan air pada ikan dipengaruhi oleh tipe makanan dan habitatnya. Ikan gabus juga mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar lain misalnya ikan mas dan ikan kakap (Prasetyo *et al.* 2012). Asfar *et al.* (2014), menyatakan bahwa protein ikan gabus terdiri atas albumin sebesar 13,83–20,80% yang telah dimanfaatkan sebagai obat.

Kadar abu yang terkandung berhubungan erat dengan kandungan mineral bahan tersebut. Kandungan abu pada ikan gabus bergantung pada habitat hidup ikan dan makanan yang berhubungan dengan kandungan mineral yang terdapat dalam tubuh ikan gabus. Kandungan lemak pada ikan dipengaruhi oleh banyak faktor di antaranya perbedaan spesies, keturunan, usia, jenis kelamin, dan tipe pemberian makanan. Kandungan lipid atau lemak pada ikan sangat bervariasi tergantung pada tingkat kematangan gonad ikan tersebut (Tsaniyatul *et al.* 2013). Karbohidrat ikan gabus tergolong sangat kecil sehingga jumlahnya dapat diabaikan. Perbedaan komposisi kimia daging ikan dapat berbeda-beda tergantung dari umur, habitat, dan kebiasaan makan (Nurjanah *et al.* 2011).

## Kandungan Logam Berat

Logam berat merupakan elemen kimiawi metaloida dan metalik, bobot atom dan bobot jenis yang dimiliki tinggi, serta beracun bagi makhluk hidup (BSN 2009). Logam-logam yang mencemari perairan banyak jenisnya, di antaranya yang adalah merkuri (Hg) dan timbel (Pb).

Hasil analisis logam berat daging ikan gabus yang bersumber dari Bogor dan di perairan Sumbawa Barat menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb ikan gabus yang diperoleh dari Sumbawa Barat telah melebihi standar SNI 7387:2009 yaitu 0,637 ppm. Teridentifikasinya logam berat Pb dalam daging ikan gabus akan memengaruhi kadar albumin karena albumin sepenuhnya berada dalam daging. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka pemanfaatan bahan baku sebaiknya berasal dari Pasar Bogor yang tidak teridentifikasi adanya logam berat.

Akumulasi logam berat pada daging tergolong rendah dibandingkan bagian tubuh lainnya. Hal tersebut disebabkan karena daging ikan bukan merupakan jaringan aktif yang mengakumulasi logam berat (Al-Weher 2008; Gihannam *et al.* 2015). Logam berat yang terdapat di perairan Sumbawa Barat berasal dari aktivitas penambangan emas. Timbel (Pb) pada tubuh ikan mengganggu sintesis Hb dalam mengikat oksigen sehingga akan mengganggu proses metabolisme dan menghambat aktivitas enzim melalui pembentukan senyawa antara logam berat dengan gugus sulfhidril (S-H) dalam molekul protein. Perbedaan logam Hg dan Pb dalam tubuh ikan tergantung pada proses penumpukan logam dengan cara absorpsi pada saluran pernapasan, insang, pencernaan serta penetrasi melalui kulit.

Table 1 Chemical characteristics of snakehead murrel

Component	Result (%)	Ahmed <i>et al.</i> (2012)	Chasanah <i>et al.</i> (2016)
Moisture	(80.93±0.02)	(82.60)	76.90±0.99
Ash	(0.65±0.00)	(0.39)	1.65±0.83
Lipid	(1.37±0.12)	(1.47)	1.44±0.12
Protein	(16.76±0.08)	(15.49)	19.71±0.28
Carbohydrate ( <i>by difference</i> )	(1.28±0.04)		

### Kandungan Protein Daging Ikan Gabus, Ekstrak Daging, dan Ekstrak Daging dengan Penyaringan

Albumin merupakan protein plasma yang banyak di tubuh manusia dan merupakan fraksi protein terbesar dalam ekstrak ikan gabus yaitu sekitar 64,61% dari total protein. Kisaran nilai normal albumin dalam tubuh yaitu 3,5-5,5 g/dL. Hasil analisis kandungan albumin disajikan pada *Table 2*.

*Table 2* menunjukkan bahwa ekstrak albumin selama 10 menit pengukusan mengandung kadar albumin lebih tinggi yaitu  $3,76 \pm 0,15$  g/100 mL dibandingkan hasil ekstrak empat perlakuan lainnya. Kandungan albumin serum relatif tinggi yaitu  $4,6 \pm 0,15$  g/100 mL. Albumin merupakan protein yang sangat rentan terhadap pengaruh suhu. Proses pemanasan berlebih dapat menyebabkan denaturasi protein albumin.

Perbedaan kandungan albumin ekstrak dipengaruhi oleh suhu dan lama pengukusan. Berdasarkan analisis varian pada taraf kepercayaan 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan lama pengukusan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar albumin.

Ekstrak albumin selama 10 menit memberikan hasil ekstrak terbaik, diduga karena pada dasarnya proses pemanasan menggunakan suhu tinggi menyebabkan protein lain terdenaturasi sedangkan albumin hanya mengalami koagulasi (penggumpalan protein albumin) dan kehilangan beberapa sifat fisiologisnya. Perbedaan kandungan albumin setiap perlakuan disajikan pada *Figure 2*.

Burnouf (1991) melaporkan bahwa pemisahan albumin dan protein lainnya dapat dilakukan dengan metode *heat shock* pada suhu 60-100°C. Ekstrak albumin selama 5 menit memberikan hasil ekstrak terendah, diduga karena albumin belum terekstrak dengan baik dari daging ikan. Lama pengukusan 5 menit pada suhu 100°C menyebabkan kemampuan menahan air dari daging ikan tidak mengalami perubahan sehingga cairan sel yang terikat dalam jaringan belum keluar dari daging ikan. Jaringan ikat daging ikan relatif *porous* dan membentuk agregat, sehingga kemampuan rehidrasi dari jaringan ikat menurun. Kondisi tersebut dapat mempermudah proses pemisahan cairan saat pengepresan. Irianto *et al.* (1986) menjelaskan

Table 2 Meat albumin content, meat extract and meat extract with filtration

Steaming time (minutes)	Albumin (g/100 mL)	Volume (mL)	Meat (g)
5	$1.63 \pm 0.25$	$33.3 \pm 2.88$	$6144 \pm 1.03$
10	$3.76 \pm 0.15$	$44.0 \pm 5.29$	$60.28 \pm 0.56$
15	$3.36 \pm 0.61$	$60.0 \pm 5.00$	$62.37 \pm 1.09$
20	$2.93 \pm 0.55$	$65.0 \pm 5.00$	$61.60 \pm 0.91$
25	$2.66 \pm 0.25$	$71.0 \pm 2.88$	$61.98 \pm 0.52$
Meat (mg/100 mL)	$4.80 \pm 0.07$		
Meat extract with filtration (mg/100 mL)	$4.60 \pm 0.15$		

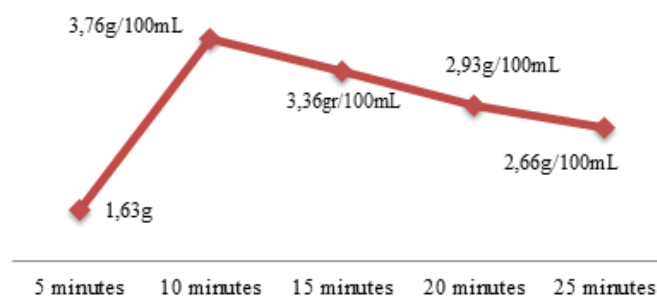


Figure 2 Albumin content of snakehead murrel extract based on five treatments

bahwa pemanasan menciptakan struktur yang *porous*, karena ikatan protein akan saling memisah dan membentuk agregat, sehingga mempermudah pemisahan cairan saat pengepresan.

Pemanasan yang digunakan pada proses isolasi diduga menyebabkan molekul-molekul protein plasma membuka lipatnya menjadi molekul albumin yang tahan terhadap panas. Pemanasan menggunakan suhu tinggi dalam waktu yang singkat tersebut memengaruhi permeabilitas dinding sel sehingga menyebabkan proses pengeluaran protein plasma dari jaringan menjadi lebih cepat. Proses pemerasan yang dilakukan pada daging albumin (berat basah) setelah proses ekstraksi juga dapat menyebabkan albumin yang terikat di daging keluar sehingga kadar albumin yang dihasilkan cukup tinggi. Asfar *et al.* (2014) menyatakan bahwa pemanasan menggunakan suhu tinggi menyebabkan protein plasma yang terkoagulasi akan menempel pada protein miofibril sehingga dapat menghalangi keluarnya protein plasma dari daging. Perbedaan proses dan pengukus juga dapat memengaruhi kadar albumin pada ekstrak ikan gabus. Ikan gabus diekstrak menggunakan alat yang sudah dimodifikasi sehingga ekstrak albumin yang dihasilkan langsung keluar dari dalam wadah penampungan.

Molekul albumin memiliki 17 ikatan disulfida yang menghubungkan asam-asam amino yang mengandung sulfur dan berbentuk elips sehingga bentuk molekul seperti itu tidak akan meningkatkan viskositas plasma dan terlarut sempurna. Ikatan disulfida yang terdapat dalam albumin mempertahankan stabilitas struktur albumin, gerakan berkorelasi dan fleksibilitas residu sehingga albumin tidak mudah mengalami kerusakan akibat pemanasan. Ikatan disulfida dapat mempertahankan kestabilan struktur tersier pada molekul albumin (Cooper *et al.* 1992; Castellanos *et al.* 2013).

Kandungan albumin dalam suatu bahan tergantung pada komposisi asam amino, adanya ikatan disulfida, jembatan garam, waktu pemanasan, dan kadar air. Kadar albumin dalam spesies juga bergantung pada nutrisi, lingkungan, hormon dan ada

tidaknya penyakit (Widyastuti 2016; Zakaria 2015). Serum albumin yang telah difiltrasi menggunakan kain *nylon mesh* yang berukuran 100 mesh dapat menghilangkan 85% senyawa lain selain albumin yang berukuran >74 mikron. Hasnain *et al.* (2004) melaporkan bahwa serum albumin ikan gabus memiliki ciri khas yang mirip dengan *Human Serum Albumin* (HSA) pada struktur sekundernya.

Hasil volume ekstrak daging dengan penyaringan dan daging pada *Table 2* menunjukkan pada lama waktu pengukusan pada kisaran 5-25 menit dengan suhu yang tinggi menghasilkan volume ekstrak yang cenderung semakin besar. Berdasarkan hasil analisis varian pada taraf kepercayaan 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan lama pengukusan tidak berpengaruh terhadap daging yang dihasilkan setelah proses isolasi. Peningkatan volume diduga berhubungan dengan menurunnya rehidrasi jaringan ikat pada daging ikan gabus sebagai akibat penggunaan suhu yang tinggi dan meningkatnya lama waktu pengukusan. Kondisi rehidrasi menurun mengakibatkan kemampuan daging untuk menahan air hilang karena ruang antar jaringan ikat daging mengerut dan volumenya berkurang sehingga air dalam daging menguap dan keluar sebagai cairan (Rustad dan Nesse 1983).

### Kandungan Mineral Serum

Albumin mengandung mineral yang erat kaitannya dengan proses penyembuhan luka. Hasil analisis kandungan mineral makro (kalsium) dan mikro (Cu, Zn, dan Fe) pada serum ikan gabus dapat dilihat pada *Table 3*.

Table 3 Analysis results of mineral content in snakehead murrel serum

Mineral Content	Concentration (ppm)
Zinc (Zn)	0.6965
Ferrum (Fe)	0.1235
Calsium (Ca)	6.2361
Cuprum (Cu)	not detected

Albumin dan Zn sangat berperan penting untuk penyembuhan luka karena protein tersebut mampu mengikat Zn



dan mengangkutnya ke dalam plasma darah. Zn berperan penting dalam sintesis protein, memperbanyak jumlah sel, sebagai nutrisi tubuh, dan memicu pembentukan sel progenitor endothelial (EPC) serta mempercepat penyembuhan luka (Mustafa *et al.* 2012). Ketersediaan albumin dan Zn dapat menstabilkan fungsi membran sel dari pengaruh stres oksidatif. Zhou *et al.* (2002) menyatakan bahwa adanya albumin dan mineral seng dalam tubuh dapat melindungi kerusakan hati karena pengaruh alkohol. Ca sebagian besar berikatan dengan protein serum terutama albumin, sehingga kadar kalsium total serum sangat dipengaruhi oleh kadar protein, terutama albumin. Albumin berperan sebagai pengikat anion dan kation kecil, di antaranya kalsium. Ca dalam darah berfungsi dalam proses pembekuan darah yang mengarah pada proses penyembuhan luka, selain itu Ca dan albumin berperan dalam oksidasi radikal bebas.

Besi (Fe) dikaitkan dengan hemoglobin yang terdapat dalam sel-sel darah merah, transferin dan feritin. Fe yang terkandung di dalam ekstrak daging ikan yang disaring berfungsi membawa oksigen untuk proses oksidasi tubuh, karena ketersediaan mineral besi menentukan aktivitas metabolisme. Mineral Cu berkaitan dengan penyatuan kolagen dan elastin, mineral Cu tidak terdeteksi dalam ekstrak daging yang disaring pada penelitian ini. Proses ekstraksi

menggunakan suhu tinggi pada ekstrak daging dengan penyaringan menyebabkan kadar mineral tembaga hilang bahkan tidak terdeteksi (Mustafa *et al.* 2012).

### Ukuran Partikel

Visualisasi serum albumin dianalisis menggunakan Dino-Lite pembesaran 300 kali dengan tujuan untuk mengetahui bentuk permukaan serum pada skala mikron. Bentuk partikel serum memiliki bentuk bulat dan ukurannya hampir seragam. Rata-rata ukuran partikel serum albumin adalah 15-28 mikron. Ukuran albumin yang dibutuhkan agar mampu terserap dalam sistem vaskular (kapiler) adalah berukuran antara 1 sampai 100 nanometer atau dapat disebut nano albumin. Ukuran tersebut disebabkan adanya perbedaan tekanan osmotik antara pembuluh darah kapiler dan mukosa (Barnabas *et al.* 2014).

### Identifikasi Protein Albumin Berdasarkan Bobot Molekul

Analisis protein ekstrak daging dengan penyaringan secara kualitatif dilakukan dengan metode SDS-PAGE. *Figure 3* menunjukkan bahwa sampel A1 dan A2 memiliki kadar protein albumin yang sangat kuat dilihat dari ketebalan pita protein yang nampak.

Berat molekul serum albumin yang teridentifikasi menggunakan perangkat

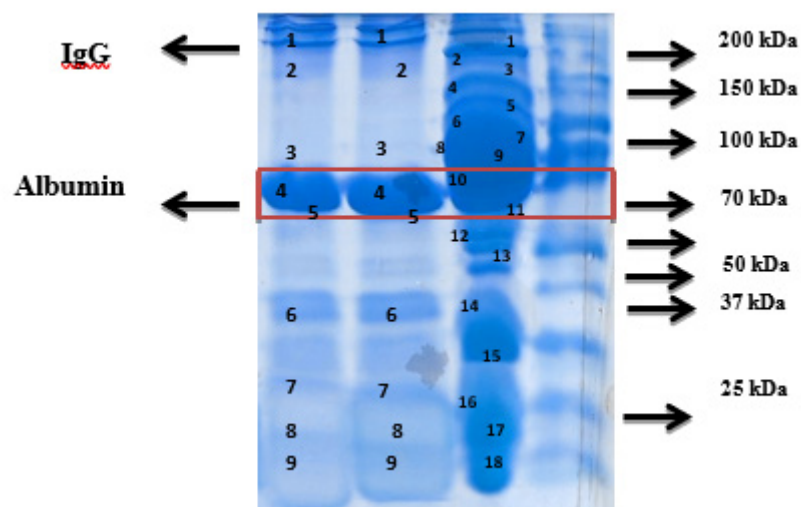


Figure 3 Protein profil of meat extract with filtration, Marker (M), Meat (D), meat extract with filtration (A1 and A2)

lunak photocap yaitu sebesar 63 kDa, 67 kDa 69 kDa dan ada pula yang terdeteksi pada berat molekul 70 kDa. Hasnain *et al.*(2004) menyatakan bahwa ikan *Channa gachua* dan *Channa gariepinus* memiliki *albumin-like* protein berupa monomer yaitu 70 kDa, selaras dengan HSA pada struktur sekundernya. Serum albumin memiliki berat molekul 65 kDa-69 kDa (Ahmad *et al.* 2011 ; Kinkead *et al.* 2015). Serum abumin ikan gabus memiliki ciri khas yang mirip dengan HSA yang memiliki berat molekul 69 kDa (Widyastuti 2016). Keberadaan albumin pada ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal, misalnya tingkat salinitas, bentuk tubuh, dan makanan (Silva *et al.* 2015).

Berdasarkan tabel pendugaan protein yang disajikan pada *Table 4*, terdapat beberapa protein plasma maupun enzim lainnya yang terkandung di dalam ekstrak daging ikan gabus yang disaring. Molekul lain yang teridentifikasi selain albumin yaitu Immunoglobulin G (IgG) dengan berat molekul 201 dan 202 kDa. Marais dan Massaldi (2012) menyatakan bahwa imunoglobulin plasma terdeteksi memiliki berat molekul 201 kDa dan terdeteksi memiliki molekul Immunoglobulin G (IgG) sehingga dapat disimpulkan bahwa serum albumin ikan gabus berpotensi digunakan sebagai imunomodulator.

Table 4 Estimate protein types of meat and meat extract with filtration based on Bhat *et al.* (2011).

Snakehead murrel meat			Albumin serum		
Band	Molecul Weight (kDa)	Protein type	Band	Molecul Weight (kDa)	Protein type
1	193.18	Myosin	1	202.27	IgG, Myosin
2	179.54	Myosin	2	187.50	Myosin
3	164.77	Pol-like protein	3	75.00	Tmc2-related protein 2
4	150.00	Pol-like protein	4	70.00	Albumin
5	121.79	Reverse transcriptase	5	67.25	Albumin
6	105.62	Actinin	6	63.01	Albumin
7	91.07	Soluble Guanylyl	7	61.08	Albumin
8	82.59	Cylase Alpha2 subunit	8	35.26	Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase
9	74.22	Teashirt-like zinc finger protein	9	31.46	Carbonic Anhydrase
10	63.01	Tmc2-related protein 2			
11	55.71	Albumin			
12	50.75	Albumin			
13	43.63	Albumin			
14	37.00	Ova-Albumin			
15	30.99	L-lactate dehydrogenase			

### Kandungan Asam Amino

Asam amino sangat erat peranannya dalam sintesis albumin pada jaringan. Komposisi asam amino ekstrak daging dengan penyaringan disajikan pada *Table 5*.

Table 5 Amino acid composition of meat extract with filtration

Amino Acid	Composition (%)
Serine	15.47
Lysine	12.16
Aspartic acid	11.86
Glutamic acid	9.61
Alanine	9.61
Phenylalanine	7.51
Glycine	6.91
Leucine	6.61
Arginine	5.86
Threonine	3.60
Isoleucine	2.85
Valine	2.70
Tyrosine	<3.30
Proline	<1.95
Histidine	-

Ekstrak daging dengan penyaringan mengandung asam amino serina, lisina, asam aspartat, alanina, dan asam glutamat terbanyak. Albumin kaya akan asam amino lisina, arginina, asam glutamat, dan asam aspartat yang diatur dalam serial  $\alpha$ -helik dengan 17 jembatan sulfida (Nugroho 2013). Asam amino yang terdapat dalam ekstrak daging dengan penyaringan diperlukan tubuh untuk mensintesis jaringan tubuh dan cadangan energi.

### Gugus Fungsi Serum Albumin

FTIR yang merupakan metode bebas reagen, tanpa penggunaan radioaktif dan dapat mengukur kadar sampel secara kualitatif dan kuantitatif. FTIR mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dipantulkan terhadap senyawa tersebut. Hasil analisis gugus fungsi serum albumin disajikan pada *Figure 4*.

*Figure 4* menunjukkan bahwa dari spektra FTIR serum albumin ikan gabus terdapat serapan pada bilangan gelombang 3.296,18  $\text{cm}^{-1}$  dan juga terdapat serapan pada bilangan gelombang 2.137,10  $\text{cm}^{-1}$ , 1.644,96  $\text{cm}^{-1}$  yang diindikasikan sebagai biomolekul albumin dan 1.084,01  $\text{cm}^{-1}$  yang diindikasikan sebagai biomolekul  $\alpha_2$ -Makroglobulin. Menurut Deleris (2001) biomolekul albumin terdapat pada serapan gelombang 1.488-1.600  $\text{cm}^{-1}$ , biomolekul IgG<sub>2</sub> terdapat pada serapan gelombang 1.622-1.652  $\text{cm}^{-1}$ , biomolekul IgG<sub>3</sub> terdapat pada serapan gelombang 1.628-1.652  $\text{cm}^{-1}$  dan biomolekul  $\alpha_2$ -Makroglobulin pada serapan bilangan gelombang 983-1.116  $\text{cm}^{-1}$ . Teridentifikasi biomolekul lain selain albumin, yaitu biomolekul IgG<sub>2</sub> dan biomolekul IgG<sub>3</sub>, mengindikasikan ekstrak daging dengan penyaringan mengandung albumin sehingga dapat dijadikan sebagai imunomodulator.

Albumin dan imunoglobulin (IgG) merupakan komponen penting dalam plasma protein dan kelimpahannya dapat diprediksi dalam platelet. Imunoglobulin (IgG) yang terkandung dalam serum albumin berperan sebagai antibodi dan anti-inflamasi. George dan Saucerman (2017) melaporkan bahwa albumin berikatan dengan IgG dan berperan sebagai reseptor, anti-inflamasi pada pasien penderita polip hidung dan merangsang

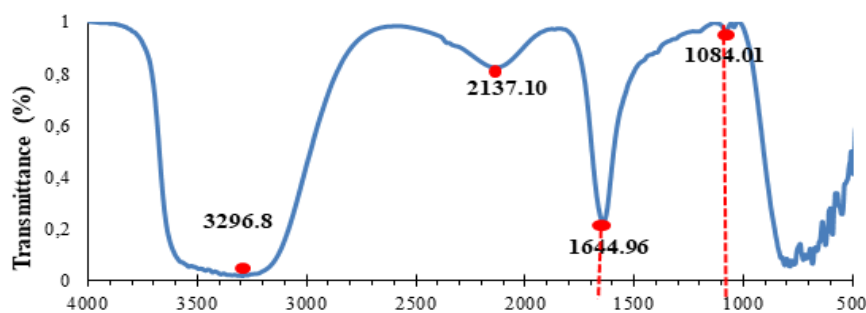


Figure 4 FTIR spectra of snakehead murrel albumin serum

trombosit untuk memfasilitasi pengiriman dan pelepasan protein plasma yang berperan dalam respons terhadap cedera vaskular. Penjelasan lebih rinci tentang analisis spektra FTIR serum albumin ikan gabus disajikan pada *Table 6*.

### Karakteristik Daging yang Mengandung Albumin

Daging ikan gabus yang mengandung albumin merupakan isolat yang dihasilkan dari proses pengukusan dan diolah lebih lanjut menjadi tepung. Rendemen yang dihasilkan pada isolat dan tepung ikan mengalami penyusutan bobot. Daging ikan mengalami penyusutan sebesar 37,84 g atau 27% dari bobot awal dan ekstrak daging mengalami penyusutan sebesar 70,7 g atau 65%. Proses ekstraksi menggunakan metode pengukusan dan suhu tinggi menyebabkan air keluar dari dalam daging ikan, sama halnya dengan proses penepungan daging yang mengandung albumin menggunakan oven, pemanasan yang digunakan menyebabkan sisa air yang terkandung di dalamnya mengalami penguapan. Menurut Litaay dan Santoso (2013), mutu tepung ikan yang dihasilkan tergantung pada jenis dan kesegaran bahan mentah yang diolah dan teknologi pengolahannya.

Tepung ikan mengandung albumin sebesar 3,8%. Proses ekstraksi menyebabkan komponen lain selain komponen utama yaitu albumin (vitamin-vitamin larut air misalnya vitamin B kompleks dan vitamin C, lemak dan mineral) keluar bersama air, namun penurunan zat gizi yang diakibatkan melalui proses pengukusan tidak sebesar perebusan, terbukti pada penelitian ini, albumin yang terkandung pada tepung ikan relatif tinggi. Hasil penelitian menunjukkan kandungan

gizi tepung ikan memenuhi standar mutu BSN No.01-2175-1992 tentang persyaratan mutu standar tepung ikan yaitu kandungan air maksimum tepung ikan adalah 10%, protein minimum 65%, abu maksimum 20% dan lemak maksimum 8%. Tepung ikan gabus memiliki kandungan protein 85,80%, kadar air 9,26%, kadar abu 2,67%, kadar lemak 2,06% dan karbohidrat total 0,21%. Berdasarkan standar mutu SNI No.01-2175-1992 tepung ikan gabus tergolong dalam standar mutu I. Tepung ikan dapat dijadikan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan biskuit fungsional, kapsul atau makanan lainnya. Pembuatan biskuit dengan substitusi tepung ikan gabus dengan kadar protein albumin relatif tinggi terbukti dapat menghasilkan biskuit fungsional kaya akan protein, meningkatkan berat badan anak dan memenuhi kebutuhan gizi balita gizi buruk (Ansar 2010; Sari *et al.* 2014).

### KESIMPULAN

Ekstrak daging menghasilkan kadar albumin tertinggi dengan lama pengukusan 10 menit pada suhu 100°C. Daging menghasilkan albumin dan kandungan gizi yang tinggi dengan rendemen yang rendah sedangkan ekstrak daging dengan penyaringan menghasilkan kadar albumin yang cenderung tinggi dan mengandung mineral (Zn, Ca, dan Fe), asam amino L-Serin, L-Lisin, L-Asam Aspartat, L-Alanin, dan L-Asam Glutamat, dengan berat molekul 63-70 kDa, dan terindikasi pada serapan gelombang 1.644,96 serta ukuran partikel 15-28 mikron. Adanya molekul IgG pada ekstrak daging dengan penyaringan membuktikan bahwa ekstrak albumin berpotensi sebagai sediaan immunomodulator.

Table 6 The FTIR spectra absorption data of snakehead murrel albumin serum

Biomolecul	Wavelength(cm <sup>-1</sup> )	Deleris 2001 (cm <sup>-1</sup> )
Albumin	1,644.96	1,488-1,600
IgG <sub>2</sub>	1,644.96	1,622-1,652
IgG <sub>3</sub>	1,644.96	1,628-1,652
α <sub>2</sub> -Macroglobulin	1,084.01	983-1,116

**DAFTAR PUSTAKA**

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Makanan*. Standar Nasional Indonesia. SNI 7387:2009. Hal 4, 13, 20.
- Ahmed S, Arifur AFMR, Mustafa G, Belal MH, Nahar N. 2012. Nutrient composition of indigenous and exotic fishes of rainfed waterlogged paddy fields in Lakshmpur, Bangladesh. *World Journal of Zoology*. 7(2):135-140.
- Al-Weher SM. 2008. Levels of heavy metal Cd, Cu and Zn in three fish species collected from the northern Jordan valley, Jordan. *Jordan Journal of Biological Science*. 1:41-46.
- Ansar. 2010. *Pengolahan dan Pemanfaatan Ikan Gabus*. Kementerian Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan Nonformal dan Informal Direktorat Pendidikan Kesetaraan. Jakarta (ID): ISBN
- Asfar M, Tawali AB, Abdullah N, Mahendradatta M. 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.
- Barnabas W, Lavanya Y, Priyadarshini SRB, Ramasamy M, Jenita JL. 2014. Albumin nanoparticles for the delivery of gabapentin : preparation, characterization and pharmacodynamic studies. *International Journal of Biological Macromolecules*. 5(5): 874-878.
- Bartholomew RJ, Delaney AM. 1966. Sulphonphthaleins as specific reagents for albumin: determination of albumin in serum. *Australian Association of Clinical Biochemists Journal*. 1(8):214.
- Bhat AA, Haniffa MA, Divya PR, Gopalakrishnan A, James, Milton M, Kumar R, Paray BA. 2011. Molecular characterization of eight Indian snakehead species (Pisces: Perciformes Channidae) using RAPD markers. *Molecular Biology*. 39:4267-4273.
- Burnouf T. 1991. Integration of chromatography with traditional plasma protein fractionation methods. *Bioseparation Journal*. 1:383-396.
- Castellanos MM, CM Colina. 2013. Molecular dynamics simulations of human serum albumin and role of disulfide bonds. *Journal of Physical Chemistry*. 117:11895-11905.
- Chasanah E, Nurilmala M, Purnamasari AR, Fithriani D. 2015. Komposisi kimia, kadar albumin dan bioaktivitas ekstrak protein ikan gabus (*Channa striata*) alam dan hasil budidaya. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 10(2):123-132.
- Chatwall G. 1985. *Spectroscopy atomic and molecule*. Bombay (IN). Himalaya Publishing House.
- Cooper A, Eyles SJ, Radford SE, Dobson CM. 1992. Thermodynamic consequences of the removal of a disulphide bridge from hen lysozyme. *Journal of Molecular Biology*. 225:939-943.
- Deleris G, Petibois C, Cazorla G, Cassaigne A. 2001. Plasma protein contents determined by fourier-transform infrared spectrometry. *Clinical Chemistry*. 47(4):730-738
- George JN, Saucerman S. 2017. Platelet, IgA, IgM, and albumin: Correlation of platelet and plasma concentrations in normal subjects and in patients with itp or dysproteinemia. *Blood Journal*. 72(1): 362-365.
- Gihannam HE, El Haddad ESE, Talab AS. 2015. Bioaccumulation of heavy metals in tilapia fish organs. *Journal of Biodiversity and Environmental Science*. 7(2):88-89.
- Hasan I, Indra TA. 2008. The role of albumin management of liver cirrhosis. *Scientific Journal of Pharmaceutical Development And Medical Application*. 21(2):1-42.
- Hasnain A, Arif SH, Ahmad R, Jabeen M, Khan MM, 2004. Biochemical characterization of a protein of albumin multigene family from serum of African catfish *Clarias gariepinus* Bloch. *Indian Journal of Biochemistry and Biophysics*. 41:148-153.

- Irianto HE, Suryaningrum TD, Suparno, Muljanah. 1995. Penghambatan pembusukan “press liquor” dari pengolahan tepung ikan dengan perlakuan asam formiat dan pemanasan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 1: 1-5.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2015. Keputusan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 18/kepmen-kp/2015 Tentang Pelepasan Ikan Gabus Haruan. <http://www.djpb.kkp.go.id/arsip/file/278/18-kepmen-kp-2015.go.id/> [Juni 2016].
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2015. Statistik Perikanan Tangkap Indonesia Menurut Provinsi 2014. <http://sidatik.kkp.go.id>. [Juni 2016].
- Kinthead RA, Elliot CT, Mooney MH, Canizzo FT, Biolatti B. 2015. Proteomic identification of plasma proteins as markers of growth promoter abuse in cattle. *Analytical And Bioanalytical Chemistry Journal*. 1-13.
- Laemmli UK. 1970. Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*. 227: 680-685.
- Marais V, Massaldi H. 2012. A model mechanism for protein precipitation by caprylic acid. *International Union of Biochemistry and Molecular Biology*. Inc.59 : 50-54.
- Mustafa A, Widodo AM, Kristianto Y. (2012). Albumin and zinc content of snakehead fish (*Channa striata*) extract and its role in health. *IEESE 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. *Jurnal Depik*. 2(3):184-190.
- Nugroho M. 2013. Isolasi albumin dan karakteristik berat molekul hasil ekstraksi secara pengukusan ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Teknologi Pangan*. 4(1):1-12.
- Prasetyo MN, Sari N, Sri CB. 2012. Pembuatan kecap dari ikan gabus secara hidrolisis enzimatis menggunakan sari nanas. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1(1): 329-337.
- Prastari C, Yasni S, Nurilmala M. 2017. Karakteristik protein ikan gabus yang berpotensi sebagai antihiperlipidemik. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 1-11.
- Putri SCR, Agustina W. 2016. Pengaruh pemberian ekstrak albumin ikan gabus (*C. striata*) topikal terhadap percepatan kontraksi luka insisi pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) strain winstar. *Journal of Nursing Care and Biomoleculer*. 1(1):1-6.
- Restiana, Nurpudji A. Taslim, Bukhari, Salim A. 2012. Pengaruh pemberian ekstrak ikan gabus terhadap kadar albumin dan status gizi penderita hiv/aids yang mendapatkan terapi ARV. *Jurnal Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin*. 1-9.
- Riani E. 2015. The effect of heavy metals on tissue damage in different organs of goldfish cultivated in floating fish net in Cirata Reservoir, Indonesia. *Indian Journal Research*. 4: 132-136.
- Rustad T, Nesse N. 1983. Heat treatment and drying capelin mince, effect water binding and soluble protein. *Journal of Food Science*. 48:1320-1347.
- Sari DK, Marliyati SA, Kustiyah L, Khomsan A, Gantohe TM. 2014. Uji organoleptik formulasi biskuit fungsional berbasis tepung ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Agritech*. 34(2):120-125.
- Silva D, Cortez CM, Natalia P, Nogueira, Bastos FF. 2015. Purification and physicochemical study of serum albumin of two neotropical fish spesies from the Sao Fransisco river Bassin, Brazil. *Biota Neotropica*. 15(3):1-4
- Sulistiyati TD. (2010). Pengaruh suhu dan lama pemanasan dengan menggunakan ekstraktor vakum terhadap crude albumin ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Protein*. 15(2):166-176.
- Suwandi R, Nurjanah, Margaretha W. 2014. Proporsi bagian tubuh dan kadar proksimat ikan gabus pada berbagai ukuran. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(1):22-28
- Syamsudin. 2012. *Teknik Bioassay untuk*

- Pengembangan Obat Alam*. Jakarta (ID): Universitas Pancasila.
- Tsaniyatul SMS, Dwi TS, Suprayitno E. 2013. Pengaruh suhu pengukuran terhadap kandungan gizi dan organoleptik abon ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Teknologi Hasil Perikanan Student Journal*. 1(1):33-45.
- War M, Altaff K, Abdulkhader HM. 2011. Growth and survival of larval snakehead *Channa striatus* (Bloch 1793) fed different live feed organisms. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 11:523-528.
- Zakaria NKC. 2015. Pengaruh ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) terhadap penyembuhan luka pascaoperasi bedah laparatomi kucing (*Felis domestica*). [Skripsi]. Makassar (ID): Universitas Hasanuddin.
- Zhou Z, Lipeng W, Zhenyuan S, Saari JT, Craig JMc, Kang J. 2005. Zinc supplementation prevent alcoholic liver injury in mice through attention of oxidative stress. *American Journal of Pathology*. 166(6):1681-1690.