

Karakteristik Protein dan Struktur Jaringan serta Steroid Ikan Sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) berdasarkan Lokasi Daging Berbeda

Mala Nurilmala^{1*}, Agoes Mardiono Jacob¹, Yanti Sinaga¹, Agus Oman Sudrajat²,
Tatag Budiardi², Ronny Irawan Wahyu³, Mohammad Mukhlis Kamal⁴,
Ridwan Affandi⁴, Rizsa Mustika Pertiwi¹

¹Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

²Departemen Budi Daya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

³Departemen Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

⁴Departemen Manajemen Sumber Daya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
IPB University, Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis, Bogor Jawa Barat 16680

Diterima: 22 Desember 2021/Disetujui: 30 Maret 2022

*Korespondensi : mnurilmala@apps.ipb.ac.id

Cara sitasi: Nurilmala M, Jacob AM, Sinaga Y, Sudrajat AO, Budiardi T, Wahyu RI, Kamal MM, Affandi R, Pertiwi RM. 2022. Karakteristik protein dan struktur jaringan serta steroid ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) berdasarkan lokasi daging berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 25(1): 97-106.

Abstrak

Sidat merupakan salah satu ikan konsumsi yang memiliki rasa yang unik serta kaya akan vitamin A, B1, B2, B6, C, D, protein albumin, DHA (*Docosapentaenoic acid*) dan EPA (*Eicosapentaenoic acid*) lebih dikenal dengan omega-3, serta kandungan mineralnya. Penelitian bertujuan menentukan kandungan protein dan steroid serta struktur jaringan di berbagai bagian tubuh yang berbeda pada ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*). Ikan sidat dianalisis pada tiga bagian tubuh meliputi bagian depan, tengah, dan belakang. Profil protein diidentifikasi dengan metode SDS-PAGE dan *Bradford*, steroid dengan metode ekstraksi, struktur jaringan dengan metode mikroskopis. Analisis SDS-PAGE pada daging ikan sidat memiliki bobot molekul protein berkisar 9–199 kDa. Kadar protein terlarut pada daging bagian depan, tengah, belakang secara berturut-turut sebanyak 0,307±0,02 mg/mL, 0,298±0,00 mg/mL, dan 0,349±0,05 mg/mL. Protein larut air dan garam pada bagian depan, tengah, belakang secara berturut-turut 0,469±0,01 mg/mL, 0,336±0,03 mg/mL, 0,437±0,00 mg/mL dan 1,571±0,16 mg/mL, 1,312±0,11 mg/mL, 1,242±0,11 mg/mL. Ikan sidat mengandung steroid pada pelarut etil asetat. Struktur jaringan daging dan kulit ikan sidat memiliki *muscle fiber* dan lapisan *stratum compactum*.

Kata kunci : bobot molekul protein, protein larut air, protein larut garam, steroid

Characteristics of Protein and Tissue Structure and Steroids Eel Fish (*Anguilla bicolor bicolor*) Based on Different Meat Locations

Abstract

Eel is a consumable fish that has a unique taste and is rich in vitamins A, B1, B2, B6, C, D, protein albumin, DHA and EPA which is better known for omega-3, as well as its mineral content. This research aimed to determine the protein and steroid content and tissue structure in various parts of the body in eel fish (*Anguilla bicolor bicolor*). Eels are analyzed on three different body parts covering the front, central, and back. The protein profile was identified by the SDS-PAGE and Bradford methods, steroids by extraction method, tissue structure by the microscopic method. SDS-PAGE analyzed on eel fish meat has a protein molecular weight ranging from 9.825–199.196 kDa. Dissolved protein levels at the front, central, back are 0.307±0.02 mg/mL, 0.298±0.00 mg/mL, and 0.349±0.05 mg/mL. Water soluble and salt soluble proteins at the front, central, back are 0.469±0.01 mg/mL, 0.336±0.03 mg/mL, 0.437±0.00 mg/mL and 1.571±0.16 mg/mL, 1.312±0.11 mg/mL, 1.242±0.11 mg/mL. Eel fish contained steroids in ethyl acetate solvents. The structure of meat tissue and eel fish skin contained muscle fiber and stratum compactum layer.

Keywords : protein molecular weight, salt-soluble protein, steroid, water-soluble protein

PENDAHULUAN

Sidat merupakan salah satu ikan konsumsi yang populer dan sangat digemari di berbagai negara, di antaranya Jepang, Cina, Jerman, dan Perancis. Rasa ikan sidat unik serta nutrisi yang tinggi contohnya vitamin, albumin, asam lemak dan mineral. Kandungan protein tinggi terdapat pada daging ikan sidat (18,09%) (Wijayanti dan Susilo 2018). Ikan sidat dikenal mengandung protein albumin yang dapat menyembuhkan luka terbuka (Sasongko *et al.* 2017). Protein ikan digolongkan menjadi protein miofibril, sarkoplasma dan stroma. Ikan sidat mengandung 17,5% protein yang terdiri dari myofibril, sarkoplasma dan stroma. Protein sarkoplasma terdiri dari albumin, mioalbumin, globulin-X, mioprotein, dan miostromin (Haq *et al.* 2018).

Ikan sidat diduga memiliki kandungan senyawa bioaktif yaitu steroid. Steroid merupakan asam lemak yang berupa hormon turunan kolesterol (Samejo *et al.* 2013). Steroid tergolong senyawa bioaktif yang banyak ditemukan pada ikan laut salah satunya teripang dengan konsentrasi steroid 61,41 mg/mL. Senyawa steroid adalah hormon ekonomis cukup penting yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber aprodisiaka alami, peningkat vitalis dan pembalikan sifat kelamin (*sex reversal*). Dalam bidang industri hormon steroid yang sering digunakan ialah hormon steroid sintetik (Meydia *et al.* 2016). Ikan dalam bentuk segar memiliki kandungan gizi yang tinggi dan memiliki tekstur daging yang kompak, kenyal, dan padat.

Tekstur daging ikan berkaitan dengan jaringan otot. Tekstur daging yang kompak (kenyal) ditentukan dari jaringan-jaringan otot, pengikat dan lemak yang merupakan penyusun daging ikan. Jaringan pengikat dan jaringan lemak memiliki fungsi dalam menyatukan serat-serat pada jaringan otot (Tajerin *et al.* 2000). Bagian tubuh pada ikan memiliki jaringan otot yang berbeda (Kobayashi *et al.* 2006).

Ikan sidat di bagian tubuh meliputi kepala, daging, dan ekor yang diperoleh memiliki kandungan protein yang berbeda. Kadar protein ikan sidat pada bagian kepala, daging, dan ekor masing-masing diperoleh

hasil 16,07%, 18,09%, dan 17,15% (Wijayanti dan Susilo 2018). Aulia (2019) menyatakan bahwa komposisi protein larut air dan garam pada bagian daging depan, tengah, dan belakang ikan lencam diperoleh berbeda. Ikan sidat sangat digemari oleh banyak negara, salah satunya Jepang, masyarakat Jepang lebih suka mengkonsumsi daging ikan sidat karena pada daging merupakan sumber kolagen. Ikan sidat dianalisis dengan pembagian daging menjadi bagian depan, tengah, dan belakang untuk menentukan adanya perbedaan protein yang terkandung pada setiap bagian dan mengetahui bagian yang berpotensi untuk dimanfaatkan. Informasi tentang ikan sidat belum banyak dilaporkan di Indonesia. Tujuan penelitian ini untuk menentukan kandungan protein terlarut, protein larut air (PLA), protein larut garam (PLG), bobot molekul protein, struktur jaringan serta menentukan kandungan steroid pada ikan sidat.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) ukuran 230-336 g yang diperoleh dari PT Laju Banyu Semesta, Bogor. Bahan lain yang digunakan yaitu larutan garfis, akuades, *bovine serum albumin* (BSA), *Coomassie Brilliant Blue* (AppliChem, Darmstadt, Jerman), metanol (Merck, Darmstadt, Jerman), etil asetat (Merck, Darmstadt, Jerman), alkohol, tris-HCl (Bio-Rad, USA), NaCl, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, asam asetat anhidrat, kloroform, dan asam sulfat pekat. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu blender, timbangan analitik (OHAUS FC5718R, New Jersey, AS), mikropipet, sentrifuse dingin (BECKMAN model J2-21, California, AS), spektrofotometer (Rayleigh UV1800 V/VIS-Spectrophotometer), vortex, homogenizer (Nissei AM-3), pH meter (WalkLAB TI 9000), *freezer*, mikroskop cahaya, dan elektroforesis (Peqlab VWR, AS).

Metode Penelitian

Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan yaitu pengukuran morfometrik, rendemen, preparasi ikan (pemisahan tiga bagian daging), penyimpanan pada suhu rendah dan homogenisasi daging. Daging

ikan pada tiga bagian yang berbeda meliputi depan, tengah dan belakang dianalisis meliputi profil protein (*Sodium Deodecyl Sulphate Polyacrilamid Gel Electrophoresis/ SDS-PAGE*) (Laemlli 1970 modifikasi oleh Nurilmala *et al.* 2017), konsentrasi protein (Bradford 1976), PLA (Gallego *et al.* 2016), PLG (Gao *et al.* 2016), dan histologi (Ariyadi dan Suryono 2017). Pengujian steroid dilakukan dengan pemisahan bagian tubuh dan jeroan (Lieberman-Burchard Cook 1958). Data yang diperoleh dari diolah menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan deskriptif. Metode RAL digunakan untuk menentukan perbedaan pada berbagai bagian tubuh meliputi bagian depan, tengah, dan belakang yaitu pada analisis konsentrasi protein. Metode deskriptif digunakan untuk menganalisis data pada steroid, histologi, morfometrik, dan proporsi tubuh. Analisis data menggunakan program SPSS dan data dianalisis secara statistik dengan analisis ragam (ANOVA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfometrik Ikan Sidat

Parameter morfometrik yang diukur meliputi bobot total, panjang total, panjang baku, dan lebar ikan sidat. Hasil pengukuran morfometrik dapat dilihat pada *Table 1*. Ikan sidat yang digunakan pada penelitian ini termasuk kedalam kategori ikan ukuran konsumsi.

Table 1 Eel Morphometric

Parameters	Result
Total weight (g)	272.47±56.13
Total Length (cm)	54.33±00.58
Standard Length (cm)	48.67±00.58
Width (cm)	2.43±00.51
Height (cm)	2.87±00.38

Rata-rata berat total ikan sidat *A. bicolor bicolor* yaitu 446 g dengan panjang total yaitu 62 cm (Nafsiyah *et al.* 2018). Suryati *et al.* (2018) melaporkan bahwa ikan sidat *A. bicolor bicolor* ukuran panjang total 16,5-63,5 cm dan bobot total 6,0-420,9 g. Tiap spesies ikan dapat memiliki ciri morfometrik

yang berbeda-beda disebabkan oleh faktor umur, jenis kelamin, dan lingkungan, misal pH, salinitas, serta makanan (Effendi 1997). Pertumbuhan panjang tubuh dan bobot ikan sidat berbanding lurus, proporsi bagian tubuh ikan bertambah mulai dari kepala hingga jeroan (Muthmainnah 2013). Pertumbuhan ikan sidat dipengaruhi oleh pemberian pakan yang dapat memenuhi kebutuhan gizi yaitu terhadap kecepatan pertumbuhan ikan sidat.

Proporsi Bagian Tubuh Ikan Sidat

Bagian tubuh ikan sidat dipisahkan antara satu dan lainnya, terdiri dari kulit, jeroan, tulang, dan daging kemudian ditimbang dan dipersentasekan. Hasil persentase proporsi bagian tubuh ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) dapat dilihat pada *Figure 1*.

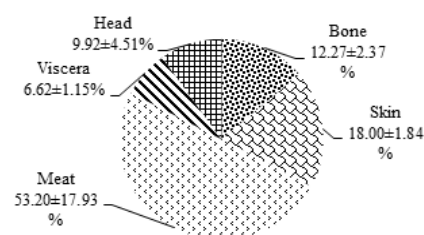


Table 1 Eel Body Part Proportions

Figure 1 menunjukkan bahwa persentase proporsi tubuh ikan sidat, masing-masing bagian tubuh memiliki proporsi yang berbeda-beda berdasarkan ukuran atau bobot ikan sidat tersebut. Bobot rendemen meningkat seiring dengan bertambahnya bobot ikan. Nafsiyah *et al.* (2018) melaporkan komposisi nutrisi ikan sidat tulang dan kepala yaitu 21%, daging 49%, kulit 21%, dan jeroan 8%. Perbedaan nilai proporsi bagian tubuh ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yang meliputi keadaan perairan atau habitatnya, jenis ikan, ukuran, dan kondisi fisiologis ikan, serta rantai penanganan sejak penangkapan hingga preparasi. Proporsi bagian tubuh ikan semakin meningkat sesuai dengan ukuran bobot ikan. Rendemen ikan dipengaruhi oleh pertumbuhan ikan (Suwandi *et al.* 2014). Perbedaan pertumbuhan ikan meliputi jenis kelamin, umur, faktor keturunan, dan

ketersediaan makanan (Sumarto dan Rengi 2014). Bagian tubuh ikan sidat yang dapat dimanfaatkan ialah bagian tulang, kepala dan hati, ketiga bagian tersebut diaplikasikan dalam pembuatan tepung tulang, tepung kepala, dan tepung hati ikan sidat. Tepung ikan sidat merupakan produk bergizi tinggi yaitu kaya akan protein dan mineral yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk diversifikasi pangan, bahan tambahan dan produk pangan fungsional (Widyasari *et al.* 2013).

Bobot Molekul Protein Ikan Sidat

Analisis profil protein dilakukan untuk menentukan gambaran profil protein secara kualitatif dan penentuan bobot protein pada suatu bahan. Hasil yang diperoleh berupa pita sebaran protein berdasarkan masing-masing bobot molekulnya. Bobot molekul dari hasil pengujian SDS-PAGE pada daging ikan sidat dapat dilihat pada *Figure 2*.

Analisis pengamatan profil protein pada daging ikan sidat dengan tiga perlakuan yaitu daging bagian depan, tengah, dan belakang menunjukkan bahwa bobot molekul protein diperoleh berkisar 9–199 kDa. Berdasarkan hasil tersebut pita protein yang terdapat pada ketiga bagian daging ikan tidak jauh berbeda dan pita protein bervariasi terlihat tebal dan tipis. Intensitas ketebalan pita protein berkorelasi dengan konsentrasi protein, semakin tebal pita menunjukkan

semakin tinggi konsentrasi protein begitupun sebaliknya (Tanjung dan Kusnadi 2014). Berdasarkan bobot molekul yang diperoleh daging ikan sidat memiliki protein albumin dengan bobot molekul berada diantara 60-75 kDa. Protein albumin memiliki bobot molekul berkisar antara 61-78 kDa (Utomo *et al.* 2017). Haq *et al.* (2018) melaporkan bahwa ikan sidat mengandung protein sarkoplasma yang mengandung albumin, mioalbumin, globulin-X, mioprotein dan miostromin. Albumin tersusun atas *single polypeptide chain* (rantai polipeptida tunggal) yang memiliki berat molekul berkisar 66,4 kDa.

Konsentrasi Protein Terlarut

Berbagai bagian tubuh ikan dianalisis untuk menentukan konsentrasi protein terlarut. Hasil analisis protein terlarut ikan sidat dengan perlakuan perbedaan bagian daging dapat dilihat pada grafik yang disajikan pada *Figure 3*. Konsentrasi protein terlarut ketiga bagian daging ikat sidat diperoleh hasil yang tidak berbeda nyata.

Kelarutan protein mengacu pada jumlah total protein yang masuk ke dalam larutan pada kondisi tertentu. Protein terlarut tergantung pada struktur protein, pH, lama waktu ekstraksi, suhu, serta faktor instrinsik lainnya. Peningkatan kelarutan protein ditunjukkan oleh semakin banyaknya protein yang terlarut yang terdapat pada bagian supernatan dan

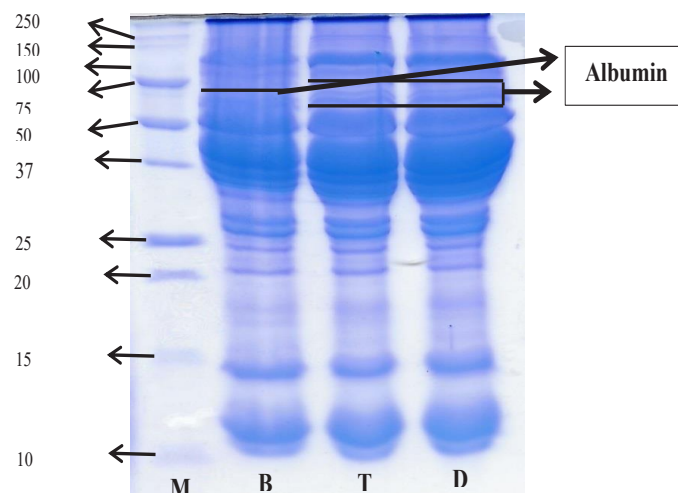


Figure 2 Molecular weight of eel fish meat. M=Marker 250 KDa; D=Front; T=Middle Part; B=Back

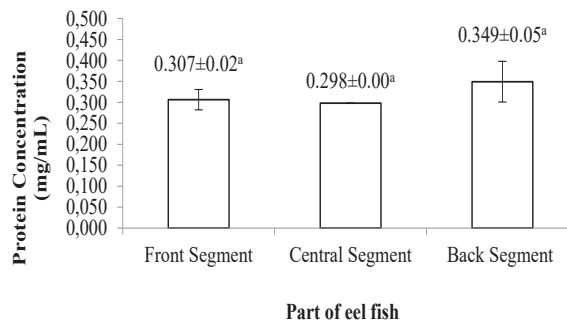


Figure 3 Dissolved proteins of eel fish front, center, and back

kadar protein terlarut mengalami penurunan mengakibatkan kualitas protein pada ikan juga akan mengalami penurunan (Anggi *et al.* 2020).

Protein Larut Air (PLA) Ikan Sidat

Pengukuran protein larut air ikan sidat dilakukan menggunakan metode Bradford. PLA yaitu protein sarkoplasma terbesar kedua setelah miofibril yang jumlahnya berkisar 15-35% pada ikan (Ladrat *et al.* 2003). Kandungan protein larut air pada daging ikan sidat dapat dilihat pada *Figure 4*.

Figure 4 menunjukkan protein larut air pada ketiga bagian daging ikan sidat yaitu bagian depan, tengah, dan belakang. Hasil uji menunjukkan bahwa ikan dengan perlakuan bagian depan dan belakang tidak berbeda signifikan, sedangkan ikan perlakuan bagian tengah diperoleh berbeda signifikan. Kadar sarkoplasma akan berubah seiring dengan lamanya penyimpanan yang tergantung pada suhu penyimpanan.

Kandungan protein larut air yang berbeda pada setiap jenis ikan dapat dipengaruhi oleh habitat dan makanan. Kandungan miogen dalam otot ikan juga memengaruhi protein

larut air yang tergantung pada spesiesnya, namun pada umumnya lebih tinggi pada ikan pelagis dibandingkan dengan ikan demersal (Gultom *et al.* 2015). Daging bagian tengah diperoleh protein larut air lebih rendah, hal ini dipengaruhi oleh struktur jaringan daging memiliki ruang antar serat daging lebih lebar dan serat daging memiliki percabangan, adanya perbedaan jaringan otot pada setiap bagian ikan yang berbeda berpengaruh terhadap nilai protein larut yang terkandung pada bagian tersebut, bagian tengah memiliki jaringan otot yang lebih kuat, dan protein sarkoplasma terdapat di dalam cairan dan antar serat otot dan adanya enzim metabolik yang dapat mengurangi stabilitas fungsional protein (Suwandi *et al.* 2014). Dawson *et al.* (2018) menyatakan bahwa perbedaan pada setiap bagian tubuh ikan dapat disebabkan oleh adanya perbedaan relaksasi otot pada setiap bagian. Protein sarkoplasma atau miogen terdiri dari albumin, mioalbumin, dan mioprotein. Semakin rendah nilai kadar protein larut air berpotensi sebagai bahan baku surimi.

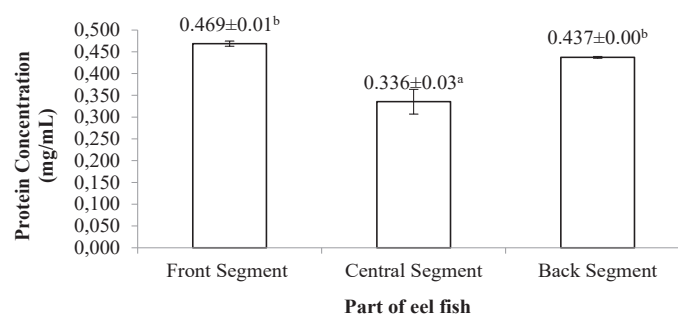


Figure 4 Water soluble protein (PLA) eel fish front, center, and back

Protein Larut Garam (PLG) Ikan Sidat

Protein yang tergolong PLG di antaranya myofibril, yaitu protein yang terdapat pada benang-benang daging (Subagio *et al.* 2004). Kandungan protein larut garam pada daging ikan sidat dapat dilihat pada *Figure 5*. *Figure 5* menunjukkan protein larut garam pada ketiga bagian daging ikan sidat yaitu bagian depan, tengah, dan belakang tidak berpengaruh signifikan.

Gultom *et al.* (2015) melaporkan bahwa pada beberapa jenis ikan air tawar berkisar 3,40 mg/g - 4,39 mg/g. Kandungan PLG ikan dapat mengalami perbedaan terutama disebabkan oleh habitat atau lingkungan hidup dan makanan. Daging ikan mengandung dua pertiga protein miofibril. Protein miofibril secara umum digolongkan sebagai protein larut garam yang merupakan komponen utama yang memiliki kemampuan untuk membentuk jaringan sekitar 70% dari total protein di dalam daging ikan (Park dan Lin 1996). Protein miofibril dapat larut dengan adanya degradasi dari rantai myosin pada kekuatan ionik rendah (Andini 2006). Perbedaan kandungan protein larut garam pada setiap jenis ikan dipengaruhi oleh habitat atau lingkungan hidup dan makanan. Protein miofibril terdapat pada benang-benang daging yang terdiri dari myosin, aktin, dan tropomyosin (Subagio *et al.* 2004). Benang-benang daging pada ketiga bagian daging ikan sidat memiliki struktur yang berbeda yang mempengaruhi komposisi protein larut garam yang dihasilkan. Pada bagian depan daging tersusun atas benang-benang fibril yang tersusun rapih serta memiliki ruang antar fibril. Bagian depan memiliki benang-benang *penyusun stratum compactum* yang terlihat lebih panjang dan lebih tebal bila dibandingkan dengan daging bagian tengah

dan belakang ikan sidat yang dapat dijadikan sebagai sumber kolagen. Protein miofibril dapat larut disebabkan adanya degradasi dari rantai myosin pada kekuatan ionik rendah atau adanya protease (Andini 2006). Protein larut garam atau miofibril berperan dalam pembentukan gel pada surimi (Wawasto *et al.* 2018). Myosin dan aktomiosin merupakan protein larut garam yang berperan dalam pembentukan gel surimi (Hassan *et al.* 2017).

Identifikasi Kualitatif Steroid Ikan Sidat

Identifikasi keberadaan steroid dilakukan pada berbagai bagian tubuh ikan sidat meliputi daging bagian depan, tengah, dan belakang serta pada jeroan ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*). Sampel yang diuji adalah daging dalam keadaan segar (beku). Hasil uji warna tersebut dapat dilihat pada *Table 2*.

Table 2 Results of identification of the presence of steroids in eel fish

Sample	Qualitative	
	Methanol	Acetic acid
Front meat	-	+
Central meat	-	+
Back meat	-	+
Viscera	-	-

Note : (-)= steroids undetected; (+) : steroids detected

Table 2 menunjukkan hasil uji secara kualitatif (visual) daging dan jeroan ikan sidat. Ekstrak yang mengandung steroid akan menunjukkan warna hijau, sedangkan yang tidak berubah warna dapat disimpulkan tidak mengandung senyawa steroid. Hasil proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kondisi alamiah bahan alam,

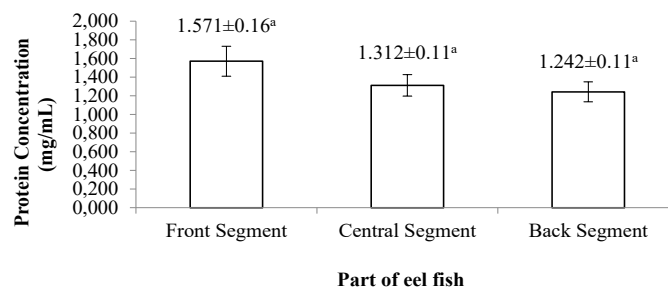


Figure 5 Salt soluble protein (PLG) eel fish front, center, and back

metode dan waktu ekstraksi, ukuran partikel bahan, kondisi dan lama penyimpanan, serta perbandingan pelarut (Jamaludin 2005). Coulson dan Richardson (1999) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi ekstraksi meliputi ukuran partikel, pelarut, suhu dan pengadukan.

Histologi Daging Ikan Sidat

Analisis struktur jaringan bertujuan untuk mengetahui perbedaan struktur pada daging ikan sidat bagian depan, tengah, dan belakang. Perbedaan struktur daging ikan sidat terlihat setelah diamati melalui mikroskop. Struktur jaringan daging ikan sidat segar dapat dilihat pada *Figure 6*.

Figure 6A menunjukkan daging ikan sidat tersusun atas serat-serat daging (*muscle*

fiber) yang dibatasi oleh ruang antar serat (*interfibrillar room*) sebagaimana ditunjukkan oleh (b), yang kearah tengah dan belakang bagian (posterior) tubuh ruang tersebut semakin luas. *Figure 6B* menunjukkan keadaan jaringan kulit dan daging yang berbatasan dengan kulit tersebut. Lapisan kulit bagian depan (anterior) ikan sidat memiliki lapisan *stratum compactum*, yang merupakan sumber utama kolagen pada kulit ikan, dan tersusun atas benang-benang (fibril) yang tersusun rapi serta memiliki ruang antar fibril. *Figure 6C* dan *6D* menunjukkan keadaan jaringan daging daerah tengah arah anterior-posterior ikan sidat. Serat daging secara longitudinal memiliki percabangan, sebagaimana terlihat pada *Figure 6C*. Sekelompok serat daging dibatasi oleh mysium yang tersusun menggelombang (j).

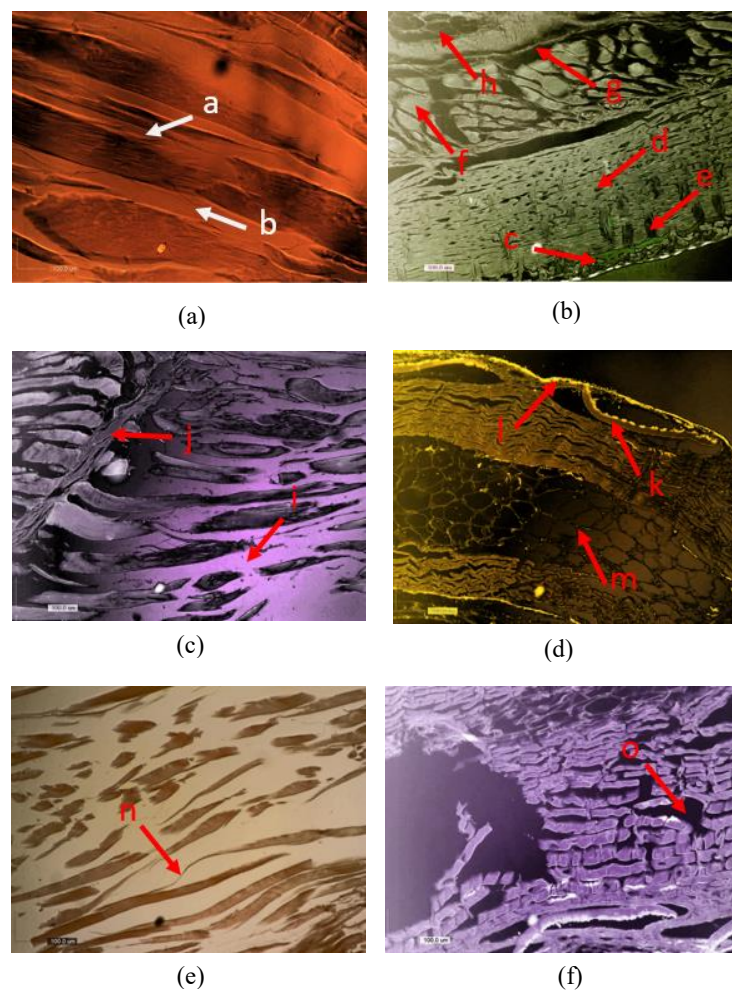


Figure 6 Histology of eel meat (1) front eel (40x10), (2) front eel (10x10). (3) middle eel (10x10), (4) middle eel (10x10), (5) rear eel (10x10), (6) rear eel (10x10)

Figure 6B terlihat, bahwa *stratum compactum* terdiri dari dua lapisan yang diantara kedua lapisan tersebut terdapat lapisan lemak. Benang-benang penyusun lapisan *stratum compactum* terlihat lebih menggelombang dibanding benang-benang yang sama, yang ada di daerah anterior tubuh ikan. Keadaan ini diduga terkait dengan kemampuan kulit di daerah ini untuk menerima tekanan mekanik gerakan berkelok yang lebih ekstrim. Bila dibandingkan dengan keadaan di *Figure 6B*, maka batas radial antar kelompok serat longitudinal di daerah ini jauh lebih tipis. Benang-benang yang terluar pada *stratum compactum* di daerah tengah tubuh ikan ini membelok ke arah luar kulit dan membentuk kantong (*pocket*) dan berisi sisik (*scale*), yang berbentuk melengkung dan kedua ujungnya meruncing serta salah satu sisinya bergerigi. *Figure 6E* dan *6F* menunjukkan keadaan jaringan daging dan kulit ikan di daerah posterior ikan sidat. Lapisan *stratum compactum* juga terdiri dari dua lapisan, yang diantara kedua lapisan tersebut juga terdapat lapisan lemak. Benang-benang penyusun lapisan *stratum compactum* terlihat lebih pendek jika dibandingkan benang-benang yang sama, yang ada di bagian anterior dan tengah ikan. Benang-benang longitudinal penyusun *stratum compactum* terdapat ruang-ruang yang terlihat lebih jelas dan relatif lebih banyak bila dibandingkan ruang-ruang yang sama, yang ada di daerah anterior dan tengah ikan. Lapisan dermis terdiri dari dua bagian meliputi *stratum laxum* (*stratum spongiosum*) lapisan dermis bagian luar dan *stratum compactum* pada bagian dalam. *Stratum compactum* terdapat pada jaringan ikat kolagen yang tersusun teratur dan lebih tebal. *Stratum compactum* kulit bagian dorsal terlihat lebih tebal daripada abdomen (Afrizan *et al.* 2018).

KESIMPULAN

Daging ikan sidat pada bagian depan, tengah dan belakang mengandung konsentrasi protein 0,298-0,349 mg/mL, protein larut air 0,336- 0,469 mg/mL dan protein larut garam 1,242-1571 mg/mL. Bobot molekul protein daging sidat bagian depan, tengah dan belakang berkisar 9–199 KDa. Steroid pada

ikan sidat terdeteksi menggunakan pelarut etil asetat. Struktur jaringan daging dan kulit ikan sidat terdapat *muscle fiber* dan lapisan *stratum compactum*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada BRIN pada pendanaan penelitian atas nama Prof Dr Mala Nurilmala, SPi MSi Skema Penelitian Prioritas Riset Nasional (PRN) dengan judul Pengembangan Inovasi Pengolahan Sidat Nomor kontrak 001/EA.1/AK.04.PRN/2021

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizan N, Zainuddin, Iskandar CD, Masyitha D, Winaruddin, Balqis U. 2018. Struktur histologi kulit belut sawah (*Monopterus albus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*. 2(1):196-205.
- Andini YS. 2006. Karakteristik tikur surimi hasil ozonisasi daging merah ikan tongkol. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Anggi AH, Edison, Diharmi A. 2020. Analisis kadar protein terlarut hidrolisat protein ikan cunang (*Congresox talabon*) menggunakan metode Bradford. *Jurnal Agroindustri*. 7(1): 79-86.
- Aulia MI. 2019. Karakteristik protein ikan lencam (*Lethrinus sp.*). [Skripsi]. Bogor (ID) : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Ariyadi T, Suryono H. 2017. Kualitas sediaan jaringan kulit metode *microwave* dan *conventional histoprocessing* pewarnaan hematoxylin eosin. *Jurnal Labora Medika*. 1(1): 7-11.
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. 72(1-2): 248-254.
- Cook RP. 1958. *Cholesterol (Chemistry, Biochemistry, and Pathology)*. New York: Academic Press Inc. Publishers.
- Coulson JM, Richardson JF. 1999. *Chemical Engineering-4th ed.* British Library Cataloguing in Publication Data. Bath Press, Bath. Great Britain.
- Dawson P, Jeddawi AW, Remington N. 2018.

- Effect of freezing on the shelf life of salmon. *International Journal of Food Science*. 1-12.
- Effendi 1997. *Biologi Perikanan*. Jakarta (ID): Yayasan Pustaka Nusatama. Hlm 145-150.
- Gallego M, Mora L, Aristory MC, Toldra F. 2016. The use of label-free mass spectrometry for relative quantification of sarcoplasmic proteins during the processing of dry-cured ham. *Food Chemistry*. 196:437-444.
- Gao X, Hao X, Xiong G, Ge Q, Zhang W, Zhou G, Yue X. 2016. Interaction between carrageenan/soy protein isolates and salt-soluble meat protein. *Food and Bioprocess Processing*. 100:47-53.
- Gultom OW, Lestari S, Nopianti R. 2015. Analisis proksimat, protein larut air, dan protein larut garam pada beberapa jenis ikan air tawar Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 4(2):120-127.
- Haq FM, Santoso H, Syauqi A. 2018. Analisis kadar protein albumin ikan sidat (*Anguilla bicolor*) air tawar segar dan dikukus di Madura Lamongan. *Jurnal Ilmiah Sains Alami*. 1(1): 13-19.
- Hassan MA, Balange AK, Senapati SR, Xavier KA. 2017. Effect of different washing cycle on the quality of *Pangasius hypophthalmus* surimi. *Fishery Technology*. 54:51-59.
- Jamaludin D. 2005. Studi awal kandungan steroid dan uji aktivitas antibakteri ikan laut dalam (*Satyrichthys welchii*) dari Perairan Selatan Jawa [skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Kobayashi A, Tanaka H, Hamada Y, Ishizaki S, Nagashima Y, Shiomi K. 2006. Comparison of allergenicity and allergens between fish white and dark muscles. *Allergy*. 61:357-363.
- Ladrat C, Bagnis VV, Noel J, Fleurence J. 2003. In vitro proteolysis of myofibrillar and sarcoplasmic proteins of white muscle of sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*): effect of cathepsins B, D, and L. *Food Chemistry*. 81:517-525.
- Meydia, Suwandi R, Suptijah P. 2016. Isolasi senyawa steroid dari teripang gama (*Stichopus variegatus*) dengan berbagai jenis pelarut. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 362-369.
- Muthmainnah D. 2013. Hubungan panjang berat dan faktor kondisi ikan gabus (*Channa striata* Bloch, 1973) yang dibesarkan di Rawa, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Depik*. 2(3):184-190.
- Nafsiyah I, Nurilmala M, Abdullah A. 2018. Komposisi nutrisi ikan sidat *Anguilla bicolor bicolor* dan *Anguilla marmorata*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(3): 504-512.
- Nurilmala M, Abdullah A, Nurhayati T, Zakiah A. 2017. *Panduan Praktikum Matakuliah Biomolekuler Hasil Perairan*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Park JW, Lin TM. 1996. Protein solubility in pacific whiting affected by proteolysis during storage. *J. Food Sci*. 61:536-539.
- Samejo MQ, Memon S, Bhanger MI, Khan KM. 2013. Isolation and characterization of steroids from calligonum polygonoides. *Journal of Pharmacy Research*. 6(2013) : 346-349.
- Sasongko H, Efendi NR, Budihardjo A, Farida Y, Amartiwi T, Rahmawati AA, Wicaksono A, Sugiyarto. 2017. Solvent and extraction methods effects on the quality of eel (*Anguilla bicolor*) oil. *Journal of Physics : Conference Series*. 795(2017) : 1-4.
- Subagio A, Windrati WS, Fauzi M, Witono Y. 2004. Karakterisasi protein miofibril dari ikan kuniran (*Upeneus moluccensis*) dan ikan mata besar (*Selar crumenophthalmus*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 15(1):70-78.
- Sumarto, Rengi P. 2014. Pengembangan penerapan produksi bersih hasil pengolahan perikanan berbasis ikan patin. *Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau*. 1-13.
- Suryati NK, Fauziyah, Ngudiantoro. 2018. Species composition and length-weight relationship of anguillid eels habited in Bengkulu waters, Indonesia. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*. 2(2018): 48-53.
- Suwandi R, Nurjanah, Margaretha W. 2014. Proporsi bagian tubuh dan kadar proksimat ikan gabus pada berbagai

- ukuran. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 17(1): 22-28.
- Tajerin, Rabegnatar INS, Muharram B. 2000. Pengaruh kecepatan arus air dalam kolam terhadap tekstur daging ikan mas. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 6(2): 53-61.
- Tanjung YLR, Kusnadi J. 2014. Biskuit bebas gluten dan bebas kasein bagi penderita autis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(1): 11-12.
- Utomo WT, Suarsana IN, Suartini IGAA. 2017. Karakteristik protein plasma sapi Bali. *Jurnal Veteriner*. 18(2): 232-238.
- Wawasto A, Santoso J, Nurilmala M. 2018. Karakteristik surimi basah dan kering dari ikan baronang (*Siganus sp.*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(2): 367-376.
- Widyasari RHE, Kusharto CM, Wiryawan B, Wiyono ES, Suseno SH. 2013. Pemanfaatan limbah ikan sidat Indonesia (*Anguilla bicolor*) sebagai tepung pada industry pengolahan ikan di Pelabuhan Ratu, Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 8(3):215-220.
- Wijayanti I, Susilo ES. 2018. Proximate content of wild and cultured eel (*Anguilla bicolor*) in different part of body. *IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science*. 116: 1-8.