



**PROFIL PROTEIN IKAN LEMURU DENGAN PENDINGINAN OVEN,  
PENDINGIN MATAHARI DAN SINAR MATAHARI BERBASIS SDS PAGE**

*THE PROTEIN PROFILE OF SARDINELLA LEMURU WITH OVEN, DRYING RACK, AND  
DIRECT SUN DRIED METHOD BASED ON SDS PAGE*

**Ni Made Ayu Suardani Singapurwa, I Putu Candra, A.A. Made Semariyani**

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Warmadewa, Denpasar 80234 Bali,  
Indonesia

email: a.suardani@gmail.com

Diserahkan [22 Juli 2021]; Diterima [1 Agustus 2022]; Dipublikasi [31 Agustus 2022]

**ABSTRACT**

*Lemuru fish (Sardinella lemuru) contains high nutritional value and is very important for humans as well as affordable source of protein. Lemuru fish are very perishable and seasonally produced, so it needs to be preserved. The people of Jembrana Regency, Bali, preserve it into spiced dried fish called Pedetan. The aim of this study was to determine the protein profile of unseasoned and seasoned lemuru fish which were dried in an oven, artificial dryer and sun drying. The research method used is the Sodium Dodecyl Sulfate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE) method to determine the molecular weight (BM), to see the damage to the protein in the sample. The results of analysis of the protein profile of lemuru meat based on its molecular weight using SDS-PAGE showed that the molecular weight of the separated protein bands varied from 31 to 524 kDa. Based on the results of protein profile analysis, sun drying can cause protein denaturation which is characterized by a decrease in the number of protein bands. Drying with an artificial drying device can reduce damage, because the protein bands can still be maintained, and drying with an oven causes protein damage that is not as big as drying with the sun drying method. While the addition of seasoning for fresh lemuru does not cause protein damage, it can be seen from the number of protein bands that do not change.*

**Keywords:** Protein Profile; *Sardinella lemuru*; Sodium Dodecyl Sulfate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis

**ABSTRAK**

Ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) mempunyai nilai gizi yang tinggi dan sangat penting bagi manusia serta merupakan sumber protein yang harganya relatif murah. Ikan lemuru sangat mudah busuk dan produksinya musiman, sehingga perlu dilakukan pengawetan. Masyarakat Kabupaten Jembrana Bali mengawetkan menjadi ikan kering berbumbu yang disebut Pedetan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil protein ikan lemuru tidak berbumbu dan berbumbu yang dikeringkan dengan oven, alat pendingin buatan dan sinar matahari. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Sodium Dodecyl Sulfat-Polyacrylamide Gel Electrophoresis* (SDS- PAGE) untuk menentukan berat molekul (BM), melihat kerusakan protein pada sampel. Hasil analisis profil protein daging ikan lemuru berdasarkan berat molekulnya menggunakan SDS-PAGE menunjukkan bahwa berat molekul pita protein yang terseparasi bervariasi berkisar dari 31 – 524 kDa. Berdasarkan hasil analisis profil protein, maka pendinginan dengan matahari dapat menyebabkan denaturasi protein yang ditandai dengan menurunnya jumlah pita protein. Pendinginan dengan alat penjemur matahari dapat mengurangi kerusakan, karena pita protein masih bisa dipertahankan, dan pendinginan dengan oven menyebabkan kerusakan protein yang tidak sebesar pendinginan dengan matahari. Sedangkan pemberian bumbu untuk ikan lemuru segar tidak menyebabkan kerusakan protein, dapat dilihat dari jumlah pita protein yang tidak mengalami perubahan.

**Kata Kunci :** Profil Protein; *Sardinella lemuru*; Sodium Dodecyl Sulfat-Polyacrylamide Gel Electrophoresis

**Saran sitasi:** Singapurwa, N. M. A. S., Candra, I. P., & Semariyani, A. A. M.. 2022. Profil Protein Ikan Lemuru dengan Pendinginan Oven, Pendingin Matahari dan Sinar Matahari Berbasis SDS Page *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 15(2), 83-95. <https://doi.org/10.20961/jthp.v15i1.53612>

## PENDAHULUAN

Ikan lemuru mempunyai nilai gizi yang tinggi sebagai sumber protein yang harganya relatif murah, namun ikan lemuru sangat mudah busuk dan produksinya musiman, sehingga perlu dilakukan pengawetan. Proses pengawetan biasanya melibatkan perlakuan fisik seperti pengasapan, pengeringan, pendinginan dan pembekuan. Pengawetan juga ada yang melibatkan penambahan bahan kimia seperti bahan pengawet, pelunak, penggaraman dan lain-lain (Hasanah dan Suyatna, 2015). Pengawetan dengan pengeringan dapat dilakukan secara tradisional dengan alat pengering para-para. Pengering ini biasa digunakan oleh masyarakat nelayan di Kabupaten Jembrana Bali dalam mengawetkan ikan lemuru menjadi *pedetan*. *Pedetan* merupakan produk pangan tradisional yang dibuat dengan mengeringkan ikan lemuru yang sudah diberi bumbu. Masyarakat mengolah ikan lemuru menjadi *pedetan* dimulai saat penerimaan bahan baku ikan lemuru, dibersihkan sisik, isi perut dan dibuang tulang belakangnya, serta dibelah menjadi bentuk kupu-kupu dan dicuci. Ikan lemuru yang sudah bersih dicampur dengan bumbu tradisional Bali dan dijemur di bawah sinar matahari selama 2-3 hari (Singapurwa *et al.*, 2014). Pengolahan *pedetan* yang berbeda dari proses penerimaan bahan baku sampai proses distribusi (Singapurwa *et al.*, 2017a; Singapurwa *et al.*, 2017b) serta penyimpanan *pedetan* ikan lemuru dengan bahan pengemas yang berbeda akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas *pedetan* yang dihasilkan (Singapurwa *et al.*, 2017c).

Adanya mikroba yang dapat mencemari *pedetan* akan dapat menurunkan kualitas produk karena terjadi pembusukan. Penerapan kelayakan dasar pengolahan pangan dengan *Good Manufacturing Practice* (GMP) dan *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) akan dapat menurunkan mikroba kontaminan yang dapat mencemari *pedetan* ikan lemuru (Singapurwa *et al.*, 2016; Singapurwa *et al.*, 2017b; Singapurwa *et al.*, 2017d). Total mikroba pada *pedetan* ikan lemuru sebelum dan sesudah menerapkan GMP dan SSOP

masing-masing sebesar  $1.56 \times 10^7$  CFU/g (Singapurwa *et al.*, 2017b) dan  $5.5 \times 10^4$  CFU/g (Singapurwa *et al.*, 2017d), dan setelah dilakukan pengemasan sebesar  $15.22 \times 10^3$  CFU/g (Singapurwa *et al.*, 2017c). Kerusakan *pedetan* terjadi karena adanya kapang pada permukaan ikan dan kapang yang sering mencemari ikan kering adalah kapang *Aspergillus* sp. (Singapurwa *et al.*, 2018). Bumbu bawang putih dan kencur dapat menghambat pertumbuhan kapang *Aspergillus* sp yang mencemari *pedetan* ikan lemuru (Singapurwa *et al.*, 2019; Singapurwa *et al.*, 2021). Ikan lemuru mengandung nilai gizi yang tinggi dengan kandungan protein, asam amino, asam lemak omega 3 dan omega 6 serta beberapa mineral yang memegang peranan dalam pemeliharaan fungsi tubuh pada tingkat sel, jaringan, organ maupun fungsi tubuh secara keseluruhan.

Pengolahan ikan dengan penggaraman dapat berpengaruh terhadap protein ikan yaitu makin tinggi kadar garam yang ditambahkan maka protein yang terdapat pada ikan akan terdenaturasi. Proses penggaraman 10% b/v pada daging ikan merupakan proses penggaraman yang paling disarankan dibandingkan proses penggaraman 20,30 dan 40% b/v (Suardi *et al.*, 2019). Pemberian garam 2% garam dan rempah-rempah (0,2% kunyit, 0,2% cabai, 0,2% lada) yang ditambahkan sampel juga memiliki kelembaban, aktivitas air, kadar garam yang lebih baik dengan skor tertinggi untuk semua atribut sensorik (Nuwanthi *et al.*, 2016).

Pada pengeringan daging ikan dengan tiga metode berbeda, yaitu pengeringan oven *Cabinet dryer*, *microwave vacuum drying*, dan *freeze drying*, metode pengeringan *freeze drying* menunjukkan kualitas yang lebih baik pada kadar air, indeks penyerapan air, dan indeks kelarutan air, dan memiliki penerimaan evaluasi sensorik terbaik. *Freeze drying* mengawetkan protein dari degradasi dan membentuk struktur mikro berpori yang teratur. Pada uji fraksi nitrogen menunjukkan bahwa protein terdegradasi menjadi Fragmen 40–100 kDa selama pengeringan oven *Cabinet dryer*, yang hampir sama dengan *microwave vacuum drying*, dan *freeze drying*. Secara keseluruhan, *freeze drying* merupakan

metode yang paling cocok untuk pengeringan daging ikan, dilanjutkan dengan *microwave vacuum drying* dan pengeringan oven *Cabinet dryer* (Hu *et al.*, 2013)

Oleh karena itu diperlukan pembuatan dan pendokumentasian informasi profil protein ikan lemuru yang diolah menjadi pangan tradisional *pedetan* sebagai salah satu upaya untuk mempertahankan kearifan lokal yang menjadi budaya masyarakat setempat. Profil protein secara umum didefinisikan sebagai metode untuk mengidentifikasi ekspresi protein pada jaringan tertentu, dalam kondisi dan waktu tertentu. Informasi tersebut dapat digunakan untuk memahami mekanisme respon individu terhadap perubahan lingkungan pada tingkat protein. Dengan adanya gambaran profil protein ikan akan dapat memberikan informasi penting tentang taksonomi, filogeni, dan ekologi suatu spesies (Dekić *et al.*, 2016). Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan ciri molekular profil protein ikan lemuru yang diolah menjadi produk pangan tradisional *pedetan*, dengan proses pengeringan yang berbeda, tanpa atau dengan diberi bumbu. Dengan penelitian ini diharapkan ikan lemuru dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai salah satu bahan pangan yang bergizi untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat di Bali dengan menentukan mengetahui proses pengeringan terbaik.



**Gambar 1** Pedetan ikan lemuru



**Gambar 2** Pengeringan dengan oven



**Gambar 3** Alat pengeringan sinar matahari



**Gambar 4** Pengeringan dengan sinar matahari

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan lemuru segar yang diperoleh langsung dari nelayan di Desa Perancak Kecamatan Negara Kabupaten Jembran. Ikan lemuru yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang berukuran panjang 13-14 cm. Bumbu yang terdiri dari bawang putih, ketumbar, kencur, garam, cuka merk Dixi, lengkuas, dan jahe. Bahan kimia untuk analisis SDS PAGE yaitu tetrametilen diamina (TEMED) dan inisiator amonium persulfat (APS) 10%, sodium dodecyl sulfat

(SDS) 10%, 1,5 M Tris pH 8,8 dan 6,8, staining Coomassie Brilliant Blue, destaining, asam asetat glacial 10%, butanol, alkohol 70%, running buffer 1x, biorad assay, phosphate buffer saline (PBS) pH 7,4, H<sub>2</sub>O steril, sampel buffer dan marker protein.

### Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pengering oven (Memmert model UM200) (**Gambar 2**), alat pengering buatan sinar matahari (**Gambar 3**), para-para pengering matahari (**Gambar 4**), blender untuk penghancur bumbu, dan perangkat SDS PAGE. Chamber elektroforesis, mikropipet, *yellow tip*, *blue tip*, *power supply*, saringan, *sentrifuge*, *water bath*, cawan mortar, *Beaker glass* 250 ml, dan Erlenmeyer, *bisacrylamid (elektroforesis grade)*.

### Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan *pedetan* ikan lemuru tanpa bumbu dan dengan bumbu. Bumbu yang digunakan pada penelitian ini adalah Bawang Putih (30%), Ketumbar (15%), Kencur (15%), Garam (15%), Cuka (10%), Lengkuas (10%), Jahe (5%). Perbandingan ikan dengan bumbu yang digunakan adalah 10:1. Ikan lemuru segar dibelah dan dihilangkan tulangnya sampai membentuk kupu-kupu, setelah dibersihkan, dan diberi bumbu yang telah dihaluskan dengan cara membalurkan bumbu pada seluruh bagian ikan. Selanjutnya dilakukan proses pengeringan dengan pengering oven pada suhu + 50°C selama 20 jam, alat pengering matahari dan pengeringan dengan sinar matahari dengan lama pengeringan selama 3 hari dengan suhu ± 50°C, sampai kadar air berkisar antara 15-16%. Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode *Gravimetri*. Masing-masing proses perlakuan pengeringan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Produk *pedetan* ikan lemuru yang sudah kering selanjutnya dianalisis profil proteinnya untuk masing-masing sampel.

Analisis profil protein dilakukan dengan metode *Sodium Dodecyl Sulfat-Polyacrylamide Gel Electrophoresis* (SDS-PAGE). SDS-PAGE adalah metode yang

dapat memisahkan molekul berdasarkan ukuran dan bentuk molekul. Molekul yang berukuran kecil akan bergerak lebih cepat dibandingkan yang ukurannya besar melalui matriks gel poliakrilamid yang dialirkan muatan listrik 100 volt. Gel poliakrilamid terdiri dari 2 macam gel yaitu running gel dan stacking gel. Running gel berfungsi untuk memisahkan protein berdasarkan berat molekul sedangkan staking gel berfungsi sebagai penempatan sampel.

Separating gel dibuat, ditambahkan butanol untuk menutupi permukaan dan dibiarkan terjadi polimerasi kemudian dibersihkan dengan aquades dan ditambahkan stacking gel. Sisir dimasukkan dan dibiarkan sampai terjadi polimerasi, sisir diangkat maka akan terbentuk sumuran (*well*). Dimasukkan sampel ke *well*, kemudian ditambahkan running buffer pada alat dan *power supply* dihidupkan. Ditunggu hingga proses running selesai yang ditandai dengan turunnya *Bromophenol Blue* sampai ke dasar separating gel. Gel dikeluarkan dari alat pencetak secara perlahan, kemudian dimasukkan dalam larutan pewarna dengan 0,1 % Commasie Brilliant Blue R-250 selama 30-60 menit hingga pita protein terwarnai. Destaining gel 3-4 kali hingga gel tampak bersih, kemudian dimasukkan gel ke dalam larutan asam asetat glasial 10%, kemudian dipress dan dikeringkan ± 1-2 hari di ruangan gelap. Untuk menentukan berat molekul protein, dihitung menggunakan R<sub>f</sub> dan diplotkan pada grafik logaritma dari R<sub>f</sub> marker protein yang berat molekulnya telah diketahui (Darmawati dan Haribi, 2005).

Proses elektroforesis dijalankan pada arus 20 mA dan tegangan 50 volt. Gel kemudian diwarnai dengan commasie brilliant blue R25 (Putranto *et al.*, 2006). Berat Molekul (BM) protein ditentukan berdasarkan protein standar yang telah diketahui berat molekulnya dengan cara membandingkan nilai mobilitas relatif (R<sub>f</sub>) (Yuanita *et al.*, 2010). SDS-PAGE menggunakan gel yang disusun oleh akrilamida dan N,N'-metilen-bis-akrilamida yang berpolimerisasi melalui mekanisme radikal bebas dengan bantuan katalisator N,N,N',N',-tetrametilen diamina (TEMED)

dan inisiator amonium persulfat (APS) (Putranto *et al.*, 2006).

Teknik Pemisahan Protein Pemisahan protein dilakukan dengan metode SDS-PAGE terdiri dari tiga tahap yaitu: ekstraksi protein, pembuatan gel, dan pemisahan protein melalui teknik elektroforesis untuk mendeteksi pita protein yang terbentuk (Orino *et al.*, 2004). Preparasi sampel menggunakan sampel buffer yaitu 4 mL dH<sub>2</sub>O; 1 mL larutan 0,5 M Tris-HCl pH 6,8; 0,8 gliserol; 1,6 mL larutan SDS 10%; 0,4 mL larutan a-mercaptoetanol; 0,2 mL larutan bromophenol blue 0,05%. Sampel plasma sebanyak 5 µL dicampur dengan 30 µL sampel buffer dengan perbandingan 1:6, setelah plasma tercampur sampel buffer kemudian dipanaskan pada suhu 95°C selama lima menit. Apabila sampel sudah dingin baru dimasukkan ke dalam sumur yang tersedia pada gel sebanyak 5 µL (Brunelle dan Green, 2014).

Pembuatan gel pemisah (*running/resolving gel/lapisan bawah*) menggunakan konsentrasi 7,5% terdiri dari 7,28 mL dH<sub>2</sub>O; 3,75 mL larutan 1,5 M Tris-HCl pH 8,8; 150 µL SDS 10%; 3,75 mL larutan akrilamid 30%; 75 µL APS 10%; 7,5 µL TEMED dan 4% stacking gel (lapisan atas) terdiri dari 9 mL dH<sub>2</sub>O; 3,78 mL larutan 0,5 M Tris-HCl pH 6,8; 150 µL SDS 10%; 1,98 mL larutan akrilamid 30%; 75 µL APS 10%; 15 µL TEMED. Untuk preparasi gel pengumpul (*stacking gel*) dicetak dengan bantuan sisir (*comb*) untuk membuat sumuran (Wang *et al.*, 2014). Proses pemisahan protein menggunakan buffer pemisah (*running buffer*) terdiri dari M Tris-HCl 9 g; glisin 43,2 g; SDS 10% dan dH<sub>2</sub>O sebanyak 600 mL. Buffer elektroforesis dimasukkan dan alat elektroforesis dirangkai.

Sampel kemudian dimasukkan ke dalam sumur menggunakan mikropipet sebanyak 5 µL. Perangkat elektroforesis dijalankan pada suhu 37°C dengan tegangan 200 volt dan arus 42 mA hingga bromophenol blue mencapai +0,5 cm dari batas bawah gel. Gel difiksasi dengan larutan coomassie brilliant blue R-250 setelah elektroforesis selesai terdiri dari 0,05% coomassie brilliant blue R-250 sebanyak 0,50 g dilarutkan dalam 45% metanol sebanyak 225 mL dan 10% asam

asetat sebanyak 50 mL dalam 45% dH<sub>2</sub>O), kemudian gel dipucatkan dengan larutan destain yang terdiri dari campuran 50% dH<sub>2</sub>O 250 mL; 10% asam asetat 50 mL; 40% metanol 200 mL sambil digoyang-goyangkan sampai terlihat pola pita protein (Sokolowska *et al.*, 2012).

Gel hasil SDS-PAGE dianalisis dengan cara menghitung jarak perpindahan (Rf) untuk mengidentifikasi profil protein pada masing-masing sampel (Hermanto dan Meutia, 2009). Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif. Analisis profil pita protein dilakukan dengan aplikasi GelAnalyzer versi 19.1. Dengan aplikasi ini sudah bisa diperoleh data Rf (*Retardation factor*) yaitu perbandingan jarak migrasi protein dengan jarak *tracking dye*, sehingga akhirnya akan diperoleh Berat Molekul dalam satuan kilo dalton (kDa). Perbedaan berat molekul menunjukkan seberapa besar terjadi degradasi protein dengan perlakuan proses pengeringan dan pemberian bumbu pada produk *pedetan* ikan lemuru.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Elektroforesis Gel (SDS-PAGE) bertujuan untuk menentukan berat molekul (BM), dan melihat adanya kerusakan protein pada sampel. Penelitian penetapan profil protein berbasis SDS-PAGE pada pedetan ikan lemuru berdasarkan variasi proses pengeringan serta tanpa dan dengan pemberian bumbu menunjukkan bahwa pada pengeringan dengan sinar matahari terjadi denaturasi protein yang ditandai dengan menurunnya jumlah pita protein, namun pemberian bumbu tidak mempengaruhi terjadinya penurunan pita (*band*) protein. Hal ini dapat dilihat dari perlakuan kontrol (tanpa pengeringan). Pada pengeringan dengan oven, pemberian bumbu dapat mengurangi kerusakan pita protein, dibandingkan dengan tanpa pemberian bumbu. Perlakuan pengeringan dengan Oven pada suhu 50°C selama 20 jam tanpa bumbu diperoleh 3 pita protein, dan dengan bumbu diperoleh 4 pita protein. Perlakuan pengeringan dengan alat pengering matahari tanpa bumbu diperoleh 5 pita protein, dan dengan bumbu diperoleh 2 pita protein. Perlakuan pengeringan dengan

matahari tanpa bumbu diperoleh 1 pita protein dan dengan bumbu diperoleh 3 pita protein, Perlakuan tanpa dan dengan bumbu tanpa pengeringan diperoleh masing-masing 10 pita protein. Hal ini terjadi karena proses pengeringan dengan matahari terjadi denaturasi protein lebih besar dibandingkan dengan proses pengeringan dengan alat pengering matahari dan dengan oven, dapat dibandingkan kontrol (tanpa pengeringan). Sedangkan perlakuan tanpa atau dengan bumbu tidak mempengaruhi denaturasi protein secara signifikan (**Gambar 5**).

Pada penelitian ini bumbu terutama garam digunakan dalam jumlah sedikit, hanya 15% dari campuran bumbu atau 1,5% dari berat ikan, dan cuka pada bumbu hanya 10% pada campuran bumbu atau hanya 1% dari berat ikan sehingga tidak menyebabkan terjadinya perubahan profil protein. Kadar garam dari *pedetan* ikan lemuru berkisar antar 0,70-0,90% dengan derajat keasaman (pH) sebesar 6,4 – 6,6 (Singapurwa, 2019) Perlakuan marinasi ikan dalam asam cuka 5% selama 5 menit dapat menyebabkan perbedaan profil proteinnya lebih sedikit dibandingkan dengan kontrol, yang berarti penurunan kualitas proteinnya paling sedikit dibandingkan standar (Rais *et al.*, 2017) . Semakin tipis pita protein, maka kandungan protein yang terkandung di dalamnya juga semakin sedikit (Reddy dan Raju, 2000). Proses penggaraman dapat menyebabkan turunnya kelarutan protein. Hal ini terjadi karena terbentuknya ikatan silang dari disulfida sehingga menyebabkan kelarutan protein menurun (Triwahyuni *et al.*, 2018). Pengeringan pada temperatur 50°C dan penggaraman 10% (b/b) dapat dilihat pita proteinnya berkurang dari 26 menjadi 19 pita. Pada sampel yang dikeringkan pada temperatur 50°C menggunakan oven selama 1 jam tanpa garam dapat dilihat pita proteinnya berkurang dari 26 menjadi 21 pita. Sedangkan pada sampel yang dilakukan penggaraman 10% (b/b) selama 1 jam tanpa pengeringan dapat dilihat pita proteinnya tidak mengalami pengurangan yang signifikan yakni dari 26 menjadi 24 pita. Sesuai hasil tersebut dapat diketahui bahwa dibandingkan perlakuan penggaraman 10% (b/b), perlakuan pengeringan jauh lebih besar

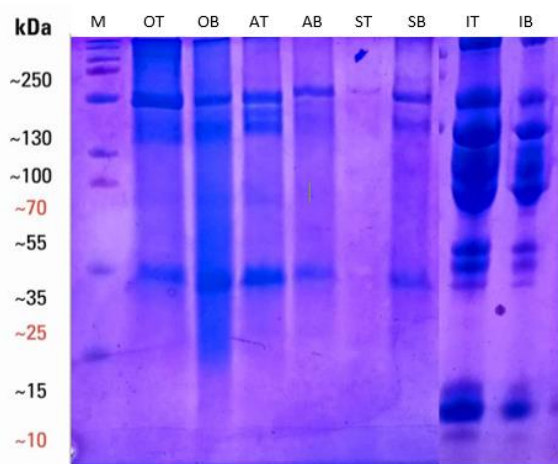
menyebabkan protein terdenaturasi, namun gabungan perlakuan penggaraman 10% (b/b) dengan pengeringan menggunakan oven pada suhu 50°C memberikan pengaruh denaturasi terbesar (Fahima *et al.*, 2018). Pada konsentrasi penggaraman 10% b/b selama 12 jam pada ikan tenggiri memiliki lebih banyak pita protein mayor dari pada ikan tenggiri yang mendapat perlakuan penggaraman 20%, 30% b/b selama 12 jam dan 10%, 20%, dan 30% b/b selama 24 jam dan 36 jam sedangkan pada penggaraman 30% b/b selama 36 jam tidak dianjurkan karena semua pita protein mayor tebal sudah terdenaturasi menjadi pita protein mayor tipis dan pita protein minor. Berat molekul penggaraman 10%, 20% dan 30% b/b selama 24 Jam berkisar antara 13-180 kDa, dan berat molekul penggaraman 10%, 20% dan 30% b/b selama 36 Jam berkisar antara 12-160 kDa (Wahyudi dan Maharani, 2017)

Pada penelitian sampel ikan gurami sebelum penggaraman menunjukkan 16 pita, sampel ikan gurami dengan konsentrasi garam 10% b/v menunjukkan 16 pita, sampel ikan gurami dengan konsentrasi garam 20% b/v menunjukkan 14 pita, sampel ikan gurami dengan konsentrasi garam 30% b/v menunjukkan 10 pita, sampel ikan gurami dengan konsentrasi garam 40% b/v menunjukkan 9 pita. Penggaraman pada ikan dapat berpengaruh terhadap protein ikan gurami yaitu makin tinggi kadar garam yang ditambahkan maka protein yang terdapat pada ikan akan terdenaturasi. Proses penggaraman 10% b/v pada daging ikan gurami merupakan proses penggaraman yang paling disarankan dibandingkan proses penggaraman 20, 30 dan 40% b/v. Pita protein ikan gurami sebelum penggaraman menunjukkan masih banyak atau tebal namun dengan adanya perlakuan penggaraman dengan variasi konsentrasi garam 10, 20, 30 dan 40% b/v terlihat pita protein menipis bahkan ada yang menghilang (Suardi *et al.*, 2019)

Profil protein ikan bandeng sebelum dan sesudah penggaraman, pada pita-pita protein tidak terjadi penurunan atau penipisan secara signifikan (Feri *et al.*, 2017). Selama proses penggaraman berlangsung terjadi penetrasi garam kedalam daging dan keluarnya cairan

dari daging karena adanya perbedaan konsentrasi, kemudian melarutkan kristal garam atau mengencerkan larutan garam. Pada saat itulah terjadi pengentalan cairan tubuh yang masih tersisa dan penggumpalan protein (denaturasi) serta pengerutan sel-sel sehingga sifat dagingnya berubah. Sampel yang tidak dilakukan pengasapan dan penggaraman memiliki profil protein dengan 7 pita mayor dan 24 pita minor sedangkan sampel setelah pengasapan dengan waktu terlalu lama (6 menit) memiliki 8 pita mayor dan 22 pita minor. Untuk sampel yang telah dilakukan penggaraman konsentrasi 10% b/b dan diasapkan dengan waktu terlalu lama (6 menit) memiliki 8 pita mayor dan 16 pita minor. Semakin lama waktu pengasapan maka semakin banyak pita protein yang terdenaturasi dengan berat molekul yang semakin kecil.

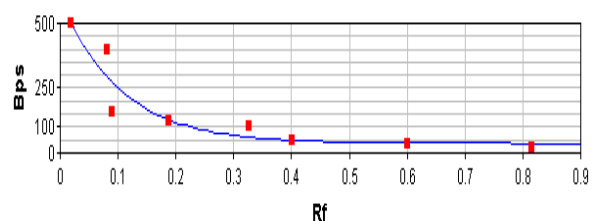
Perlakuan penggaraman 10% (b/b) selama 1 jam tanpa pengeringan pada sampel ulat sagu menghasilkan pita protein yang tidak mengalami pengurangan yang signifikan yaitu dari 26 menjadi 24 pita. Perlakuan penggaraman 10% (b/b) dengan pengeringan jauh lebih besar menyebabkan protein ulat sagu terdenaturasi, namun gabungan perlakuan penggaraman 10% (b/b) dengan pengeringan menggunakan oven pada suhu 50°C memberikan pengaruh denaturasi terbesar. Berat Molekul total protein ulat sagu kontrol antara 18 – 180 kDa. Berat Molekul total protein hasil pengeringan dengan oven 50 °C selama 1 jam, antara 18 – 109 kDa. Berat Molekul total protein hasil penggaraman 10% selama 1 jam, antara 18 – 95 kDa. Berat Molekul total protein hasil pengeringan dengan oven 50 °C selama 1 jam, dengan penggaraman 10% antara 18 – 130 kDa (Triwahyuni *et al.*, 2018). Pengaruh pengasapan pada suhu tertentu juga dapat menyebabkan denaturasi protein dan degradasi protein serta menurunkan fungsi dan asam amino esensial (Kabahenda *et al.*, 2009). Pada penelitian profil protein ikan tongkol, semakin lama waktu pengasapan maka jumlah pita protein pada ikan tongkol akan berkurang (Esman *et al.*, 2017).



**Gambar 5** Hasil SDS PAGE Pedetan Ikan Lemuru

Keterangan :

- M = Marker
- OT = Pedetan Ikan lemuru tanpa bumbu, pengeringan dengan Oven = 3 band
- OB = Pedetan Ikan lemuru dengan bumbu, pengeringan dengan Oven = 4 band
- AT = Pedetan Ikan lemuru tanpa bumbu, pengeringan dengan Alat Pengering matahari = 5 band
- AB = Pedetan Ikan lemuru dengan bumbu, pengeringan dengan Alat Pengering matahari = 2 band
- ST = Pedetan Ikan lemuru tanpa bumbu, pengeringan dengan Sinar Matahari = 1 band
- SB = Pedetan Ikan lemuru dengan bumbu, pengeringan dengan Sinar Matahari = 3 band
- IT = Pedetan Ikan lemuru tanpa bumbu, tanpa pengeringan = 10 band
- IB = Pedetan Ikan lemuru dengan bumbu, tanpa pengeringan = 10 band



$$y = 554.596140 * \exp(-9.623088 * x) + 37.350446$$

$$R^2 = 0.886$$

**Gambar 6** Kurva Standar hubungan nilai Rf dengan berat molekul (kDa) Protein Marker (M)

**Tabel 1** Profile Protein Marker (Ikan)

| Band | Rf    | Raw volume | MW (kDa) |
|------|-------|------------|----------|
| 1    | 0.018 | 891        | 500      |
| 2    | 0.081 | 1011       | 400      |
| 3    | 0.09  | 817        | 160      |
| 4    | 0.187 | 1116       | 120      |
| 5    | 0.327 | 1191       | 100      |
| 6    | 0.4   | 1195       | 45       |
| 7    | 0.601 | 1443       | 35       |
| 8    | 0.816 | 1237       | 22       |

**Tabel 2** Profile Protein pada *Pedetan* Ikan lemuru pengeringan dengan Oven

|              | Band | Rf    | Raw volume | MW (kDa) |
|--------------|------|-------|------------|----------|
| Tanpa Bumbu  | 1    | 0.05  | 1226       | 381      |
|              | 2    | 0.198 | 1239       | 119      |
|              | 3    | 0.645 | 1474       | 38       |
| Dengan Bumbu | 1    | 0.014 | 1258       | 524      |
|              | 2    | 0.198 | 1676       | 119      |
|              | 3    | 0.284 | 1379       | 73       |
|              | 4    | 0.671 | 1592       | 38       |

**Tabel 3** Profile Protein pada *Pedetan* Ikan lemuru, pengeringan dengan alat pengering matahari

|              | Band | Rf    | Raw volume | MW (kDa) |
|--------------|------|-------|------------|----------|
| Tanpa Bumbu  | 1    | 0.015 | 1134       | 518      |
|              | 2    | 0.162 | 1162       | 154      |
|              | 3    | 0.195 | 1735       | 122      |
|              | 4    | 0.234 | 1323       | 96       |
|              | 5    | 0.654 | 1350       | 38       |
| Dengan Bumbu | 1    | 0.18  | 2023       | 135      |
|              | 2    | 0.652 | 2005       | 38       |

**Tabel 4** Profile Protein pada *Pedetan* Ikan lemuru, pengeringan dengan matahari

|              | Band | Rf     | Raw volume | MW (kDa) |
|--------------|------|--------|------------|----------|
| Tanpa Bumbu  | 1    | 0.153  | 2971       | 165      |
| Dengan Bumbu | 1    | 0.1211 | 1500       | 110      |
|              | 2    | 0.284  | 1606       | 73       |
|              | 3    | 0.69   | 1867       | 38       |

**Tabel 5** Profile Protein pada *Pedetan* Ikan lemuru, tanpa pengeringan

|              | Band | Rf    | Raw volume | MW (kDa) |
|--------------|------|-------|------------|----------|
| Tanpa Bumbu  | 1    | 0.035 | 1899       | 406      |
|              | 2    | 0.203 | 1838       | 92       |
|              | 3    | 0.226 | 1270       | 79       |
|              | 4    | 0.296 | 1128       | 54       |
|              | 5    | 0.386 | 1869       | 40       |
|              | 6    | 0.461 | 1924       | 36       |
|              | 7    | 0.498 | 1859       | 35       |
|              | 8    | 0.561 | 3318       | 33       |
|              | 9    | 0.745 | 2610       | 32       |
|              | 10   | 0.765 | 2510       | 31       |
| Dengan Bumbu | 1    | 0.041 | 2673       | 386      |
|              | 2    | 0.16  | 2299       | 128      |
|              | 3    | 0.221 | 1798       | 82       |
|              | 4    | 0.254 | 2855       | 66       |
|              | 5    | 0.331 | 2239       | 47       |
|              | 6    | 0.377 | 2317       | 41       |
|              | 7    | 0.451 | 2311       | 36       |
|              | 8    | 0.481 | 1933       | 35       |
|              | 9    | 0.524 | 2541       | 34       |
|              | 10   | 0.536 | 2322       | 33       |

Pada penelitian ini, berat molekul protein berkisar antara 31 – 524 kDa. Pada pengeringan dengan oven tanpa bumbu menghasilkan sebanyak 3 pita protein dengan berat molekul berkisar antara 38 – 381 kDa. Pengeringan oven dengan bumbu menghasilkan sebanyak 4 pita protein dengan berat molekul berkisar antara 38 – 524 kDa,. Pengeringan dengan alat pengering tanpa bumbu menghasilkan sebanyak 5 pita protein dengan berat molekul berkisar antara 96 – 518 kDa. Pengeringan dengan alat pengering dengan bumbu menghasilkan sebanyak 2 pita protein dengan berat molekul berkisar antara 38 – 135 kDa. Pengeringan dengan matahari tanpa bumbu menghasilkan 1 pita protein dengan berat molekul 165 kDa, dan pengeringan dengan bumbu menghasilkan sebanyak 3 pita protein dengan berat molekul berkisar antara 38 – 110 kDa. Perlakuan tanpa pengeringan tanpa bumbu menghasilkan 10 pita protein dengan berat molekul berkisar antara 31 – 406 kDa.. Perlakuan tanpa pengeringan dengan bumbu menghasilkan 10 pita protein dengan berat molekul berkisar antara 38 – 386 kDa.



Perbedaan berat molekul menunjukkan adanya perbedaan struktur protein, yang merupakan penyusun utama protein. Hasil analisis profil pita protein dengan aplikasi GelAnalyzer versi 19.1. diperoleh data Rf (*Retardation factor*) yaitu perbandingan jarak migrasi protein dengan jarak *tracking dye*, sehingga akhirnya akan diperoleh Berat Molekul dalam satuan kilo dalton (kDa) (**Gambar 6, Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5**).

Profil protein hasil SDS PAGE yang teridentifikasi pada tulang ikan nila sebelum dimasak terdapat 10 fraksi protein, dengan berat molekul berkisar antara 8-183 kDa, sedangkan pada tulang ikan nila sesudah dimasak terdapat 8 fraksi protein dengan berat molekul antara 8 – 183 kDa. Proses pemanasan menyebabkan terjadinya denaturasi protein atau kerusakan ikatan sekunder dan tersier protein akibat terpecahnya ikatan hydrogen, interaksi hidrofilik atau disulfida. Fraksi protein tulang ikan sebelum dimasak dengan berat molekul 121 kDa sedangkan yang sudah dimasak 38 kDa (Subgiono, 2019).

Protein struktural dengan berat molekul 23 kDa adalah jenis *myosin light chain* (MLC), 27 kDa adalah jenis protein sarkoplasma gliseraldehida – 3 – fosfat dehidrogenase, 32 kDa adalah jenis rantai ringan myosin (MLC), 27 kDa adalah jenis protein sarkoplasma gliseraldehida-3-fosfat dehidrogenase, 32 kDa adalah kelompok enzim protein sarkoplasma, 38 kDa adalah protein struktural jenis tropomiosin, 92 kDa adalah protein sarkoplasma, 110 kDa adalah antibodi jenis protein antibodi pada otot miotomal, sedangkan 48 kDa dan 71 kDa tidak diketahui jenisnya (Soewarlan, 2016). Analisis protein daging ikan Kerandang menggunakan SDS-PAGE mengandung 27 pita protein dengan kisaran berat molekul 10.202 - 134.432 kDa, dengan perkiraan jenis protein sebagai berikut: berat molekul 105.396-134.432 jenis -galaktosa, berat molekul 37.034-95.948 jenis albumin, berat molekul 33.002 jenis karbonik anhidrase, berat molekul 28.060-30.301 jenis inhibitor tripsin, berat molekul 17.545-23.756 jenis -laktalbumin, dan berat molekul 10.202-15.568 jenis lisozim (Aryani *et al.*, 2020).

Hasil elektroforegram perlakuan pengendapan amonium sulfat pada konsentrasi tertentu menjadikan pita protein albumin lebih tebal. Pita yang tipis tersebut menunjukkan kandungan albumin yang jumlahnya sedikit. Profil protein albumin pada ikan gabus, toman dan betutu memiliki bobot molekul 50-52 kDa (Nurilmala *et al.*, 2020)

Karakter diagnosis marker molekuler dengan RAPD pada semua jenis dan varian plasma nutfah ikan lemuru dicirikan oleh 5 pita DNA dengan panjang fragmen: 2000 bp, 1400 bp, 1200 bp, 1000 bp, dan 900 bp. Diantara fragmen ini diduga ada hubungannya dengan kontribusi terhadap produksi Asam Lemak Omega-3 Ikan Lemuru. Namun adanya fragmen berukuran 350 bp dalam urutan tersebut diduga bertanggung jawab untuk lebih meningkatkan produksi Asam Lemak Omega-3. Fragmen berupa pasangan basa yang lain (300 bp, 275 bp, 200 bp, 150 bp) diduga merupakan variasi individu dalam populasi S. lemuru varian yang lain (Mahrus, 2008; Mahrus *et al.*, 2012). Hasil analisis elektroforegram pada ekstrak ikan gabus komersial menunjukkan pita yang sangat tipis dan memiliki berat molekul sebesar 51,15 kDa. Hasil analisis profil protein ikan Haruan menunjukkan bahwa pita protein yang didapatkan berjumlah 23 buah untuk ikan Haruan yang berasal dari Nagara dan 27 band untuk ikan Haruan yang berasal dari Gambut. Berat molekul pita protein yang terseparasi, bervariasi dari 24- 191 kDa. Hasil penelitian menunjukkan adanya keanekaragaman genetika yang dapat dilihat dari beragamnya pita protein yang dapat digunakan untuk program konservasi dan pemuliaan haruan (Mabrur *et al.*, 2018). Pada profil protein ikan lele dan ikan baung diperoleh empat belas pita protein dari ikan baung memiliki berat molekul masing-masing 25 hingga 123 kDa. Sebanyak enam pita protein yang disebut rantai ringan miosin (15-25 kDa), troponin (30 kDa), tropomiosin (35 kDa), aktin (42 kDa), gelsolin (90 kDa), dan Cprotein (140 kDa). Hasil ini memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang profil protein ikan lele dan ikan baung dan untuk Dasar pengembangan

immunoassay untuk mendeteksi otot ikan (Sasmita *et al.*, 2018).

*Fish Protein Hydrolysed* dari ikan Nila memiliki rentang berat molekul yang lebih luas (14,4-116 kDa) (Tejpal *et al.*, 2017) dan pada *fish protein hydrolysate* kepala ikan *Chlorurus sordidus* berat molekul FPH berkisar antara 18,05 kDa hingga 75,89 kDa (Prihanto *et al.*, 2019). Gelatin tulang ikan patin yang diekstrak dengan kulit nanas teridentifikasi dalam gel poliakrilamid pada kisaran berat molekul ~120 kDa (jenis alfa gelatin) (Atma dan Ramdhani, 2017).

### KESIMPULAN

Hasil analisis profil protein daging ikan lemuru berdasarkan berat molekulnya menggunakan SDS-PAGE menunjukkan bahwa berat molekul pita protein yang terseparasi bervariasi berkisar dari 31 – 524 kDa. Berdasarkan hasil analisis profil protein, maka pengeringan dengan matahari dapat menyebabkan denaturasi protein yang ditandai dengan menurunnya jumlah pita protein. Pengeringan dengan alat penjemur matahari dapat mengurangi kerusakan, karena pita protein masih bisa dipertahankan, dan pengeringan dengan oven menyebabkan kerusakan protein yang tidak sebesar pengeringan dengan matahari. Sedangkan pemberian bumbu untuk ikan lemuru segar tidak menyebabkan kerusakan protein, dapat dilihat dari jumlah pita protein yang tidak mengalami perubahan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Rektor Universitas Warmadewa dan Lembaga Penelitian Universitas Warmadewa, Dekan Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa, rekan sejawat serta Laboran pada Laboratorium Universitas Warmadewa yang telah memfasilitasi dan membantu proses penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aryani, Suprayitno, E., Sasmito, B. B., dan Hardoko. (2020). Profile of Kerandang Fish (*Channa pleurophthalmus* Blkr) Proteins from Central Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 441(1).
- Atma, Y., dan Ramdhani, H. (2017). *Identifikasi Gelatin Dari Tulang Ikan Patin Hasil*. November 1–2.
- Brunelle, J. L., and Green, R. (2014). One-dimensional SDS-polyacrylamide gel electrophoresis (1D SDS-PAGE). In *Methods in Enzymology* (1st ed., Vol. 541). Elsevier Inc 541: 151-159.
- Darmawati, S., dan Haribi, R. (2005). Analisis Protein Pili Salmonella Typhi Isoat Rs.Kariadi Dengan Elektroforesis SDS-PAGE. *Jurnal Litbang Universitas Muhammadiyah Semarang* 2(3): 1–4.
- Dekić, R., Friscic, J., Ivanc, A., dan Kukaviva, B. (2016). Characterization of Proteins from Popovo Minnow (*Delminichthys ghetaldii* Steindachner, 1882) Muscle. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 16(4) : 953–959.
- Esman, M. A., Mukaromah, A. H., dan Ethica, S. N. (2017). The Profile Protein of Tuna Fish Based On SDS-PAGE Before And After Fumigation Using Coconut Shell. *Universitas Muhammadiyah Semarang* 5(7) : 21–36.
- Fahima, A., Mukaromah, A. H., Ethica, S.N. 2018. Profil Protein Berbasis SDS-PAGE Pada Ulat Sagu Hasil Pengeringan Dengan Garam dan Tanpa Garam. Seminar Nasional Edusainstek ISBN : 978-602-5614-35-4 FMIPA UNIMUS. Pp. 15-22
- Feri, Ethica, S. N., dan Mukaromah, A. H. (2017). Profil Protein Daging Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) menggunakan SDS-PAGE Sebelum dan Sesudah Penggaraman. *Prosiding Seminar Nasional & Internasional* 1(1) : 146–150.
- Hasanah, R., dan Suyatna, I. (2015). Karakteristik Mutu Produk Ikan Baung (*Mystus nemurus* ) Asap Industri. *Jurnal Akuatika* 6(2): 170-176.
- Hermanto, S., dan Meutia, C. D. K. (2009).

- Perbedaan Profil Protein Produk Olahan (Sosis) Daging Babi dan Sapi Hasil Analisa SDS-PAGE. *Jurnal Kimia VALENSI* 1(4) : 181–186.
- Hu, Y., Que, T., Fang, Z., Liu, W., Chen., Liu, D., Ye, X. 2013. Effect of Different Drying Methods on the Protein and Product Quality of Hairtail Fish Meat Gel. *Drying Technology*, 31: 1707–1714. DOI: 10.1080/07373937.2013.794831
- Kabahenda, M. K., Omony, P., & Hüsken, S. M. C. (2009). Post-harvest handling of low-value fish products and threats to nutritional quality: a review of practices in the Lake Victoria region. *Regional Programme Fisheries and HIV/AIDS in Africa: Investing in Sustainable Solutions* 15.
- Lady Cindy Soewarlan. (2016). Potensi Alergi Akibat Infeksi Anisakis Typica Pada Daging Ikan Cakalang. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan* 27(2) : 200–207.
- Mabrur, Rahmy, U. S. A., Sasmita, R., dan Badruzsaufari. (2018). Protein Profiles of Haruan Fish (*Channa striata*) from South Kalimantan. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah* 3(1): 39–45.
- Mahrus. (2008). Ciri Molekuler Plasma Nutfah Ikan Lemuru Yang Mengandung Asam Lemak Omega-3 Paling Tinggi Molecular Marker Of Gen Pool Of Sardine Fish Containing The Highest Omega-3 Faty Acid. *J. Pijar MIPA* 3(1) : 30–34.
- Mahrus, Sumitro, S. B., dan Widodo, N. (2012). The Association between Genetic Variations and Omega-3 Production on *Sardinella lemuru* in Lombok Strait. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 1(6) : 12–16.
- Nurilmala, M., Safithri, M., Pradita, F. T., & Pertiwi, R. M. (2020). Profil Protein Ikan Gabus (*Channa striata*), Toman (*Channa micropeltes*), dan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*) Protein Profile of Striped Snakehead (*Channa striata*), Giant Snakehead (*Channa micropeltes*), and Marble Goby (*Oxyeleotris marmorata*). *JPHPI* 23: 548–557.
- Nuwanthi, S.G.L.I., S.S.K. Madage, I.G.N. Hewajulige, R.G.S. Wijesekera. 2016. Comparative study on organoleptic, microbiological and chemical qualities of dried fish, Goldstripe *Sardinella (Sardinella gibbosa)* with low salt levels and spices. *Procedia Food Science*. 6: 356 – 361.
- Orino, K., Ishiji, T., Yamamoto, S., and Watanabe, K. (2004). Characterization of bovine serum ferritin-binding proteins. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology* 137(2) : 375–381.
- Priatni, S., Ratnaningrum, D., Kosasih, W., Sriendah, E., Srikandace, Y., Rosmalina, T., dan Pudjiraharti, S. (2018). Protein and fatty acid profile of marine fishes from Java sea, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(5) : 1737–1742.
- Prihanto, A. A., Nurdiani, R., dan Bagus, A. D. (2019). Production and characteristics of fish protein hydrolysate from parrotfish (*Chlorurus sordidus*) head. *PeerJ* (12) :1–16.
- Putranto, W. S., Budiarti, S., Suhartono, M. T., & Wayan, I. T. (2006). Pemurnian Ekstraseluler Hyaluronidase *Streptococcus agalactiae* (Streptokokus Grup B) (Extracellular Hyaluronidase Purification of *Streptococcus agalactiae* (Group of *Streptococcus*)). *Jurnal Ilmu Ternak* 6(1) : 16–22.
- Rais, A. F., Ethica, S. N., dan Sulistyningtyas, A. R. (2017). *Analisis Profil Protein Ikan Nila (Oreochromis niloticus) Berbasis Sds-Page Berdasarkan Variasi Lama Marinasi Dan Konsentrasi Asam Cuka*. Undergraduate Thesis, Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Reddy, P. R., dan Raju, N. (2000). *Gel-Electrophoresis and Its Applications*. Intech, China.
- Sasmita, R., Mangkurat, U. L., Susilawati, I.

- O., Mangkurat, U. L., Maburur, M., dan Mangkurat, U. L. (2018). Protein Profile from Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) and Baung Fish (*Hemibagrus nemurus*) Muscle from South Kalimantan. *Applied Science and Technology* 2 (1)
- Singapurwa, N.M.A.S., N. M. Darmadi, A.A.M. Semariyani. (2014). Characteristics of Traditional Food Pedetan in Jembrana Regency. *International Journal of Advanced Science Engineering Information Technology*. 4(2): 68-74.
- Singapurwa, N.M.A.S., A.A.M. Semariyani, I.P Candra. (2016). Microbial Contamination in Traditional Food Processing Pedetan. *Proceeding The International Conference in Bioscience*. 26-27 July 2016. Denpasar, Indonesia. 135-140
- Singapurwa, N.M.A.S., I W. Sudiarta, A.A.M. Semariyani. M.L. Kant. (2017a). The Type of Fish and Storage Time to The Characteritics of Pedetan in Jembrana Bali. *Sustainable Environment Agricultural Science* 1(1): 12-18.
- Singapurwa, N.M.A.S., A.A.M. Semariyani, I.P Candra. (2017b). Identification of the Implementation of GMP and SSOP on the Processing of the Balinese Traditional Food Sardine Pedetan. *International Research Journal of Engineering, IT and Scientific Research* 3 (3): 17 - 26. <http://dx.doi.org/10.21744/irjeis.v3i3.449>
- Singapurwa, N.M.A.S., I.P Candra, A.A.M. Semariyani. (2017c). Characteristics of Balinese Traditional Food Pedetan with Plastic Packaging in Storage. *J. Biol. Chem. Research*. 34 (1): 256 - 266.
- Singapurwa, N.M.A.S., I.P Candra, A.A.M. Semariyani. (2017d). Application of GMP and SSOP in Balinese Traditional Food Safety Pedetan Sardine Fish (*Sardinella lemuru* Bleeker). *Proceedings of The International Conference on Food Sovereignty and Sustainable Agriculture*. 1-3 Agustus 2017. Jember, Indonesia. 327-333.
- Singapurwa, N. M. A. S., Suprpta, D. N., Gunam, I. B. W., Wirya, I. G. N. Al. S., dan Khalimi, K. (2018). Identification of Contaminant Fungi on Pedetan, an Dry Fish Product of Lemuru (*Sardinella lemuru*). *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 8(6) : 75–82.
- Singapurwa, N.M.A.S. 2019. Pengembangan Komposisi Bumbu Untuk Meningkatkan ualitas dan Keamanan Pangan Tradisional ‘Pedetan’ Ikan Lemuru (*Sardinella Lemuru* Bleeker). Disertasi. Program Pasca Sarjana Doktor Ilmu Pertanian. Universitas Udayana. Denpasar.
- Singapurwa N M A S, Candra I P and Rudianta I N. (2019). The ability of garlic extract and Kaempferia galangal inhibit Aspergillus sp. isolated from Sardine fish ‘Pedetan’ *Journal of Physics: Conference Series* 1402 033055. doi:10.1088/1742-6596/1402/3/033055
- Singapurwa N M A S, Candra I P. (2021). Antimicrobial activity of garlic and Kaempferia galanga on Aspergillus sp. growth isolated from sardine fish Pedetan. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 824 012037. doi:10.1088/1755-1315/824/1/012037
- Suardi, S., Mukarromah, A. H., dan Ethica, S. N. (2019). Profil Protein Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*) Sebelum dan Sesudah Penggaraman Berbasis SDS-PAGE. *Gorontalo Journal of Public*
- Subagiono, A.G.K. (2019). Analisis Profil Protein Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) sebelum dan sesudah dimasak menggunakan Metode SDS-PAGE. Skripsi. Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Jember.
- Sokolowska, I., Gawinowicz, M. A., Wetie, A. G. N., and Darie, C. C. (2012). Disulfide proteomics for identification of extracellular or secreted proteins. *Electrophoresis* 33(16) : 2527–2536.

- Tejpal, C. S., Vijayagopal, P., Elavarasan, K., Linga Prabu, D., Lekshmi, R. G. K., Asha, K. K., Anandan, R., Chatterjee, N. S., & Mathew, S. (2017). Antioxidant, functional properties and amino acid composition of pepsin-derived protein hydrolysates from whole tilapia waste as influenced by pre-processing ice storage. *Journal of Food Science and Technology* 54(13) : 4257–4267.
- Triwahyuni, A., Mukaromah, A. H., & Ethica, S. N. (2018). Profil Protein Berbasis Sds-Page Pada Ulat Sagu Hasil Pengeringan Dengan Garam Dan Tanpa Garam. *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*,1(1) : 8–14.
- Wahyudi, R., dan Maharani, E. T. W. (2017). Profil Protein Pada Ikan Tenggiri Lama Penggaraman Dengan Menggunakan Metode Sds-Page. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains Dan Teknologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang*, 34–41.
- Yuanita, L., Puspita, A., Surodjo, S., Hidayati, S., Amin, F. Al, & Budiman, A. (2010). Isolasi , Pemurnian dan Karakterisasi *Fitase Bacillus subtilis* dari Holiwood Gresik (Isolation, Purification and Characterization of *Bacillus subtilis Phytase* from Holiwood Gresik). *Berk.Penel. Hayati* 15 : 113–119.
- Wang, X., Ni, M., Niu, C., Zhu, X., Zhao, T., Zhu, Z., Xuan, Y., and Cong, W. (2014). Simple detection of phosphoproteins in SDS-PAGE by quercetin. *EuPA Open Proteomics* 4 : 156–164.