

## IDENTIFIKASI KANDUNGAN IKAN TENGGIRI (*Scomberomorus commerson*) DAN IKAN SAPU-SAPU (*Pterygoplichthys* sp.) PADA OTAK-OTAK

Dedy Suseno<sup>1\*</sup>, Intan Razari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Halal Research Center, Universitas YARSI, Jalan Letjend Soeprapto Cempaka Putih, Jakarta Pusat

<sup>2</sup>Genomic Research Center, Universitas YARSI, Jalan Letjend Soeprapto Cempaka Putih Jakarta Pusat

Diterima: 9 Januari 2023/Disetujui: 13 Maret 2023

\*Korespondensi: [dedy.suseno@yarsi.ac.id](mailto:dedy.suseno@yarsi.ac.id)

**Cara sitasi (APA Style 7<sup>th</sup>):** Suseno, D., & Razari, I. (2023). Identifikasi kandungan ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*) dan ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys* sp.) pada otak-otak. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(2), 191-205. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v26i2.45368>

### Abstrak

Ikan tenggiri merupakan jenis ikan yang umumnya digunakan dalam pembuatan otak-otak. Autentikasi produk pangan berbahan dasar ikan sulit dilakukan jika dilihat dengan mata telanjang sehingga adanya pemalsuan atau *mislabeled* pada produk tersebut sangat mungkin terjadi. Daging ikan sapu-sapu juga dapat digunakan sebagai bahan baku produk berbahan dasar ikan karena memiliki kandungan protein yang tinggi. Namun sumber ikan sapu-sapu yang diambil dari Sungai Ciliwung berpotensi mengandung logam berat di antaranya Pb, Cd, Hg, Sn, dan As. Tujuan penelitian yaitu mengidentifikasi kandungan ikan tenggiri dan ikan sapu-sapu pada produk otak-otak, dan identifikasi kandungan logam berat pada sampel otak-otak yang mengandung ikan sapu-sapu. Sampel otak-otak yang dianalisis sebanyak 19 dengan tiga sampel menuliskan keterangan ikan tenggiri pada kemasannya. Analisis DNA ikan sapu-sapu dan tenggiri pada otak-otak menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) yang menggunakan primer spesifik. Analisis logam berat menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 12 sampel teridentifikasi adanya pita berukuran 423 pb pada gel elektroforesis. Pita tersebut terkonfirmasi spesies ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys* sp.). Pita berukuran 238 pb juga ditemukan pada 9 sampel yang sesuai dengan produk PCR menggunakan primer ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*). Total 12 sampel otak-otak teridentifikasi mengandung ikan sapu-sapu, 11 di antaranya mengandung logam Pb dengan konsentrasi <0,034 mg/kg dan 1 sampel mengandung logam Pb dengan konsentrasi 0,34 mg/kg. Adanya kandungan logam berat pada sampel otak-otak yang konsentrasinya melebihi ambang batas maksimum menjadikan otak-otak tersebut tidak *halalan thayyiban* untuk dikonsumsi.

Kata kunci: *halalan thayyiban*, logam berat, otak-otak

## Identification of Mackerel (*Scomberomorus commerson*) and Suckermouth Catfish (*Pterygoplichthys* sp.) in Otak-otak

### Abstract

Mackerel fish is commonly used in the manufacturing of otak-otak. Authentication of fish-based food products by visual method is not possible so counterfeiting or mislabeling in these products is very likely to occur. Suckermouth catfish meat can also be used as a raw material for fish-based products because it contains high protein content. However, the source of suckermouth catfish taken from the Ciliwung River has the potential to contain heavy metals such as Pb, Cd, Hg, Sn, and As. The purpose of this study was to analyze the content of mackerel and suckermouth catfish in otak-otak, and identify the presence of heavy metal content in otak-otak samples containing suckermouth catfish. Nineteen otak-otak samples analyzed with 3 samples wrote the description of mackerel on the packaging. DNA analysis of suckermouth catfish and mackerel in otak-otak using *Polymerase Chain Reaction* (PCR) methods that use a specific primer. Analysis of heavy metals using the *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) method. Twelve of the

nineteen samples identified a 423 bp band in the electrophoresis gel. The band was confirmed belonging to the suckermouth catfish species after analysis using sanger sequencing methods. Nine of the nineteen samples showed a 238 bp band that corresponded to mackerel. A total of 12 otak-otak samples were identified as containing suckermouth catfish, 11 of which contained Pb metal with a concentration of <0.034 mg/kg and 1 sample containing Pb metal with a concentration of 0.34 mg/kg. The presence of heavy metal content in the otak-otak samples whose concentration exceeds the maximum limit makes this otak-otak can't *halalan thayyiban* for consumption.

Keyword: *halalan thayyiban*, heavy metal, otak-otak

## PENDAHULUAN

Otak-otak adalah salah satu jenis makanan yang menggunakan bahan baku utama ikan. Ikan tenggiri merupakan jenis ikan yang umumnya digunakan dalam pembuatan otak-otak. Jenis ikan lain juga sudah banyak digunakan dalam pembuatan otak-otak di antaranya ikan kurisi (*Nemipterus nemathoporus*) (Putra *et al.*, 2015), ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) (Saputro *et al.*, 2018), dan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) (Fauzi & Komarudin, 2021). Autentikasi produk pangan berbahan dasar ikan sangat sulit dilakukan jika hanya dilihat dengan mata telanjang. Salah satu metode yang bisa digunakan untuk membedakan spesies ikan tenggiri pada produk pangan yaitu menggunakan analisis *DNA barcoding* (Velasco *et al.*, 2013; Maulid *et al.*, 2015). Hal ini penting karena jika terjadi pemalsuan atau *mislabeled* pada kemasan produk tentu akan merugikan konsumen. Maulid & Nurilmala (2015) melaporkan bahwa produk kerupuk yang berlabel ikan tenggiri tidak terdeteksi adanya DNA ikan tenggiri setelah dianalisis dengan *DNA barcoding*. Penggunaan *DNA barcoding* juga digunakan untuk analisis makanan berbahan dasar ikan misalnya ikan layur asap, panggang, kaleng, goreng, dan bakar (Abdullah *et al.*, 2019) dan ikan sarden komersial (Rahim & Madduppa, 2020).

Pembuatan otak-otak pada dasarnya dapat menggunakan berbagai jenis ikan, salah satunya ikan sapu-sapu. Ikan sapu-sapu merupakan salah satu jenis ikan yang banyak hidup di perairan Indonesia. Qoyyimah (2016) menyatakan bahwa terdapat dua spesies dominan ikan sapu-sapu yaitu *Pterygoplichthys pardalis* dan *Pterygoplichthys disjunctivus* di Sungai Ciliwung Jakarta. Ikan

sapu-sapu di Indonesia umumnya dijadikan sebagai ikan hias yang dipelihara di akuarium maupun kolam dan bukan untuk dijadikan sebagai bahan konsumsi. Kandungan gizi ikan sapu-sapu tidak jauh berbeda dengan ikan lain yaitu protein (36,23%), lemak (15%), karbohidrat (5,42%), air (13%) dan abu sebesar (6%) (Hutasoit, 2015).

Ikan sapu-sapu di Jakarta dapat dengan mudah ditemukan dalam sungai. Aiman (2016) menyatakan bahwa ikan sapu-sapu yang didapat dari sungai-sungai di Jakarta biasanya dijual kepada pengepul dan selanjutnya akan dimanfaatkan untuk bahan tambahan produk makanan berbahan dasar ikan yaitu siomai, empek-empek, otak-otak, dan kerupuk. Ismi *et al.* (2019) menyatakan bahwa kandungan logam berat As, Cd, Hg dan Pb pada daging ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung telah melewati batas maksimum untuk produk daging perikanan yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM).

Merujuk pada Undang-Undang tentang Jaminan Produk Halal (JPH) yang tertuang dalam Undang-undang No. 33 Tahun 2014 bahwa semua produk yang masuk, beredar, dan diperdagangkan di wilayah Indonesia wajib bersertifikat halal. Hal ini pun menjadi landasan bahwa produk makanan yang beredar wajib *halalan thayyiban*. Jika ditemukan otak-otak yang beredar di Jakarta mengandung ikan sapu-sapu maka perlu ditelusuri sumber asal ikan sapu-sapu tersebut. Jika ikan sapu-sapu tersebut berasal dari Sungai Ciliwung maka diperlukan suatu kehati-hatian karena berdasarkan penelitian menyebutkan bahwa ikan sapu-sapu yang berasal dari Sungai Ciliwung tercemar logam berat. Berbeda jika sumber ikan sapu-sapu tersebut berasal dari kolam budi daya di mana kondisi pakan dan air terkontrol. Jika terdeteksi logam berat dan

kadarnya melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan oleh BPOM maka produk makanan tersebut tidak layak dan tidak akan mendapatkan sertifikat halal pada produknya. Tujuan penelitian yaitu mengidentifikasi kandungan ikan tenggiri dan ikan sapu-sapu pada produk otak-otak, dan identifikasi adanya kandungan logam berat pada sampel otak-otak yang mengandung ikan sapu-sapu.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan untuk melihat adanya penggunaan daging ikan sapu-sapu dan ikan tenggiri pada otak-otak. Prosedur penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu isolasi DNA ikan dan otak-otak, desain primer spesifik, amplifikasi fragmen DNA, elektroforesis gel dan visualisasi hasil, uji sensitivitas dan selektivitas, serta uji urutan DNA dan uji logam berat.

### Sumber DNA

Sumber DNA berupa sampel daging (ikan sapu-sapu, ikan tenggiri, ikan lele, ikan tongkol, ikan makarel, ikan tongkol olahan), dan sampel otak-otak. Sampel otak-otak yang digunakan sebanyak 19 sampel. Sampel tersebut dijual bebas di pasar dan sekitar stasiun kereta api di wilayah DKI Jakarta. Sampel ikan lele, ikan tongkol, ikan tenggiri dan ikan tongkol olahan diperoleh dari pasaraya (*supermarket*), sedangkan ikan sapu-sapu diperoleh dari Sungai Ciliwung, Jakarta Selatan (6°15'30.4"S 106°51'37.0"E). Sampel daging ikan yang digunakan berupa daging utuh tanpa tulang dan duri pada bagian tubuh. Sampel daging ikan dan otak-otak selanjutnya ditimbang dan diisolasi DNA total menggunakan kit ekstraksi DNA mericon food kit.

### Primer Spesifik

Desain primer untuk ikan sapu-sapu dan ikan tenggiri mengambil data dari *National Center of Biotechnology Information* (NCBI) yang dikombinasikan dengan perangkat lunak Bioedit. Target primer ikan sapu-sapu dan ikan tenggiri yaitu gen pada sitokrom b (*cyt b*). Primer spesifik untuk ikan sapu-sapu menggunakan primer yang diambil dari

spesies *P. disjunctivus*. Urutan basa dari primer yang sudah didesain untuk primer *forward* adalah 5'TTCCGATGTCTCAACCGCAT'3 dan primer *reverse* adalah 5'GCGTGTAGGATTGTTGCTGC3'. Primer spesifik untuk ikan tenggiri menggunakan primer yang diambil dari spesies *S. commerson*. Urutan basa dari primer yang sudah didesain untuk primer *forward* adalah 5'GGCCTTTGCCTAATCTCCCA'3. Sedangkan primer *reverse* adalah 5'CGCCGATGTTTCAGGTCTCT3'.

### Amplifikasi Fragmen DNA Spesifik

Amplifikasi fragmen DNA spesifik dilakukan dengan metode PCR. Komponen reaksi yang digunakan sebanyak 25 µL, terdiri atas primer *forward* 1 µL, primer *reverse* 1 µL, MyTaq HS Red Mix 12,5 µL, *nuclease free water* 5,5 µL, dan templat DNA sebanyak 5 µL dengan konsentrasi 13 ng/µL. Proses amplifikasi dijalankan pada sistem PCR dengan kondisi denaturasi awal pada suhu 95°C selama 1 menit, 44 siklus yang terdiri atas denaturasi pada suhu 95°C selama 15 detik, penempelan primer pada suhu 65°C untuk primer *S. commerson* dan 60°C untuk primer *P. disjunctivus* selama 15 detik dan pemanjangan DNA baru pada suhu 72°C selama 10 detik dan pemanjangan akhir pada suhu 72°C selama 1 menit.

### Elektroforesis Gel dan Visualisasi Hasil

Elektroforesis gel dilakukan pada tegangan 80 V selama 45 menit. Konsentrasi gel agarosa yang digunakan yaitu 1,5% dan ditambahkan pewarna *peqgreen* sebanyak 3-5 µL. Visualisasi hasil amplifikasi dilakukan pada ChemiDoc. Fragmen DNA spesifik ikan sapu-sapu dan ikan tenggiri ditunjukkan dengan pita DNA sepanjang 423 pb dan 238 pb.

### Uji Sensitivitas

Pengujian sensitivitas dilakukan dengan membuat seri pengenceran DNA templat dari ikan sapu-sapu dan ikan tenggiri menggunakan *nuclease free water*. Pengenceran dibuat

dengan delapan deret konsentrasi ( $10^{-1}$ ;  $10^{-2}$ ;  $10^{-3}$ ; sampai  $10^{-8}$ ). Metode uji sensitivitas merujuk pada (Wahyuni *et al.*, 2019) dengan beberapa modifikasi.

### Uji Selektivitas

Pengujian selektivitas/spesifisitas primer baik pada primer ikan sapu-sapu maupun ikan tenggiri dilakukan menggunakan DNA hasil isolasi pada daging ikan tenggiri, ikan makarel, ikan tongkol, ikan lele, ikan tongkol olahan, dan ikan sapu-sapu. Templat DNA, reagen PCR dan primer dimasukkan ke dalam mesin PCR yang kemudian dilanjutkan dengan elektroforesis gel. Selektivitas primer akan diketahui dari adanya *single band* dengan ukuran tertentu pada gel elektroforesis. Metode uji selektivitas merujuk pada Wahyuni *et al.* (2019) dengan beberapa modifikasi.

### Uji Urutan DNA dan Uji Logam Berat

Uji urutan DNA pada sampel hasil PCR dilakukan menggunakan metode *Sequencing sanger*. Uji ini dilakukan oleh laboratorium di Jakarta. Uji kandungan logam berat Pb, Hg dan Cd dilakukan menggunakan metode AAS. Uji ini dilakukan oleh laboratorium di Bogor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Desain Primer Ikan Sapu-sapu dan Tenggiri

Analisis DNA dapat menggunakan inti sel atau mitokondria, namun DNA mitokondria lebih disukai karena perkembangannya lebih cepat, ukurannya lebih kecil, sekuens dari beberapa organisme akuatik dengan pendekatan mitokondria tersedia lengkap, rentang *non-coding* tidak ada (Mackie *et al.*, 1999). Gen sitokrom b (*cyt b*) dikodekan oleh DNA mitokondria (mtDNA) yang berisi delapan transmembran heliks yang dihubungkan oleh intramembran atau domain ekstra-membran. Gen *cyt b* ini sangat unik karena memiliki sekuens yang bersifat kekal di dalam level spesies, oleh karena itu sering digunakan untuk mengelompokkan jenis hewan atau mengetahui hubungan kekerabatan antar spesies, di samping untuk identifikasi jenis hewan (Irine *et al.*, 2013; Nuraini *et al.*, 2014).

Dua primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu primer *P. disjunctivus* dan primer *S. commerson* didesain menggunakan gen *cyt b* dari masing-masing spesies yang didapatkan pada situs NCBI dan diolah menggunakan perangkat lunak Bioedit. Primer *P. disjunctivus* yang digunakan memiliki nilai *per. ident* 100% untuk spesies *P. disjunctivus*, *P. pardalis*, *Pterygoplichthys* sp., *P. anastisi*, dan *P. multiradiatus*. Walau primer yang digunakan memiliki *per. ident* 100% yang sama dengan spesies *P. pardalis*, *Pterygoplichthys* sp., *P. anastisi*, dan *P. multiradiatus* namun semua spesies tersebut masih dalam 1 genus *Pterygoplichthys* yang dikenal dengan nama ikan sapu-sapu. Primer *S. commerson* yang digunakan memiliki nilai *per. ident* 100% untuk spesies *S. commerson* dan *Spicara alta*. Nilai tersebut menyatakan kecocokan sekuens primer yang digunakan dengan pangkalan data DNA spesies tertentu pada NCBI. Semakin besar nilai *per. ident* maka kecocokannya akan semakin besar pula. Hasil optimasi primer *P. disjunctivus* menunjukkan suhu optimum sebesar 60°C, sedangkan suhu optimum untuk primer *S. commerson* sebesar 65°C. Hasil penentuan suhu optimum terlihat dari *band/pita* yang paling tebal dan jelas pada gel elektroforesis (data tidak ditampilkan). Suhu optimum ini menggambarkan suhu optimum primer untuk menempel hanya pada target DNA tanpa menempel pada sekuens DNA lain sehingga hanya memperlihatkan satu pita saja.

### Sampel Ikan Sapu-sapu dan Tenggiri

Ikan sapu-sapu yang digunakan dalam penelitian diambil dari sungai Ciliwung yang berada dekat stasiun kereta Kalibata Jakarta Selatan (6°15'30.4"S 106°51'37.0"E). Berdasarkan penelitian Elfidasari *et al.* (2016), di sungai Ciliwung terdapat tiga spesies ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys* sp.) bila dianalisis berdasarkan pola kepala dan abdomennya yaitu *P. pardalis*, *P. disjunctivus* dan hibrida. Selain di Pulau Jawa, ketiga spesies tersebut ditemukan juga di beberapa sungai di Pulau Lombok (Patoka *et al.*, 2020).

Jika dilihat dari bagian abdomennya maka Ikan sapu-sapu *P. pardalis* memiliki pola titik-titik hitam, Ikan sapu-sapu *P. disjunctivus*

memiliki pola berlekuk dan ikan sapu-sapu hibrida memiliki pola campuran antara titik-titik hitam dan pola berlekuk-lekuk (Elfidasari *et al.*, 2016). Spesies *P. pardalis* di India diketahui memiliki ciri fisik bagian punggung bercorak seperti macan tutul, mulut penghisap berbentuk segitiga, dan tiga bibir berisi 16+16+32 gigi filamen tubular dengan panjang 0,13 mm (Rao & Sunchu, 2017). Selain itu spesies *P. pardalis* juga memiliki ciri pada bagian bawah perut berupa bintik-bintik yang menyatu pada *venter* bawah, pigmentasi pada bagian kepala memiliki pola geometris, dan pada bagian sisi tubuh pola pigmentasi terdiri dari bintik-bintik gelap yang menyatu di sisi kepala (Hossain *et al.*, 2018). Sampel ikan sapu-sapu yang didapat untuk penelitian menunjukkan adanya kemiripan antara spesies *P. pardalis*, *P. disjunctivus*, dan hibrida. Sekuens urutan DNA *cyt b* antara spesies *P. pardalis* dengan *P. disjunctivus* sangat mirip. Oleh sebab itu desain primer dan sampel yang digunakan hanya menggunakan satu spesies saja karena setelah di-BLAST ke dalam NCBI, primer tersebut memiliki kecocokan dengan beberapa spesies ikan sapu-sapu.

Ikan tenggiri papan termasuk ke dalam famili Scombridae. Famili Scombridae sendiri terdiri atas 15 genus dan 51 spesies (Collete *et al.*, 2003). Ikan ini memiliki ciri-ciri kedua sisi tubuh berwarna pucat perak keabuan dengan garis-garis melintang berwarna abu-abu tua, sedikit berombak, dan kadang-kadang terputus-putus membentuk noktah-noktah di bagian perut (Widodo, 1989). Sampel yang digunakan merupakan ikan tenggiri spesies *S. commerson* berdasarkan kesamaan ciri-ciri yang disebutkan sebelumnya. Beberapa spesies ikan tenggiri yang umumnya ditemui di Indonesia yaitu *S. commerson* (Mallawa & Amir, 2019), *S. guttatus* atau *Indo-Pacific king mackerel* atau tenggiri papan/totol (Noegroho *et al.*, 2018), *S. multiradiatus* atau tenggiri papua (Kembaren *et al.*, 2019).

### Uji Sensitivitas dan Selektivitas Primer

Uji sensitivitas bertujuan untuk melihat konsentrasi DNA target yang masih mampu terbaca dan teramplifikasi oleh alat PCR sehingga saat dilakukan elektroforesis gel

masih terlihat pita/*band* nya dengan jelas dan konsisten. Uji selektivitas bertujuan untuk melihat keselektivan primer ikan sapu-sapu maupun ikan tenggiri terhadap jenis ikan lele, ikan tongkol dan ikan makarel. Jika primer ikan sapu-sapu yang digunakan maka harapannya hanya pada sampel yang mengandung daging ikan sapu-sapu saja yang menunjukkan pita pada gel elektroforesis.

Uji sensitivitas primer ikan sapu-sapu (*Figure 1*) menunjukkan bahwa pada hasil elektroforesis gel pada pengenceran  $10^{-1}$  sampai  $10^{-8}$  pita DNA masih menunjukkan *band/pita* DNA dengan cukup jelas. Hal ini menunjukkan bahwa primer yang digunakan mampu berikatan pada templat DNA dan masih teramplifikasi dengan konsisten sampai pengenceran  $10^{-8}$ . Konsentrasi templat DNA yang digunakan sebesar 13 ng/ $\mu$ L.

Hasil uji selektivitas primer ikan sapu-sapu (*Figure 2*) menunjukkan bahwa pada sampel ikan laut (ikan tongkol, ikan makarel dan ikan tenggiri) tidak menunjukkan adanya pita/*band* pada ukuran 423 pb namun pada sampel ikan lele terlihat sebaliknya. Hal ini karena urutan DNA antara ikan sapu-sapu dan ikan lele memiliki tingkat kemiripan 81,37% dari total 1138 pb gen sitokrom b. Hal ini dapat terlihat dari urutan DNA sitokrom b kedua spesies tersebut pada perangkat lunak bioedit (data tidak ditampilkan).

Uji sensitivitas primer ikan tenggiri (*Figure 3*) menunjukkan bahwa pada hasil elektroforesis gel pada pengenceran  $10^{-1}$  sampai  $10^{-8}$  pita DNA masih konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa primer yang digunakan mampu berikatan pada templat DNA dan masih teramplifikasi dengan konsisten sampai pengenceran  $10^{-8}$  dengan konsentrasi templat DNA yang digunakan sebesar 15 ng/ $\mu$ L. Semakin kecil nilai pengenceran DNA templat dan hasil produk PCR-nya masih menunjukkan pita pada gel elektroforesis maka proses autentikasi akan semakin baik. Hal ini karena primer yang digunakan mampu berikatan dengan templat DNA target dengan konsentrasi yang kecil.

Hasil uji selektivitas primer ikan tenggiri (*Figure 4*) menunjukkan bahwa pada sampel ikan laut (ikan tongkol olahan, ikan makarel, dan ikan tenggiri) menunjukkan adanya

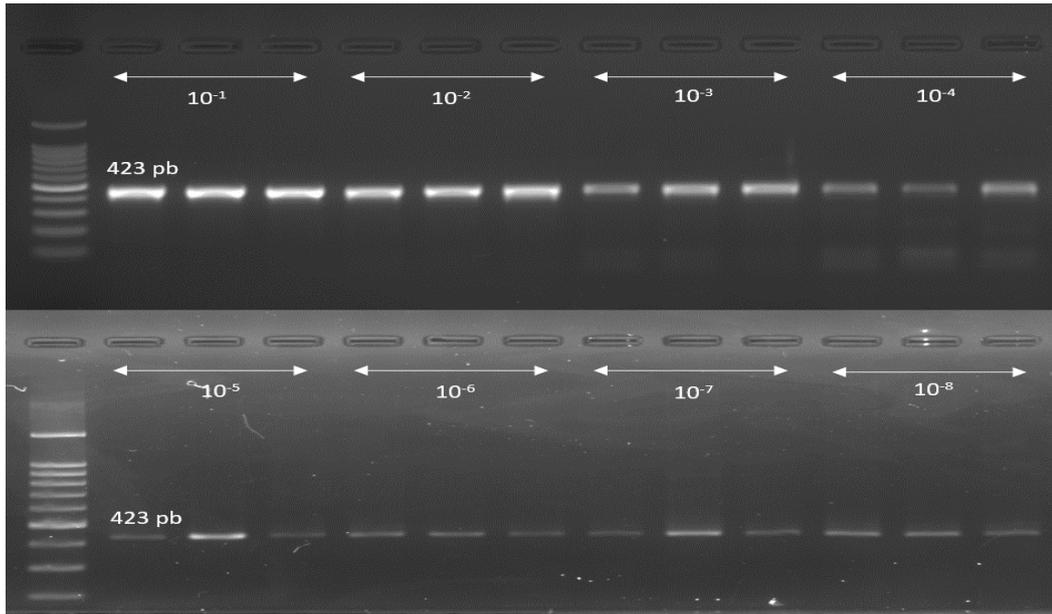


Figure 1 Results of gel electrophoresis on sensitivity test of suckermouth catfish primer  
 Gambar 1 Hasil elektroforesis gel pada uji sensitivitas primer ikan sapu-sapu

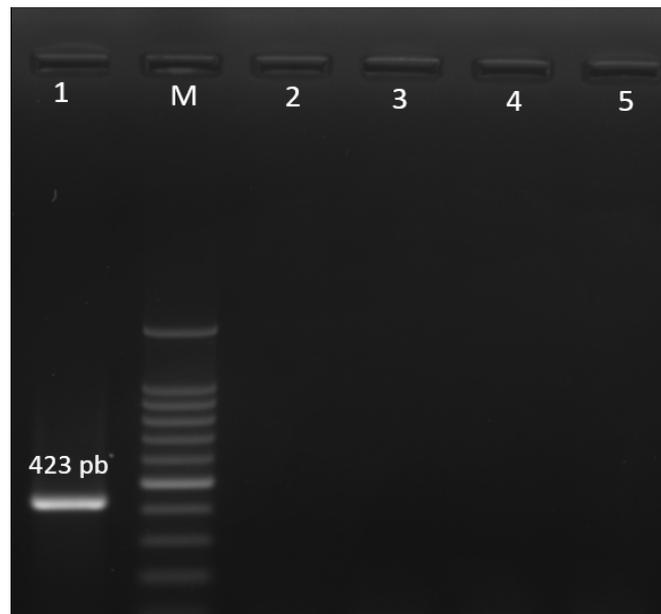


Figure 2 Results of gel electrophoresis on sensitivity test of suckermouth catfish primer;  
 (1) catfish; (2) processed skipjack tuna; (3) skipjack tuna; (4) mackerel; (5) spanish mackerel

Gambar 2 Hasil elektroforesis gel pada uji selektivitas primer ikan sapu-sapu; (1) lele, (2) tongkol olahan, (3) tongkol, (4) makarel, (5) tenggiri

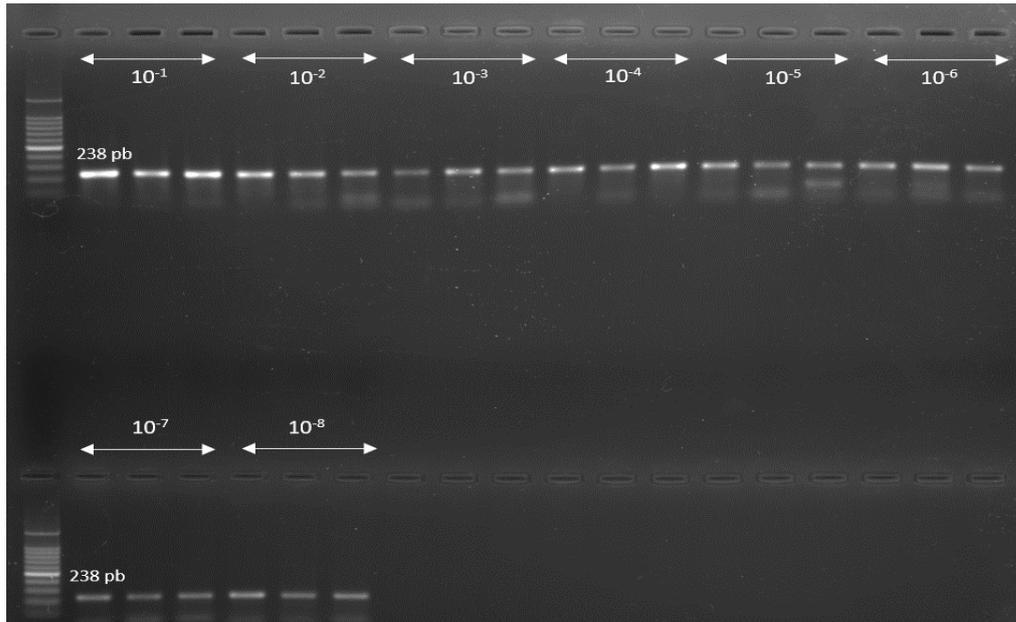


Figure 3 Results of gel electrophoresis on sensitivity test of spanish mackerel primer  
 Gambar 3 Hasil elektroforesis gel pada uji sensitivitas primer ikan tenggiri

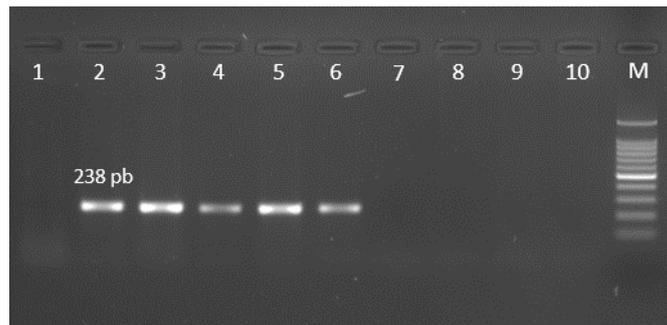


Figure 4 Results of gel electrophoresis on sensitivity test of spanish mackerel primer; (1) catfish; (2) mackerel; (3) spanish mackerel; (4) processed skipjack tuna; (5) spanish mackerel; (6) otak-otak; (7) skipjack tuna; (8) suckermouth catfish 1; (9) suckermouth catfish 2; (3) suckermouth catfish 3

Gambar 4 Hasil elektroforesis gel pada uji selektivitas primer ikan tenggiri; (1) lele, (2) makarel, (3) tenggiri, (4) tongkol olahan, (5) tenggiri, (6) otak-otak curah, (7) tongkol, (8) sapu-sapu 1, (9) sapu-sapu 2, (10) sapu-sapu 3

pita/*band* pada ukuran 238 pb namun pada sampel ikan lele dan ikan sapu-sapu (sapu-sapu 1, sapu-sapu 2 dan sapu-sapu 3) terlihat sebaliknya. Hal ini menunjukkan bahwa primer ikan tenggiri yang digunakan tidak cocok dan tidak menempel pada sekuens DNA ikan lele dan ikan sapu-sapu. Selain itu urutan DNA *cyt b* ikan lele dan ikan sapu-sapu berbeda jauh dengan ikan tenggiri. Jika ditarik ke dalam sistem taksonominya maka ikan sapu-sapu, ikan lele dan ikan tenggiri akan sama pada tingkat filum.

**Analisis DNA Ikan Sapu-sapu dan Tenggiri pada Sampel**

Konsentrasi DNA total sampel otak-otak yang digunakan untuk proses PCR pada analisis DNA ikan sapu-sapu dan tenggiri berkisar dari 5 ng/μL sampai 13 ng/μL. Hasil elektroforesis gel (*Figure 5*) menunjukkan bahwa dari 19 sampel otak-otak yang dianalisis menggunakan primer ikan sapu-sapu, terdapat 12 sampel yang menunjukkan pita berukuran 423 pb. Ukuran pita ini menunjukkan pasangan basa dalam

nukleotida yang berurutan sebanyak 423 nukleotida. Pita tersebut ukurannya sama dengan sampel ikan sapu-sapu (S1) yang digunakan sebagai kontrol positif. Untuk lebih memastikan bahwa pita/*band* tersebut adalah ikan sapu-sapu maka diperlukan analisis lanjutan menggunakan *sequencing sanger*.

Ikan sapu-sapu pada produk olahan ikan perlu diwaspadai karena ikan sapu-sapu yang digunakan kemungkinan besar diambil dari sungai yang terdapat di Jakarta. Ismi *et al.* (2019) menyatakan bahwa ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung tercemar logam berat As, Hg, Pb, Sn, dan Cd. Daging ikan sapu-sapu dapat digunakan sebagai bahan baku utama ataupun campuran pada pembuatan bahan makanan

berbahan dasar ikan. Data uji sensitivitas primer ikan sapu-sapu menunjukkan bahwa dengan pengenceran DNA sampai  $10^{-8}$  masih menunjukkan *band*/pita yang jelas, maka dapat dimungkinkan bahwa sampel yang tidak menunjukkan pita berukuran 423 pb memang tidak menambahkan daging ikan sapu-sapu pada produknya (*Figure 5*).

Hasil elektroforesis gel sampel otak-otak menggunakan primer ikan tenggiri menunjukkan bahwa 11 dari 19 sampel memperlihatkan adanya pita pada ukuran 238 pb (*Figure 6*). Ukuran pita ini menunjukkan pasangan basa dalam nukleotida yang berurutan sebanyak 238 nukleotida. Uji selektivitas primer ikan tenggiri menunjukkan

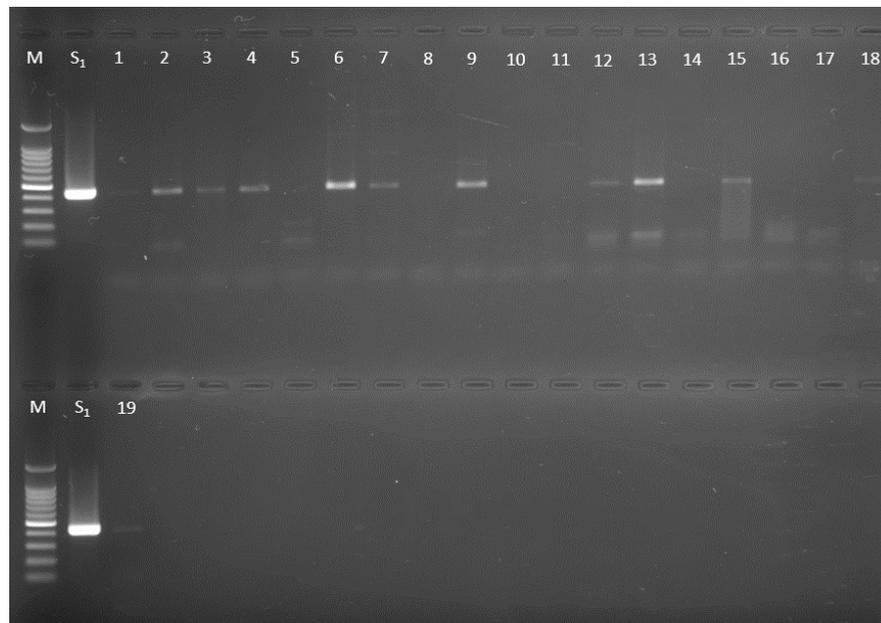


Figure 5 Results of gel electrophoresis of otak-otak sample using suckermouth catfish primer, suckermouth catfish meat (S1), sample (1-19)

Gambar 5 Hasil elektroforesis gel sampel otak-otak menggunakan primer ikan sapu-sapu; daging ikan sapu-sapu (S1), sampel (1-19)

kesamaan hasil pada adanya pita/*band* pada DNA ikan makarel, ikan tongkol, dan ikan tenggiri. Hal ini karena ikan makarel, ikan tongkol, dan ikan tenggiri dalam taksonominya merupakan famili Scombridae. Berbeda halnya dengan ikan sapu-sapu dan ikan lele, pada uji selektivitas primer ikan tenggiri tidak menunjukkan adanya pita/*band*. Hal ini dapat disebabkan karena ikan sapu-sapu dan ikan lele memiliki kekerabatan yang jauh dengan ikan tenggiri dalam taksonominya. Sehingga dapat

disimpulkan bahwa 11 dari 19 sampel yang dianalisis menggunakan primer ikan tenggiri dapat dimungkinkan dalam pembuatannya menggunakan daging ikan makarel, ikan tongkol, atau ikan tenggiri. Pengembangan autentikasi untuk membedakan spesies ikan tuna dari famili Scombridae dapat menggunakan gabungan gen *cyt b* dan gen inti parvalbumin yang dianalisis menggunakan *single-strand conformation polymorphism* (SSCP) dan *restriction fragment length*

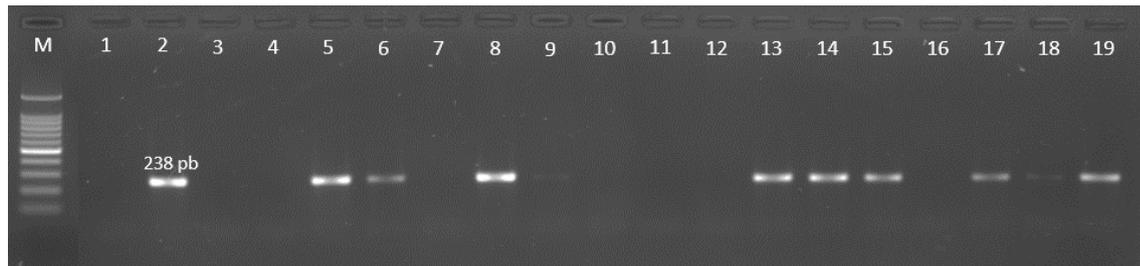


Figure 6 Results of gel electrophoresis of otak-otak sample using spanish mackerel primer  
Gambar 6 Hasil elektroforesis gel sampel otak-otak menggunakan primer ikan tenggiri

*polymorphism* (RFLP). Metode ini dilaporkan mampu membedakan *Thunnus albacares* dengan *Thunnus obesus* serta mampu membedakan genus *Thunnus* dengan spesies *Auxis rochei* (Abdullah & Rehbein, 2015).

Table 1 menunjukkan ada atau tidaknya penggunaan ikan sapu-sapu atau tenggiri pada sampel otak-otak. Seluruh sampel yang digunakan tidak ada yang menuliskan keterangan daging ikan sapu-sapu pada komposisi di kemasan produk. Ikan sapu-sapu bagi sebagian masyarakat masih dianggap ikan yang menjijikkan dan kotor karena habitat tempat tinggalnya. Ikan sapu-sapu dapat hidup di sungai yang kotor bahkan dengan kondisi sungai yang tercemar logam berat. Tiga sampel yang menuliskan keterangan ikan tenggiri pada komposisinya terdeteksi adanya pita/*band* sesuai dengan ukuran primer ikan tenggiri. Namun untuk memastikan bahwa benar ikan yang digunakan merupakan ikan tenggiri maka perlu dilakukan analisis *DNA sequencing*, karena berdasarkan uji selektivitas tidak hanya ikan tenggiri saja yang menunjukkan adanya pita melainkan ikan tongkol olahan dan makarel juga. Jika dari ketiga sampel tersebut bukan menggunakan ikan tenggiri, misalnya menggunakan ikan makarel atau tongkol, maka hal ini bisa dikatakan *mislabeled* ataupun pemalsuan produk. Hal yang menarik dari ketiga sampel tersebut adalah terdeteksinya satu sampel (otak-otak 19) yang diduga ditambahkan ikan sapu-sapu pada produknya.

Penggunaan ikan sapu-sapu pada produk olahan ikan dimaksudkan untuk memberikan aroma ikan dan mensubstitusi penggunaan ikan laut atau ikan air tawar yang memiliki harga lebih mahal. Aiman (2016) menyatakan bahwa ikan sapu-sapu yang didapat dari

sungai-sungai di Jakarta biasanya dijual kepada pengepul dan selanjutnya akan dimanfaatkan untuk bahan tambahan produk makanan berbahan dasar ikan. Hasil wawancara saat pengambilan sampel ikan sapu-sapu di daerah Kalibata (Jakarta Selatan) menunjukkan bahwa selain untuk dikonsumsi, daging ikan sapu-sapu juga dimanfaatkan untuk pembuatan pakan ikan.

Hasil *sequencing* pada sampel otak-otak yang teridentifikasi mengandung DNA ikan sapu-sapu (Table 1) menunjukkan bahwa DNA tersebut adalah ikan sapu-sapu setelah di-BLAST di NCBI. Hal mengonfirmasi penggunaan ikan sapu-sapu sebagai bahan baku pangan. Adanya penggunaan ikan sapu-sapu pada bahan pangan tentu menjadi hal yang perlu dikritisi. Ikan sapu-sapu yang digunakan dapat dimungkinkan diambil dari sungai-sungai yang ada di Jakarta. Hardi (2013), Aksari (2015), dan Ismi (2019) menyatakan bahwa ikan sapu-sapu di aliran sungai Ciliwung telah tercemar logam berat.

Dasar yang digunakan untuk menunjukkan keharusan mengonsumsi makanan dan minuman, tumbuhan dan hewan yang telah halal lagi tayib (baik) bagi umat islam tercantum dalam Al-Qur'an dan hadis. Contoh perintah untuk mengonsumsi dan memanfaatkan yang halal yaitu QS. al-Baqarah [2]: 168. Beberapa ulama memiliki pandangan dan tafsir terhadap arti kata tayib. Imam al-Tabarî (224-310 H) berpendapat bahwa arti lafaz tayib dalam ayat ini adalah sesuatu yang suci tidak mengandung najis dan tidak juga haram. Sedangkan al-Hâfzh Ibn Katsîr menjelaskan bahwa lafaz tayib dalam ayat ini yakni yang lezat bagi diri manusia tidak membahayakan kepada badan dan akal (Ali, 2016).

Table 1 Results of gel electrophoresis and sampel sequencing from suckermouth catfish and spanish mackerel primer

Tabel 1 Hasil elektroforesis gel dan *sequencing* pada sampel primer ikan sapu-sapu dan primer ikan tenggiri

| Sample              | Band presence              |                         | Composition      | Sequencing from suckermouth catfish primer* |
|---------------------|----------------------------|-------------------------|------------------|---|
|                     | Suckermouth catfish primer | Spanish mackerel primer |                  |   |
| Otak-otak 1         | Presence                   | Absence                 | -                | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Otak-otak 2         | Presence                   | Presence                | -                | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Otak-otak 3         | Presence                   | Absence                 | -                | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Otak-otak 4         | Presence                   | Absence                 | -                | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Otak-otak 5         | Absence                    | Presence                | -                | -   |
| Otak-otak 6         | Presence                   | Presence                | -                | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Otak-otak 7         | Presence                   | Absence                 | -                | -   |
| Otak-otak 8         | Absence                    | Presence                | Spanish mackerel | -   |
| Otak-otak 9         | Presence                   | Presence                | Fish             | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Otak-otak 10        | Absence                    | Absence                 | Fish meat        | -   |
| Otak-otak 11        | Absence                    | Absence                 | Fish             | -   |
| Otak-otak 12        | Presence                   | Absence                 | Surimi           | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Otak-otak 13        | Presence                   | Presence                | -                | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Otak-otak 14        | Absence                    | Presence                | -                | -   |
| Otak-otak 15        | Presence                   | Presence                | -                | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Otak-otak 16        | Absence                    | Absence                 | Fish             | -   |
| Otak-otak 17        | Absence                    | Presence                | Spanish mackerel | -   |
| Otak-otak 18        | Presence                   | Presence                | -                | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Otak-otak 19        | Presence                   | Presence                | Spanish mackerel | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |
| Catfish             | -                          | -                       | -                | <i>Clarias</i> sp.                          |
| Suckermouth catfish | -                          | -                       | -                | <i>Pterygoplichthys</i> sp.                 |

\*= DNA blast from NCBI sequencing

Ikan sapu-sapu secara hukum islam tentu halal untuk dikonsumsi. Namun jika ikan tersebut tercemar logam berat dengan konsentrasi melebihi batas maksimum yang diizinkan maka ikan tersebut menjadi tidak layak dikonsumsi karena akan menyebabkan penyakit. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ikan sapu-sapu mengandung logam berat dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Hal ini tentu wajar mengingat waktu pengambilan sampel, banyak atau sedikitnya limbah rumah tangga atau limbah industri yang masuk ke sungai, atau tinggi atau rendahnya debit air berbeda pula. Oleh sebab itu, penggunaan daging ikan

sapu-sapu yang diambil dari sungai Ciliwung sebagai bahan pangan perlu dihentikan.

Salah satu alasan penggunaan substitusi bahan baku ikan khususnya ikan sapu-sapu dalam pangan adalah keuntungan ekonomi. Hasil wawancara penulis dengan pencari ikan sapu-sapu menjelaskan bahwa daging ikan sapu-sapu biasa dijual dengan harga Rp15.000/kg sampai Rp20.000/kg. Para produsen tentunya akan memilih penggunaan ikan sapu-sapu karena dengan tersebut sudah mendapatkan daging ikan utuh dan bersih. Hal ini tentu berbeda jika menggunakan ikan lele maupun tenggiri yang harganya jauh lebih mahal. Sebagian konsumen juga mungkin

akan tertarik membeli produk olahan ikan jika dari produk olahan tersebut tercium bau khas ikan walau konsumen tersebut tidak mengetahui ikan apa yang digunakan dalam produk tersebut. Selain itu kasus pemalsuan atau pencampuran bahan baku ikan juga bisa terjadi misalnya bahan baku yang tertera dalam komposisi kemasan berbeda dengan bahan baku yang digunakan. Substitusi merupakan kamuflase paling mudah dilakukan pada ikan olahan karena sulitnya mengidentifikasi produk, sehingga peluang terjadinya *mislabeleding* menjadi meningkat (Haye *et al.*, 2012)

### Analisis Logam Berat

Beberapa peneliti melaporkan bahwa ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung telah tercemar beberapa logam berat. Hardi (2013) menyatakan bahwa ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung (Jalan Gunuk, Jakarta) mengandung logam Hg <0,001 mg/kg. Aksari *et al.* (2015) menyatakan bahwa daging ikan sapu-sapu yang diambil di sungai Ciliwung Jakarta mengandung logam berat Pb sebesar 0,001609 mg/kg. Ismi *et al.* (2019) juga melaporkan bahwa daging ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung Jakarta Timur mengandung logam berat As, Sn Cd, Hg dan Pb. Kandungan logam berat tertinggi pada daging ikan sapu-sapu yaitu logam berat Pb (timbel) sebesar 2,2 mg/kg. Hal ini menjadikan daging ikan sapu-sapu yang berasal dari sungai Ciliwung wilayah Jakarta tidak layak konsumsi atau menjadi bahan olahan pangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daging ikan sapu-sapu mengandung logam berat Pb, Hg dan Cd dengan konsentrasi berbeda-beda (*Table 2*). Sampel otak-otak 1 sampai 18 mengandung logam berat Pb sebesar <0,034 mg/kg, sedangkan sampel otak-otak 19 mengandung logam berat Pb sebesar 0,34 mg/kg. Kandungan logam berat Pb pada sampel otak-otak 19 sudah melewati batas maksimum yang telah ditetapkan BPOM.

Sampel otak-otak 19 terdeteksi mengandung ikan tenggiri dan ikan sapu-sapu (*Table 1*). Adanya cemaran logam berat Pb dalam sampel otak-otak 19 diduga berasal dari bahan baku ikan sapu-sapu ataupun ikan

tenggiri yang digunakan. Apriliani (2014) menyatakan bahwa ikan tenggiri yang diambil di perairan pesisir Tangerang telah tercemar logam berat Pb, Hg, dan Cu. Konsentrasi logam beratnya pun beragam yaitu 5,7 mg/kg untuk logam Hg, 45,52 mg/kg untuk logam Pb, dan 2,86 mg/kg untuk logam Cu. Hal ini menggambarkan bahwa pemilihan bahan baku khususnya ikan juga perlu dikritisi. Cemaran logam Pb pada air sungai bisa berasal dari cemaran limbah industri semen, batubara, minyak, dan pupuk (Permata *et al.*, 2018).

Peraturan BPOM menetapkan batas maksimum cemaran logam berat Pb, Cd, Hg, dan As pada produk berbahan dasar ikan dan pangan olahannya yaitu 0,2 mg/kg, 0,1 mg/kg, 0,5 mg/kg, dan 0,25 mg/kg. Kandungan logam berat Pb pada sampel otak-otak (*Table 2*) ada yang masih di bawah batas maksimum cemaran logam berat. Namun untuk dapat dikatakan layak konsumsi maka sampel tersebut perlu diuji juga kandungan logam berat Cd, Hg, dan As.

Logam berat merupakan kelompok logam nonesensial yang tidak mempunyai fungsi sama sekali dalam tubuh dan dapat menyebabkan keracunan jika sampai masuk ke dalam tubuh. Efek keracunan logam Pb dapat menyebabkan kelainan fungsi otak, tekanan darah naik, anemia berat, keguguran, penurunan fertilitas pada laki-laki, gangguan sistem saraf, kerusakan ginjal, bahkan kematian. Kelainan fungsi otak terjadi karena timbel secara kompetitif menggantikan peranan mineral-mineral utama seperti seng, tembaga, dan besi dalam mengatur fungsi sistem saraf pusat (Agustina, 2014). Timbel dapat memberikan pengaruh ke semua organ dan sistem dalam tubuh. Paparan jangka panjang logam ini pada orang dewasa dapat menyebabkan penurunan fungsi sistem saraf, kelemahan pada jari, pergelangan tangan, atau pergelangan kaki, peningkatan tekanan darah, dan anemia (Martin & Griswold, 2009).

Sebagai seorang muslim wajib hukumnya mengonsumsi makanan yang halal dan tayib. Salah satu upaya yang bisa dilakukan yaitu memilih produk makanan, minuman, obat-obatan atau barang gunaan yang

Table 2 Heavy metal contaminant of otak-otak  
Tabel 2 Cemaran logam berat

| Sample              | Heavy metal analysis | Concentration (mg/kg) | Maximum limit (mg/kg)* |
|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| Otak-otak 1         | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |
| Otak-otak 2         | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |
| Otak-otak 3         | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |
| Otak-otak 4         | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |
| Otak-otak 6         | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |
| Otak-otak 7         | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |
| Otak-otak 9         | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |
| Otak-otak 12        | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |
| Otak-otak 13        | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |
| Otak-otak 15        | Pb                   | <0.0344               | 0.2                    |
| Otak-otak 18        | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |
| Otak-otak 19        | Pb                   | 0.34                  | 0.2                    |
|                     | Cd                   | <0.007                | 0.1                    |
| Suckermouth catfish | Hg                   | <0.005                | 0.5                    |
|                     | Pb                   | <0.034                | 0.2                    |

\*BPOM regulation (2018)

telah mencantumkan logo halal MUI pada kemasannya. Selain terjamin kehalalan dan ketayibannya, produk yang telah memiliki logo halal MUI juga akan lebih baik dari segi kualitas.

Salah satu syarat suatu produk berbahan dasar ikan mendapatkan sertifikat halal yaitu produk tersebut harus tayib contohnya konsentrasi logam berat Pb, Cd, Hg, dan As tidak melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan oleh BPOM. Selanjutnya ketetapan mendapatkan fatwa halal produk akan diputuskan oleh Majelis Ulama Indonesia (MUI) melalui mekanisme yang berlaku. Saat ini sudah sangat banyak produk pangan yang mencantumkan logo halal MUI pada kemasannya. Selain karena perintah dalam Undang-Undang JPH No 33 Tahun 2014, para produsen sudah mulai sadar bahwa kesadaran umat muslim tentang mengonsumsi produk pangan yang halal dan tayib juga semakin baik.

## KESIMPULAN

Sebanyak 12 dari 19 sampel yang dianalisis teridentifikasi memiliki pita

berukuran 423 pb. Analisis *sequencing* terhadap 12 sampel tersebut menegaskan bahwa pita tersebut adalah DNA ikan sapu-sapu. Tiga sampel yang menuliskan keterangan ikan tenggiri pada kemasannya, terdeteksi adanya pita/*band* berukuran 238 pb pada gel elektroforesis. Sebelas dari dua belas sampel yang mengandung DNA ikan sapu-sapu terdeteksi mengandung logam berat Pb kurang dari 0,034 mg/kg dan satu sampel mengandung logam Pb sebesar 0,34 mg/kg.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yayasan YARSI atas bantuan dana penelitian yang telah diberikan melalui Hibah Internal Penelitian dengan nomor kontrak Nomor: 221/INT/UM/WR II/UY/V/2022 dan Lembaga Penelitian Universitas YARSI atas sarana dan prasarana yang digunakan untuk penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, A., & Rehbein, H. (2015). The differentiation of tuna (family: Scombridae) products through the

- PCR-based analysis of the cytochrome b gene and parvalbumin introns. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 96(2), 456-464. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7111>
- Abdullah, A., Nurilmala, M., & Sitaresmi, K.P. (2019). DNA mini barcodes sebagai penanda molekuler untuk ketertelusuran label pangan berbagai produk ikan layur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 33-40, <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i1.25874>
- Agustina, T. (2014). Kontaminasi logam berat pada makanan dan dampaknya pada kesehatan. *Teknobuga*, 1(1), 53-65, <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v1i1.6405>
- Aiman. (2016). Telusuri ikan sapu-sapu yang jadi bahan “siomay”. <https://amp.kompas.com/megapolitan/read/2016/09/05/19275601/aiman.malam.ini>
- Aksari, Y. D., Perwitasari, D., & Butet, N.A. (2015). Kandungan logam berat (Cd, Hg, Pb) pada ikan sapu-sapu *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau,1855) di Sungai Ciliwung. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 15(3), 257-266. <https://dx.doi.org/10.32491/jii.v15i3.61>
- Ali, M. (2016). Konsep makanan halal dalam tinjauan syariah dan tanggung jawab produk atas produsen industri halal. *Ahkam*, 16(2), 291-306. <http://dx.doi.org/10.15408/ajis.v16i2.4459>
- Aprilyani, F. (2014). Analisis kandungan logam berat pada ikan tenggiri *Scomberomorus commersonii* (Lacepède,1800) di Perairan Pesisir Tangerang. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2018). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan Olahan.
- Collete, B. B. (2003). Famili Scombridae Rafinesque 1815: mackerels, tunas, and bonitos. *Annotated Checklist of Fishes* 19,1-28.
- Elfidasari, D., Qoyyimah, F. D., Fahmi, M. R., & Puspitasi, R. L. (2016). Variasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter morfologi di Perairan Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 3(4), 221-225. <http://dx.doi.org/10.36722/sst.v3i4.237>
- Fauzi, G. I., & Komarudin, N. (2021). Pengaruh penambahan karaginan terhadap tingkat kesukaan otak-otak ikan patin. *Jurnal Akuatek*, 2(1), 58-68.
- Hardi. (2013). Analisis kandungan logam berat merkuri (Hg) pada daging ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) di Sungai Ciliwung. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Haye, P. A., Segovia, N. I., Vera, R., Gallardo, M. A., & Gallardo, E. C. (2012). Authentication of commercialized crabmeat in Chile using DNA barcoding. *Food Control*, 25(1), 239-244. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.10.034>
- Hossain, M. Y., Vadas, R., L., Ruiz-Carus, R., & Galib, S. M. (2018). Amazon sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Loricariidae) in Bangladesh: A critical review of its invasive threat to native and endemic aquatic species. *Fishes*, 3(4), 88-96. <http://dx.doi.org/10.3390/fishes3010014>
- Hutasoit, D., Yusni, E., & Lesmana, I. (2015). Pengaruh penambahan tepung ikan sapu-sapu (*Lyposarcus pardalis*) pada pakan komersil terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius* sp.). *Jurnal Aquacoastmarine*, 6(1), 1-9.
- Irine, Nuraini, H., & Sumantri, C. (2013). Species authentication of dog, cat and tiger using cytochrome  $\beta$  gene. *Media Peternakan*, 36(3), 171-178. <http://dx.doi.org/10.5398/medpet.2013.36.3.171>
- Ismi, L. N., Elfidasari, D., Puspitasari, R. L., & Sugoro, I. (2019). Kandungan 10 jenis logam berat pada daging ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) asal Sungai Ciliwung wilayah Jakarta. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 5(2), 56-59. <http://dx.doi.org/10.36722/sst.v5i2.350>
- Kembaren, D. D., Surahman, A., & Noegroho, T. (2019). Preliminary study on biological aspect of papuan seerfish (*Scomberomorus multiradiatus* MUNRO,1964). *Indonesia Fisheries Research Journal*, 25(1), 27-35. <http://dx.doi.org/10.15578/>

- ifrij.25.1.2019.27-35
- Mackie, I. M., Pyride, S. E., Gonzales, S. C., Medina, I., Perez, M. R., Quinteiro, J., Rey, M. M., & Rehbein, H. (1999). Challenges In the identification of species of vanned fish. *Trend and Food Science and Technology*, 10, 9-14.
- Mallawa, A., & Amir, F. (2019). Population dynamics of narrow-barred Spanish mackerel *Scomberomorus commerson* (Lacepede, 1800) in Bone Bay waters, South Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*, 12(3), 908-917.
- Martin, S., & Grisword, W. (2009). Human health effects of heavy metals. *Environmental Science and Technology*, 15, 1-6.
- Maulid, D. Y., & Nurilmala, M. (2015). DNA barcoding untuk autentikasi produk ikan tenggiri (*Scomberomorus* sp). *Jurnal Akuatika*, 6(2), 154-160.
- Maulid, D. Y., Nurilmala, M., Nurjanah, & Maddupa, H. (2015). Karakteristik molekul cytochrome b untuk DNA barcoding tenggiri. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(1), 9-16. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.2016.19.1.9>
- Noegroho, T., Boer, M., Sulistiono, & Adrianto, L. (2018). Size structure and population dynamics of Indo-Pacific king mackerel (*Scomberomorus guttatus*) in Kepulauan Riau's water, Indonesia. *AACL Bioflux*, 11(4), 1081-1088. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/176/1/012022>.
- Nuraini, H., Sumantri, C., Andreas, E., Primasari, A., Irine, & Khaerunnisa, I. (2014). Pemanfaatan multiplex PCR dalam identifikasi jenis ternak untuk menjamin produk halal dan thoyyib. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, <https://doi.org/10.14334/PROS.SEMNAS.TPV-2014-P.35-41>
- Patoka, J., Takdir, M., Yonvitner, Aryadi, H., Jerikho, R., Nilawati, J., Tantu, F. Y., Bohata, L., Aulia, A., Kamal, M. M., Wardiatno, Y., & Petrtyl, M. (2020). Two species of illegal South American sailfin catfish of the genus *Pterygoplichthys* well-established in Indonesia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 28, 1-5. <https://doi.org/10.1051/kmae/2020021>.
- Permata, M. A. D., Purwiyanto, A. I. S., & Diansyah, G. (2018). Kandungan logam berat Cu (tembaga) dan Pb (timbal) pada air dan sedimen di kawasan industri Teluk Lampung, Provinsi Lampung. *Journal of Tropical Marine Science*, 1(1), 7-14. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v1i1.667>
- Putra, D. A. P., Agustini, T. W., & Wijayanti, I. (2015). Pengaruh penambahan karagenan sebagai stabilizer terhadap karakteristik otak-otak ikan kurisi (*Nemipterus nematophorus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 4(2), 1-10.
- Qoyyimah, F., Elfidasari, D., Fahmi, M. R. (2016). Identifikasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter pola abdomendi Perairan Ciliwung. *Jurnal Biologi*, 20(1), 40-43. <http://dx.doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2016.v20.i01.p07>
- Rahim, Z., & Madduppa, Z. (2020). Identifikasi ikan sardine komersial (*Dussumieria elopsoides*) yang didaratkan di Pasar Muara Angke, Jakarta menggunakan pengamatan morfologi, morfometrik, dan DNA barcoding. *Jurnal kelautan*, 13(2), 93-99. <http://dx.doi.org/10.21107/jk.v13i2.6397>
- Rao, R. K., & Sunchu, V. (2017). A report on *Pterygoplichthys pardalis* Amazon sailfin suckermouth catfishes in freshwater tanks at Telangana state, India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2), 294-254.
- Saputro, D., Agustini, T. W., & Rianingsih, L. (2018). Pengaruh penambahan karagenan terhadap sifat fisikokimia otak-otak ikan lele dumbo (*Clarias gariepenus*). *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 2(1), 25-33.
- Velasco, A., Sanchez, A., Martinez, I., Santaclara, F. J., Martin, R. I. P., & Sotelo, C. G. (2013). Development of a real-time PCR method for the identification of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *Food Chemistry*, 141(3), 2006-2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.077>

- Wahyuni, S., Maryam, S., & Aminah. (2019). Validasi metode analisis cemaran DNA babi pada bakso sapi menggunakan primer mitokondria D-Loop 22 dengan metode Polymerase Chain Reaction (PCR). *Jurnal Farmasi Galenika*, 5(1), 65-72. <https://doi.org/10.22487/j24428744>. 2019. V5. i1. 12035
- Widodo, J. (1989). Sistematika, biologi, dan perikanan tenggiri (*Scomberomorus*, Scombridae) di Indonesia. *Oseana*, 14(4), 145-150.