

**Pengujian Kadar *Total Volatile Base Nitrogen* (TVB-N) pada Ikan Tuna (*Thunnus Sp.*) di Unit Pelaksana Teknis Pengujian Mutu dan Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan Banyuwangi, Jawa Timur**

**Test of Total Volatile Base Nitrogen (TVB-N) in Tuna (*Thunnus Sp.*) at the at the Technical Implementation Unit for Quality Testing and Development of Marine and Fishery Product Banyuwangi, East Java**

Agata Kinanthi Nareswari<sup>1</sup>, Eksi Dyah Yuliarti<sup>2</sup>, Wahyu Tjahjaningsih<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Progran Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Indonesia

<sup>2</sup>Unit Pelaksana Teknis Pengujian Mutu dan Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan (UPT. PMP2KP) Banyuwangi, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Indonesia

**Article Info**

Received: 2022-06-17

Revised: 2022-06-23

Accepted: 2022-06-26

Online: 2022-06-28

Koresponding:  
Wahyu Tjahjaningsih,  
Departemen Kelautan,  
Fakultas Perikanan dan  
Kelautan, Universitas  
Airlangga, Indonesia

E-mail:  
[wahju\\_fpk@yahoo.com](mailto:wahju_fpk@yahoo.com)

**Abstrak**

Mutu produk adalah keadaan fisik, fungsi, dan sifat suatu produk yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan konsumen, oleh karena itu perlu ada upaya maksimum yang dapat dilakukan dapat mempertahankan mutu bahan baku, terutama ikan segar termasuk ikan tuna. Salah satu parameter untuk menentukan kondisi ikan secara kimia adalah *total volatile base nitrogen* (TVB-N). Pengujian kadar TVB-N di Unit Pelaksana Teknis Pengujian Mutu dan Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan Banyuwangi diawali dengan karakterisasi sampel antara lain: bobot tuntas, suhu pusat, pH dan kadar air. Metode yang digunakan berpedoman pada SNI 2354.8:2009 yang terdiri dari tahap preparasi, destilasi dan titrasi. Standar kadar TVB-N untuk ikan segar layak konsumsi sesuai SNI 2354.8:2009 adalah 20-30 mgN/100 g. Hasil pengujian kadar termasuk pada ikan tuna sesuai SNI 2354.8:2009 adalah 20-30 mgN/100 g. Hasil pengujian kadar TVB-N dari sampel ikan tuna berkisar antara 16,29-29,57 mgN/100 g yang berarti masih dalam tingkat batas penerimaan konsumsi sesuai pada SNI 2354.8:2009 sebesar 20-30 mgN/100 g.

**Kata kunci:** ikan tuna, mutu, TVB-N, produk

**Abstract**

Product quality is the physical condition, function, and nature of a product that can meet the tastes and needs of consumers, therefore there needs to be maximum efforts that can be made to maintain the quality of raw materials, especially fresh fish and

the example is tuna fish. One of the parameters of fish chemical is total volatile base nitrogen (TVB-N). Testing the levels of TVB-N at the Technical Implementation Unit for Quality Testing and Development of Marine and Fishery Product Banyuwangi begins with sample characterization, including: complete weight, central temperature, pH and water content. The method used is guided by SNI 2354.8:2009 which consists of the preparation, distillation and titration stages. The standard level of TVB-N for fresh fish suitable for consumption according to SNI 2354.8:2009 is 20-30 mgN/100 g. The results of testing the levels of TVB-N of tuna fish samples ranged from 16.29-29.57 mgN/100 g, which means it is still within the acceptable level of consumption, that is suitable to SNI 2354.8:2009 is 20-30 mgN/100 g.

**Keywords:** tuna fish, quality, TVB-N, product

## 1. Pendahuluan

Mutu produk merupakan kondisi fisik, fungsi dan sifat produk yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan konsumen. Prinsip dasar yang perlu disadari bahwa upaya maksimum yang dapat dilakukan dapat mempertahankan mutu bahan baku, dalam hal ini bahan baku merupakan ikan segar termasuk ikan tuna (Wangsadinata, 2009). Ikan tuna merupakan jenis ikan yang memiliki kandungan protein tinggi berkisar antara 22,6-26,2 g/100 g daging (20,9%) dan lemak yang rendah berkisar antara 0,2-2,7 g/100 g daging (9,4%). Ikan tuna juga memiliki kadar air yang tinggi sebesar 68,1% dan juga memiliki kalori sebesar 121 kalori/100 g daging (Sianipar, 2003). Menurut Sikorski (1990) dalam Sianipar (2003), komponen-komponen yang terkandung dalam ikan tuna tersebut berpengaruh besar terhadap nilai nutrisi, sifat fungsi, kualitas sensori hingga reaksi biokimia di dalam jaringan saat post-mortem. Oleh karena kandungan yang terdapat pada ikan tuna tersebut maka perlu terjaga mutunya, salah satunya yaitu teruji aman dari kadar ambang batas TVB-N sebelum disebarkan ke para konsumen. Menurut Liu *et al.* (2010), ikan mempunyai nilai gizi tinggi namun mudah busuk karena mengandung kadar protein tinggi dengan kandungan asam amino bebas yang digunakan untuk metabolisme mikroorganisme, produksi ammonia, biogenik amin, asam organik, keton dan komponen sulfur. Metabolisme mikroorganisme serta pembentukan senyawa-senyawa biokimia yang berlebih akan menyebabkan degradasi kualitas ikan, mulai dari perubahan fisik hingga kebusukan.

Kualitas dari ikan yang terdegradasi disebabkan karena mikroba pembusukan dan reaksi biokimia yang terjadi selama penanganan dan penyimpanan. Beberapa metode uji telah dilakukan untuk menilai kualitas daging otot ikan selama penanganan dan penyimpanan. Metode tersebut termasuk perubahan populasi mikroba dan total nitrogen volatil (TVB-N atau VB-N) (Nento *et al.*, 2014). Menurut Jinadasa (2014), TVB-N merupakan karakteristik penting dalam menentukan mutu produk perikanan dan indikator kimia yang paling umum dari pembusukan ikan laut. *Total Volatile Base Nitrogen* (TVB-N) merupakan kelompok yang terbentuk dari *biogenic amines* dalam produk makanan non-fermentasi selama penyimpanan. Menurut Dong and Xiao (2017), *biogenic amines* merupakan senyawa nitrogen terbentuk yang dapat ditemukan di berbagai bahan pangan seperti produk akuatik, produk daging, serta produk fermentasi karena aktifitas mikrobia yang tidak diinginkan.

Penelitian mutu bahan baku dapat dilakukan dengan berbagai uji, antara lain: uji kadar air, pH, TVB-N, TPC dan organoleptik (Dotulong *et al.*, 2018). *Total Volatile Base Nitrogen* (TVB-N) merupakan parameter kimia untuk menentukan kemunduran mutu ikan. Ikan tuna adalah salah satu jenis ikan ekonomis penting di dunia dan merupakan komoditi perikanan terbesar ketiga di Indonesia yang memiliki kandungan gizi yang berlimpah sehingga mutu ikan tuna harus terjamin ketika akan diekspor atau diolah. Prinsip penetapan TVB-N adalah menguapkan senyawa-senyawa yang terbentuk karena penguraian asam-asam amino dalam daging ikan (Purwaningsih,

2010). Adapun untuk standar kadar TVB-N untuk ikan segar layak konsumsi termasuk pada ikan tuna sesuai SNI 2354.8:2009 adalah 20-30 mgN/100 g.

## 2. Material dan Metode

Tahap karakterisasi sampel ikan tuna yang berasal dari Pasar Blambangan Banyuwangi dilakukan sebelum pengujian kadar TVB-N. Tujuan dari tahap karakterisasi ini adalah untuk mengetahui kondisi sampel sebelum pengujian. Karakteristik sampel dapat menjadi data penunjang dalam analisis hasil uji kadar TVB-N. Pengamatan karakterisasi fisika berupa bobot tuntas dan suhu serta karakterisasi kimia berupa pH dan kadar air pada sampel. Adapun sampel ikan tuna tersebut yang akan diuji TVB-N disimpan pada suhu  $-10^{\circ}\text{C}$ . Selain bahan sampel tersebut, juga diperlukan bahan-bahan untuk pengujian TVB-N antara lain yaitu asam perklorat (PCA) 6%, kertas saring, larutan NaOH 20%, *silicon antifoaming*, asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) 3%, indikator Tashiro, larutan HCl 0,02 N.

### Bobot Tuntas

Penimbangan bobot tuntas sampel sebelum pengujian TVBN perlu dilakukan untuk memastikan kristal es telah mencair seluruhnya sehingga diperoleh daging ikan yang siap uji. Penentuan bobot tuntas menurut SNI 01.2372.2:2011 menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian  $\pm 0,01$  gr serta alat penirisan berupa peniris nomor delapan ukuran *mesh* 0,093 7 inci (2,36 mm) dan diameter peniris 8 inci (20 cm) dengan sudut kemiringan  $17-20^{\circ}$ . Prinsip dari penimbangan bobot tuntas adalah menimbang bobot awal sampel dan bobot sampel ketika ditiriskan sehingga diperoleh berat bersih sampel (BSN, 2011).

### Suhu Pusat

Suhu merupakan salah satu karakter yang dinilai dapat menggambarkan kondisi atau reaksi yang terjadi pada sampel. Pengukuran suhu pusat menurut SNI 01.2372.1:2006

digunakan alat bantu *thermocouple* (BSN, 2006). Adapun sampel yang diperlukan sebesar 5 g.

### Derajat Keasaman (pH)

Penentuan pH dilakukan dengan menggunakan pH meter pada sampel sebanyak 5 g yang telah halus dan larut dalam akuades.

### Kadar Air

Pengujian kadar air mengacu pada SNI 2354.1:2015 dengan metode gravimetri. Sampel ditimbang sebanyak  $2 \text{ g} \pm 0,01$  kemudian sampel dihaluskan. Cawan porselin yang akan digunakan terlebih dahulu dimasukkan dalam oven selama 30 menit lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit. Berat sampel yang berkurang akibat proses pemanasan dengan oven dianggap sebagai kadar air dalam sampel yang menguap selama pemanasan (BSN, 2015).

### Pengujian Kadar Total Volatile Base Nitrogen (TVB-N)

Pengujian kadar TVB-N sesuai SNI 2354.8:2009 terdiri dari tiga tahap, yakni: preparasi, destilasi dan titrasi (BSN, 2009). Preparasi diawali dengan melumatkan sampel dan ditimbang hingga diperoleh sampel seberat 10 g. Selanjutnya sampel diekstraksi dengan 90 ml asam perklorat (PCA) 6%, dan disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh sebanyak 50 ml dipindahkan ke dalam tabung destilasi bersama 10 ml larutan NaOH 20% dan *silicon antifoaming* yang berfungsi untuk mencegah pembentukan buih pada larutan sampel akibat menurunnya tegangan permukaan larutan sampel selama destilasi (Evita *et al.*, 2009).

Destilasi merupakan proses penguapan untuk memisahkan komponen campuran pada temperatur yang lebih rendah dari titik didih rendah dari komponen-komponennya, sehingga proses pemisahan dapat berlangsung tanpa merusak komponen-komponen yang akan dipisahkan (Wonorahardjo,

2016). Destilasi berlangsung selama 5-10 menit hingga larutan pengikat berubah warna menjadi kehijauan dan volumenya bertambah menjadi 200 ml. Komponen basa *volatile* dari sampel yang diuapkan akan dialirkan menuju larutan pengikat berupa asam borat ( $H_3BO_3$ ) 3% sebanyak 100 ml. Asam borat akan mengikat senyawa basa *volatile* yang telah diuapkan. Untuk mengetahuinya digunakan indikator Tashiro.. Indikator Tashiro merupakan campuran 0,2 g *methyl red* dan 0,1 g *methylene blue* dalam 100 ml etanol sehingga menghasilkan warna ungu. Perubahan warna larutan pengikat yang semula ungu

dari indikator Tashiro menjadi kehijauan menunjukkan terjadi ikatan antara komponen basa *volatile* dari sampel yang diuapkan dengan asam borat.

Selanjutnya dilakukan titrasi dengan larutan HCl 0,02 N untuk mengetahui seberapa banyak basa *volatile* yang menguap dan terikat pada larutan pengikat. Asam pekat ditetaskan secara perlahan dan terus-menerus hingga mencapai titik ekuivalen yang ditandai dengan perubahan warna menjadi merah muda atau menyerupai ungu (Nasution *et al.*, 2018). Kadar TVB-N dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{(V. \text{titrasi contoh} - V. \text{titrasi blanko}) \text{ml} \times N.HCl \times 14,007 \times 2 \times 100}{\text{berat contoh (g)}}$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

Ikan tuna juga memiliki kadar air yang tinggi sebesar 68,1% dan juga memiliki kalori sebesar 121 kalori/100 g daging (Sianipar, 2003). Menurut Sikorski

(1990), komponen-komponen yang terkandung dalam ikan tuna berpengaruh besar terhadap nilai nutrisi, sifat fungsi, kualitas sensori hingga reaksi biokimia di dalam jaringan saat *post-mortem*.

**Tabel 1.** Hasil karakterisasi sampel ikan tuna asal dari pasar Blambangan Banyuwangi

No.	Kode Sampel	Bobot Tuntas (%)	Suhu Pusat (°C)	pH
1.	2334	99,96	3	6,58
2.	31	98,21	-10	6,76
3.	33	97,22	-5	6,06
4.	123	90,86	9	6,26

Kadar air, suhu pusat dan pH merupakan karakteristik yang saling berkaitan dan mempengaruhi proses autolisis penyebab kebusukan. Menurut Wu *et al.* (2019), air, suhu dan pH merupakan atribut fisikokimia yang menentukan kesegaran ikan. Sebagai komoditas yang mudah rusak, bila ikan tidak ditangani dengan baik akan mempercepat proses autolisis yang disebabkan enzim dan bakteri yang ada karena kadar air yang tinggi sangat memberikan ruang bagi bakteri. Semakin banyak bakteri yang beraktivitas, maka semakin banyak komponen-komponen

yang teruraikan. Semakin cepat reaksi terjadi semakin tinggi pula suhu dan derajat keasaman atau pH dari ikan tersebut.

Suhu yang rendah memperkecil aktivitas mikroorganisme karena suhu rendah dapat menekan laju metabolisme serta menghentikan pertumbuhan bakteri (Budiman *et al.*, 2016). Irianto and Giyatmi (2011) menyatakan bahwa pH netral ikan adalah 7,0 dan pH ikan yang baru mati sebesar 5,6 sampai 6,2. Semakin lama, pH ikan tersebut akan mengalami ketidakstabilan seiring aktifnya bakteri maupun reaksi biokimia seperti autolisis.

**Tabel 2.** Hasil pengujian TVB-N sampel ikan tuna asal dari pasar Blambangan Banyuwangi

No.	Kode	Kadar TVB-N (mgN/100 g)		Rata-rata TVB-N (mgN/100 g)	Kategori
		I	II		
1.	2334	23,157	23,064	23,11	dapat dikonsumsi
2.	31	21,94	21,84	21,89	dapat dikonsumsi ikan segar
3.	33	16,34	16,24	16,29	
4.	123	29,8	29,34	29,57	batas atas penerimaan konsumsi

Kadar TVB-N sampel ikan tuna berkisar dari 16,29-29,57 mgN/100 g (Tabel 2). Berdasarkan SNI 2354.8:2009, kadar TVBN 20-30 mgN/100 g adalah batas kadar TVB-N ikan yang dapat dikonsumsi, ikan, dan bila di atas 30 mgN/100g sudah tidak layak konsumsi (BSN, 2009). Nento *et al.* (2014) mengelompokkan tingkat kesegaran ikan berdasarkan nilai TVB-N. Kelompok ikan sangat segar dengan TVB-N  $\leq 10$  mg N/100 g, ikan segar dengan TVB-N 10-20 mg N/100 g), ikan pada garis batas kesegaran yang masih dapat dikonsumsi dengan TVBN 20-30 mgN/100 g, dan (4) ikan busuk yang tidak dapat dikonsumsi dengan TVB-N  $>30$  mgN/100 g. Menurut Susanto *et al.* (2011), batas penerimaan nilai TVB-N untuk ikan berlemak tinggi adalah 20 mgN%. Nurjanah *et al.* (2004) juga berpendapat bahwa kadar TVB-N pada tahap pre-rigor adalah 18,67-20 mgN/100 g dan pada tahap rigor mortis sebesar 20-24 mgN/100 g. Berdasarkan Commission Regulation (EC), kadar TVB-N ikan tidak boleh lebih dari 2 mgN/100 g (Castro, 2013).

Kadar TVB-N dipengaruhi oleh penanganan, penyimpanan dan pengawetan (Mulyanto *et al.*, 2017). Menurut Waryani *et al.* (2014), kadar TVB-N akan naik seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Hal ini dikarenakan TVB-N merupakan senyawa hasil degradasi protein karena aktivitas enzim maupun bakteri pembusuk. Menurut Santoso *et al.* (1999), peningkatan kadar TVB-N pada daging ikan selama penyimpanan disebabkan degradasi protein dan derivatnya oleh mikroorganisme yang menghasilkan basa mudah menguap

seperti trimethylamine (TMA), amoniak, dan H<sub>2</sub>S. Jumlah mikroorganisme maupun aktivitas enzim yang tinggi menyebabkan protein menjadi senyawa basa nitrogen lebih cepat sehingga konsentrasi TVB-N juga meningkat tajam. Oleh karena itu pengawetan perlu dilakukan agar kadar TVB-N selama penyimpanan tidak meningkat secara tajam (Barodah, 2017).

Sampel uji dengan kadar TVB-N mendekati batas tertinggi diberikan keterangan oleh pihak UPT. PMP2KP Banyuwangi bahwa ikan maupun produk tersebut berada dalam batas toleransi yang rendah sehingga perlu dipertimbangkan kembali untuk dilanjutkan ke tahap distribusi maupun pengolahan. Apabila sampel memiliki kadar TVB-N berada di atas batas toleransi diberikan surat pernyataan bahwa ikan maupun produk tersebut dilarang untuk didistribusikan (*reject*) maupun mengalami pengolahan lebih lanjut. Kasus sampel yang diperoleh dari pasar, ditindaklanjuti dengan memberikan penyuluhan serta kontrol pada tahap penanganan dan penyimpanan pasca pendaratan ikan hingga distribusi.

#### 4. Kesimpulan

Sampel ikan tuna dari Pasar Blambangan Banyuwangi memiliki kadar TVB-N berkisar dari 16,29-29,57 mgN/100 gr. Sampel ikan tuna tersebut berada pada tingkat batas penerimaan konsumsi. Menurut SNI 2354.8:2009, standar ikan segar yang layak konsumsi memiliki kadar TVB-N sebesar 20- 30 mgN/100 g. Kadar TVB-N dapat digunakan sebagai indikator kimia untuk menentukan mutu produk

perikanan, maka untuk menjaga mutu tersebut penanganannya harus tangkas, cepat, teliti, serta ikan tuna secepatnya didinginkan dengan cara menyelimuti tubuh ikan dengan es hancuran, dan disimpan dalam palka air laut dingin yang dilengkapi dengan alat pengontrol suhu sehingga suhu di palka dapat diatur sedemikian rupa sekitar 0°C.

#### Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2006). SNI 01.2372.1:2006. Penentuan suhu pusat. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 9 hal.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2009). SNI 2354.8:2009. Penentuan kadar total volatile base nitrogen (TVB-N). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 12 hal.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2011). SNI 01.2372.2:2011. Penentuan bobot tuntas. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 10 hal.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2015). SNI 2354.1:2015. Penentuan kadar air. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 10 hal.
- Barodah, L. L., Sumardianto, & Eko S. (2017). Efektifitas serbuk *Sargassum polycystum* sebagai antibakteri pada ikan lele (*Clarias* sp.) selama penyimpanan dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6(1):10-20.
- Budiman, R. P., Pranata, W., & Suliasih, N. (2016). Umur simpan fillet ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada penyimpanan suhu dingin dengan konsentrasi dan lama waktu perendaman larutan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(2):1-12.
- Castro, P. (2013). Effect of storage conditions on total volatile base nitrogen determinations in fish muscle extracts. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21:519-523.
- Dotulong, V., Patty, C. N., & Suwetja, I. K. (2018). Mutu ikan roa (*Hemirhamphus* sp. ) asap yang dijual di pasar Bersehati Kota Manado Sulawesi Utara. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 6(3):281-286
- Evita, M., Mikrajjudin, A., Hermawan, M., & Khairurrijal. (2009). Peningkatan efektivitas defoamer silika (SiO<sub>2</sub>) dengan coating pada HDPE (High Density Polyethylene) . *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, 2(2):66-73.
- Dong, H., & Xiao, K. (2017). Modified QuEChES combined with ultra high performance liquid chromatography tandem mass spectrophotometry to determine seven biogenic amines in chinese traditional condiment soy sauce. *Food Chemistry*, 229:502-508.
- Irianto, H. E., & Giyatmi, S. (2011). Prinsip dasar teknologi pengolahan hasil perikanan. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Jinadasa. (2014). Determination of quality of marine fishes based on total volatile based nitrogen test (TVBN). *Natural and Science*, 12(5):106-111.
- Liu, S., Fan, W., Zhong, S., Ma, C., Li, P., Zhou, K., Peng, Z., & Zhu, M. (2010). Quality evaluation of traypacked tilapia fillets stored at 0°C based on sensory, microbiological, biochemical, and physical attributes. *African Journal of Biotechnology*, 9(5):692-701.
- Mulyanto, S., Sumardianto, & Amalia, U. (2017). Pengaruh penambahan

- ekstrak daun jambu biji merah (*Psidium guajava*) terhadap daya simpan ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) pada suhu dingin. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6(4):1-7.
- Nasution, H., Alfayed, M., Helvina, Siti, F., Ulfa, R., & Mardhatila, A. (2018). Analisa kadar formalin dan boraks pada tahu dari produsen tahu di lima (5) kecamatan di Kota Pekanbaru. *Jurnal Sains dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Riau*, 8(2):37-44.
- Nento, W. N., Nurhayati, T., & Suwandi, R. (2014). Perubahan mutu daging terang ikan tuna yellowfin di perairan Teluk Tomini Propinsi Gorontalo. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(3):225-232.
- Nurjanah, Setyaningsih, I., Sukarno & Muldani, M. (2004). Kemunduran mutu ikan nila merah (*Oreochromis sp*) selama penyimpanan pada suhu ruang. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 7(1):37-43.
- Purwaningsih, S. (2010, Desember). Kandungan gizi dan mutu ikan tenggiri (*Scomberomorus comersonii*) selama transportasi. Dipresentasikan pada Seminar Nasional Perikanan Indonesia 2010. Sekolah Tinggi Perikanan.
- Santoso, J., Nurjanah, Sukarno & Sinaga, S. R. (1999). Kemunduran mutu ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) selama penyimpanan pada suhu chilling. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, 6:1-4.
- Sianipar, D. T. (2003). Pengaruh kombinasi bahan pengikat dan bahan pengisi terhadap sifat fisik, kimia serta palatabilitas fish nugget dari daging merah ikan tuna (*Thunnus obesus*). Skripsi. Bogor: Teknologi Hasil Perikanan Institut Pertanian Bogor.
- Sikorski, Z. (1990). Seafood: Resource, nutritional composition, and preservation. Boca Ration. Florida: Depaertement of Food Preservation and Technichal University Poliecnhik Gdarisk.
- Susanto, E. (2011). Pemanfaatan bahan alami untuk memperpanjang umur simpan ikan kembung (*Rastrelliger neglectus*). *Jurnal Perikanan*, XII(2):60-69.
- Wangsadinata, V. (2009). Sistem pengendalian mutu ikan swaggi (*Priacanthus macracanthus*) (Studi kasus di CV. Bahari Express, Palabuhanratu, Sukabumi). Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Waryani, S.W., Silvia, R., & Hanum, F. (2014). Pemanfaatan kitosan dari cangkang (*Achatina fulica*) sebagai pengawet ikan kembung (*Rastralliger sp.*) dan ikan lele (*Clarias bathracus*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(4):51-57.
- Wonorahardjo, S. (2016). Metode-metode pemisahan kimia: Sebuah pengantar. Jakarta: PT. Indeks.
- Wu, L., Pu, H., & Sun, D-W. (2019). Novel techniques of evaluating freshness quality attributes of fish : A review of recent developments. *Trends in Food Science and Technology*, 83:259-273.