

## PENGARUH PERBEDAAN METODE PENCAIRAN (*THAWING*) TERHADAP KUALITAS KIMIA DAGING ABALON (*Haliotis asinina*) BEKU

### *Effect of Different Thawing Methods on Chemical Quality of Frozen Abalone (Haliotis asinina)*

Sri Fatmah Sari

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muhammadiyah Kendari

Jl. KH. Ahmad Dahlan No. 10, Kendari

Email : [aysary7@gmail.com](mailto:aysary7@gmail.com)

Diserahkan tanggal 11 Januari 2019, Diterima tanggal 28 Januari 2019

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas kimia daging abalon beku *H. asinina* yang dicairkan dengan beberapa metode. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, dimana terdapat tiga perlakuan yaitu pencairan dengan melakukan perendaman pada air es (4°C), pencairan dengan melakukan perendaman pada air biasa (28°C), dan pencairan dengan menempatkan pada suhu ruang (30°C). Sebelum dilakukan pencairan sampel yang digunakan dibekukan pada suhu -20°C selama 3x24 jam. Parameter yang dianalisa antara lain, kadar protein, kadar lemak, kadar protein terlarut, kadar air, dan kadar TMA-N. Dari hasil penelitian ini diperoleh perlakuan pencairan dengan melakukan perendaman pada air biasa (28°C) memberikan kualitas kimia yang lebih baik dengan kadar protein 14,08%, lemak 5,43%, protein terlarut 4,09%, kadar TMA-N 6,71 mg/100 g, dan kadar air 78,40%.

**Kata kunci:** Abalon (*Haliotis asinina*), Kualitas Kimia, Pembekuan, Pencairan.

#### ABSTRACT

*This research was conducted to investigate the chemical quality of frozen abalone (H. asinina) which thawed using different thawing methods. A completely randomized experimental design (CRD) was used. It consisted of three treatments of thawing (A; immersion in cool water (4°C), B; immersion in water at ambient temperature (28°C), C; placement at room temperature (30°C)) and done in triplicates. The samples were frozen at a temperature of -20°C for 3x24 hours and they were packaged by air packaging method. The content of protein, fat, soluble protein, water, and TMA-N were analyzed. The results showed that thawing by immersion in water at ambient temperature (28°C) gave the best chemical quality compared to two others thawing methods in this research.*

**Keywords:** Abalone (*Haliotis asinina*), chemical quality, freezing, thawing

#### PENDAHULUAN

Abalon jenis *Haliotis asinina* merupakan salah satu spesies abalon tropis yang terdapat di perairan Indonesia. Organisme ini merupakan kerang-kerangan laut yang termasuk dalam kelas gastropoda. Abalon telah menjadi salah satu bahan makanan yang memiliki kandungan protein tinggi (Romdhini dan Susanto, 2018). Selain itu, menurut Brown (2008) daging abalon jenis *H. asinina* memiliki tekstur dan cita rasa yang unik. Oleh karena itu, abalon merupakan komoditas akuakultur yang perlu dikembangkan.

Abalon jenis *H. asinina* merupakan salah satu bahan baku perikanan yang diperkirakan juga mudah rusak, karena memiliki komposisi senyawa kimia yang mirip dengan ikan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Adawyah (2007) bahwa produk perikanan merupakan bahan pangan yang mudah rusak (membusuk). Pada saat pasca panen, terjadi penurunan kualitas daging yang disebabkan oleh perubahan intrinsik kimia dan fisik, yang disebut autolysis dan perubahan yang dihasilkan oleh pertumbuhan bakteri dan proses metabolisme (Massa *et al.*, 2005). Perubahan yang menuju pada penurunan kualitas mutu produk juga dipengaruhi oleh lingkungan, yaitu suhu (Meiriza *et al.*, 2016) dan kehadiran oksigen yang dapat

memicu terjadinya oksidasi lemak, karena kandungan asam lemak tak jenuh abalon jenis *H. asinina* yang tinggi.

Kualitas daging dapat ditentukan melalui beberapa analisa yaitu analisa sensori, analisa kimia, analisa mikrobial, dan analisa fisik (Ladrat *et al.*, 2006). Dalam analisa kimia terdapat beberapa parameter yang dapat menggambarkan kualitas daging yaitu kandungan protein, lemak, angka peroksida, protein terlarut, dan kadar air. Selain itu, terdapat senyawa bersifat basa yang dapat menjadi indikator kimia untuk menentukan kesegaran yaitu trimethylamine (TMA-N) (Erkan, 2005). Perubahan kualitas kimia daging sangat berpengaruh pada kualitas sensorinya, karena salah satu proses kimia yang mempengaruhi tekstur, cita rasa, dan warna ialah denaturasi protein (Tenorio *et al.*, 2006).

Untuk mempertahankan kualitas daging abalon perlu dilakukan penanganan, salah satunya yaitu melalui pembekuan. Menurut Shafieipour *et al.* (2017) bahwa pembekuan merupakan bentuk pengawetan yang paling efektif untuk jangka panjang, tetapi selama pembekuan dapat terjadi perubahan kualitas produk yang disebabkan oleh oksidasi, denaturasi protein, sublimasi, dan rekristalisasi kristal es. Agen-agen ini dapat menyebabkan *off-flavours*, ketengikan, dehidrasi, penurunan bobot, kehilangan *juiciness*, *drip loss*, dan

pengerasan, serta pembusukan oleh mikroba dan proses autolisis.

Sebelum produk beku digunakan atau diolah lebih lanjut perlu dilakukan pencairan (*thawing*) dengan menggunakan metode yang tepat. Selama proses *thawing*, terdapat kemungkinan air akan diserap kembali oleh jaringan dan sel tergantung pada ukuran kristal es dan lokalisasi pada mikrostruktur jaringan, kecepatan *thawing*, dan *water-holding capacity* (WHC) dalam otot sebelum pembekuan (Tenorio *et al.*, 2006). Selama proses pencairan, produk akan kehilangan sebagian beratnya dalam bentuk drip (cairan yang keluar dari tubuh ikan setelah proses *thawing*) (Adawyah, 2007).

Selama *thawing* juga terjadi perubahan komponen kimia (Boonsumrej *et al.*, 2006). Menurut Archer *et al.* (2008) terdapat beberapa metode pencairan, yang pada prinsipnya menggunakan udara dan air, dengan standar suhu maksimal dari media pencairan berkisar antara 12°C hingga 25°C. Oleh karena itu, studi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan metode *thawing* terhadap kualitas kimia dari daging abalon (*H. asinina*) yang telah dibekukan.

## METODE PENELITIAN

### Tahap Persiapan Sampel

Sampel abalone jenis *H. asinina* berukuran 6-7 cm sebanyak 3 kg diperoleh dari hasil tangkapan nelayan di Perairan Pantai Desa Tapulaga, Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. Proses pembekuan, pencairan, dan analisa perubahan kimia dilakukan di Laboratorium Unit Nutrisi dan Pakan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Haluoleo Kendari, Sulawesi Tenggara.

Pengangkutan sampel abalon ke laboratorium masih dalam keadaan hidup. Kemudian abalon dibersihkan dengan mengeluarkan bagian cangkang, organ visera dan melakukan *bleaching*, dimana selama proses ini sampel dikondisikan berada pada suhu 10°C. Lalu dilakukan penimbangan sebanyak 100 g abalon untuk setiap perlakuan dengan dikemas menggunakan *food grade plastic bag*. Proses pembekuan dilakukan dengan menggunakan *freezer* bersuhu -20°C selama 72 jam. Setelah itu, dilakukan pencairan abalon tersebut dengan tiga metode berbeda dan masing-masing tiga ulangan. Abalon dicairkan dengan kondisi masih terbungkus *plastic bag*.

### Tahap Analisa

#### Persentase Drip loss

Persentase *drip loss* merupakan banyaknya drip (cairan yang keluar) pada saat *thawing*, dimana menurut Hansen *et al.* (2003) dapat diukur dengan rumus berikut:

$$\text{Drip loss} = [(\text{Berat awal sampel} - \text{Berat akhir sampel}) / \text{Berat awal sampel}] \times 100\%$$

#### Analisa Perubahan Kimia

Prosedur analisa kandungan protein kasar dengan metode Kjeldhal (AOAC, 2012), kadar lemak dengan metode Soxhlet (AOAC, 2012), angka peroksida dianalisa berdasarkan metode AOAC (2012), protein terlarut menggunakan metode menurut (AOAC, 2012), kadar trimetilamin (TMA-N) dengan metode Conway (SNI 2354.B-2009), dan kadar air dengan metode oven (SNI 01-2354.2-2006).

## Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan acak lengkap (RAL). Terdiri atas tiga perlakuan, pencairan dengan melakukan perendaman pada air es (4°C) (Perlakuan A), pencairan dengan melakukan perendaman air pada suhu ruang (28°C) (Perlakuan B), dan pencairan dengan membiarkan pada suhu ruang (30°C) (Perlakuan C), setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan.

## Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan metode pencairan yang berbeda terhadap kualitas daging abalon jenis *H. asinina* dilakukan analisis sidik ragam dengan menggunakan *statistic computer software*, apabila berpengaruh, dilakukan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) (Gasperz, 1991).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persentase Drip loss Abalon

Selama proses pembekuan hingga pencairan kembali produk agar diperoleh abalon segar, terjadi pengurangan berat karena adanya *drip* (cairan yang keluar) selama proses *thawing*. Persentase *drip loss* ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase *Drip loss*

Metode Pencairan	Persentase <i>Drip loss</i> (%)
Perendaman pada air es (4°C)	7.73 <sup>a</sup>
Perendaman pada air biasa (28°C)	5.61 <sup>b</sup>
Pencairan dengan membiarkan pada suhu ruang (30°C)	8.25 <sup>a</sup>

Keterangan : Superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata diantara perlakuan dengan taraf signifikan ( $\alpha=5\%$ )

Banyaknya *drip loss* diduga dipengaruhi oleh fluktuasi suhu (dari suhu beku ke suhu pada media pencairan) yang terjadi pada produk selama proses pencairan. Segera setelah pembekuan, sampel tidak akan mengalami rekristalisasi karena fluktuasi suhu, kristal es tersebut kembali menjadi cairan. Namun perubahan mikrostruktur protein yang menyebabkan hilangnya kemampuan jaringan untuk mengikat air, sehingga semakin banyak cairan yang hilang (Roiha *et al.*, 2018)

### Pengaruh Pencairan Terhadap Kualitas Kimia

Terdapat beberapa parameter yang dianalisa pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan metode pencairan terhadap kualitas kimia sampel abalon, dapat dilihat pada Tabel 2.

### Kadar Lemak Abalon

Perbedaan kadar lemak dari setiap perlakuan diduga karena persentase *drip loss* pada setiap perlakuan juga berbeda, dimana perlakuan B memiliki persentase *drip loss* yang terendah, maka dapat dikatakan bahwa semakin sedikit persentase *drip loss* pada saat *thawing*, semakin kecil kemungkinan terjadi penurunan atau hilangnya nutrisi pada produk, termasuk kadar lemak. Hal ini sesuai dengan

pernyataan Remington (2017) bahwa selama penyimpanan produk beku akan terjadi perubahan mikrostruktur yang terlihat pada sebagian rongga membentuk parit atau saluran, sehingga air atau lemak akan mudah mengalir keluar saat *thawing*. Selain itu faktor yang menyebabkan menurunnya kadar lemak karena terdapat lemak yang larut dalam air, dimana menurut

Lehninger (1982) terdapat beberapa lemak yang berikatan spesifik dengan protein membentuk lipoprotein. Kulit sebelah luar lipoprotein yang bersifat hidrofilik menghadap ke air, dan menjadikan struktur yang kaya akan lipida ini larut di dalam air.

Tabel 2. Pengaruh Metode Pencairan Terhadap Kandungan Protein Kasar, Lemak, Protein Terlarut, Kadar Air dan TMA-N

Metode Pencairan	Protein Kasar (%)	Lemak (%)	Protein Terlarut (%)	Kadar Air (%)	TMA-N (mg/100g)
Perendaman pada air es (4°C)	12,09 <sup>a</sup>	4,71 <sup>c</sup>	3,57 <sup>e</sup>	80,96 <sup>g</sup>	8,95 <sup>j</sup>
Perendaman pada air biasa (28°C)	14,81 <sup>b</sup>	5,43 <sup>d</sup>	4,09 <sup>f</sup>	78,40 <sup>h</sup>	6,71 <sup>i</sup>
Pencairan dengan membiarkan pada suhu ruang (30°C)	10,30 <sup>a</sup>	3,37 <sup>c</sup>	3,91 <sup>e</sup>	78,85 <sup>h</sup>	13,97 <sup>k</sup>

Keterangan : Superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata diantara perlakuan dengan taraf signifikan ( $\alpha=5\%$ ).

### Kadar Protein Terlarut Abalon

Dari seluruh total protein atau seluruh bentuk protein yang terdapat pada abalone hanya terdapat sedikit protein yang larut dalam air, karena pada umumnya hewan laut termasuk abalone jumlah proteinnya yang mudah larut dalam air adalah tidak banyak, dimana menurut Abraha *et al* (2018) kadar protein terlarut pada hewan laut hanya sekitar 3-5%.

Faktor yang diduga menyebabkan protein terlarut yaitu terjadinya *drip* pada saat *thawing*. Seperti yang dinyatakan oleh Simon (2008) bahwa interaksi antara protein dengan air didasarkan pada adanya sifat hidrofilik protein. Sifat ini timbul oleh adanya rantai sisi polar di sepanjang rantai peptida, yaitu gugus karboksil dan amino. Molekul protein mempunyai beberapa gugus yang mengandung atom N atau O yang tidak berpasangan. Atom N pada rantai peptida bermuatan negatif sehingga mampu menarik atom H dari air yang bermuatan positif.

### Kadar Air Abalon

Bila dibandingkan dengan kadar air pada abalon segar yaitu 82,39%, hasil analisa kadar air yang diperoleh setelah proses pembekuan dan pencairan terjadi penurunan, yaitu perlakuan A (81,01%), perlakuan B (79,07%), dan perlakuan C (79,49%).

Menurunnya kadar air disebabkan oleh terjadinya degradasi protein miofibril (aktin dan miosin) sehingga protein tidak dapat mengikat air lagi dengan baik. Penyimpanan beku menyebabkan es yang terbentuk dalam matriks protein menyebabkan melemahnya sistem ikatan hidrogen, sehingga menghasilkan disintegrasi struktur tiga dimensi protein dan menyebabkan penggabungan protein. Semakin lama proses pencairan semakin banyak air yang dilepaskan. Jumlah air yang dilepaskan kira-kira 1-20%.

### Kadar Trimetilamin Nitrogen (TMA-N) Abalon

Pengukuran kadar TMA dilakukan untuk mengetahui tingkat kesegaran produk abalon yang dibekukan dan telah mengalami proses pencairan dengan 3 metode yang berbeda. Berdasarkan hasil perhitungan kadar TMA diperoleh pada perlakuan B (perendaman dengan air biasa) menunjukkan kadar TMA paling rendah yaitu 6,90 mg/100 g, selanjutnya perlakuan A (perendaman dengan air es) yaitu 9,13 mg/100 g

dan terakhir perlakuan C (penyimpanan dengan suhu ruang) yaitu 13,43 mg/100 g. Maka dapat dikatakan bahwa semakin rendah kadar TMA suatu produk maka semakin baik tingkat kesegaran produk tersebut (McWilliams, 2017). Selain itu menurut Erkan (2005) bahwa level maksimum TMAN ikan segar yaitu 10-15 mg/100 g.

Rendahnya kadar TMA pada perlakuan B diduga disebabkan oleh kondisi media perendaman pada saat awal proses perendaman, dimana pada saat peletakkan produk abalon beku maka akan terjadi proses perpindahan panas ke produk atau kondisi media perendaman akan menjadi seimbang.

Jika dibandingkan dengan kadar TMA-N pada abalon segar yaitu 2,24 mg/100 g, terjadi peningkatan kadar trimetilamin pada saat perlakuan pencairan. Menurut Pandit (2006), perbedaan kadar TMA ini disebabkan oleh perbedaan populasi bakteri. TMA merupakan hasil pembusukan spesifik terhadap produk ikan laut yang mengandung senyawa trimetilamin oksida (TMAO) dan senyawa non protein nitrogen lainnya, kemudian oleh bakteri dan enzim direduksi menjadi TMA. TMAO terdapat dalam jumlah banyak pada ikan laut, karena berperan dalam proses osmoregulasi. Selain itu Syamaladevi (2012) menyatakan bahwa penurunan suhu menyebabkan enzim tidak dapat bekerja secara optimal atau lebih mendekati inaktivasi enzim, hal ini menyebabkan proses penguraian senyawa protein menjadi senyawa yang lebih sederhana terhambat. Terhambatnya proses tersebut menyebabkan terhentinya atau melambatnya produksi senyawa-senyawa asam amino volatil. Enzim lebih stabil dibandingkan bakteri pada suhu beku dan reaktif dengan sangat cepat setelah *thawing*.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa metode pencairan (*thawing*) yang terbaik adalah perendaman dengan menggunakan air bersuhu 28°C, yang ditandai dengan:

1. Kandungan proksimat yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *thawing* lainnya (perendaman dengan menggunakan air es (4°C) dan penempatan pada suhu ruang (30°C), dengan nilai kadar protein 14,08%, lemak 5,43%, protein terlarut 4,09%, dan kadar air 78,40%.

2. Kadar TMA-N terendah (6,71mg/100g) pada metode ini, yang menunjukkan tingkat kualitas kesegaran terbaik, sebab semakin rendah kadar TMA-N maka produk semakin segar.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muhammadiyah Kendari atas dukungan yang telah diberikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abraha B, Admassu H, Mahmud A., 2018. Effect of processing methods on nutritional and physico-chemical composition of fish: a review. *MOJ Food Process Technol* 6(4):376–382. <https://10.15406/mojfpt.2018.06.00191>
- Adawyah, 2007. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Bumi Aksara. Jakarta. 160 Hal.
- AOAC, 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International, 19th Edition.
- Archer, M., Edmonds, M., & George, M., 2008. Seafood thawing. *Seafish Research & Development*.
- Boonsumrej, S., S. Chaiwanichsiri., S. Tantratian., T. Suzuki., R. Takai. 2006. Effects of Freezing and Thawing on the Quality Changes of Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Frozen by Air-blast and Cryogenic Freezing. *Journal of Food Technology* V,pp:292-299. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.04.059>
- Brown, M., A.L. Sikes., N.G. Elliott., and R.K. Tume. 2008. Physicochemical factors of abalone quality: a review. *Journal of Shellfish Research*. V, pp:157-162. [https://doi.org/10.2983/07308000\(2008\)27\[835:PFOA\\_QAJ2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/07308000(2008)27[835:PFOA_QAJ2.0.CO;2)
- Erkan, M. 2005. Changes in Quality Characteristics During Cold Storage of Shucked Mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and Selected Chemical Decomposition Indicators. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85:2625-2630. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2331>
- Gasperz, V. 1991. Metode Perancangan Percobaan. Armico. Bandung.
- Hansen, E., R. Appelgren., M. Hviid., M. Darr., L.H. Skibsted. 2003. Thaw Drip loss and Protein Characterization of Drip From Air-Frozen, Cryogen-Frozen, and Pressure-Shift-Frozen Pork *Longissimus Dorsi* in Relation to Ice Crystal Size. *Springer-Verlag. Eur Food Res Technol* 218:2–6. <https://doi.org/10.1007/s00217-003-0824-y>
- Ladrat, C., R. Cheret., R. Taylor., dan V. Bagnis. 2006. Trends in Postmortem Aging in Fish: Understanding of Proteolysis and Disorganization of the Myofibrillar Structure. *Critical Reviews In Food Science and Nutrition France*. 46:409-421. 10.1080/10408390591000929
- Lehninger A.L. 1982. Principles of Biochemistry. Worth Publisher, Inc. 369 hlm. ISBN: 8123902956, 9788123902951
- Massa, A.E., D.L. Palacios., M.E. Paredi., and M. Crupkin. 2005. Postmortem Changes in Quality Indices of Ice-Stored Flounder (*Paralichthys patagonicus*). *Journal of Food Biochemistry* 29:570-590. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2005.00050.x>
- McWilliams, M. 2017. Foods: Experimental Perspectives 8<sup>rd</sup> Edition. Prentice Hall Inc. California State University, Los Angeles. 786p. <https://www.pearson.com/us/highereducation/program/Mc-Williams-Foods-Experimental-Perspectives-8th-Edition/PGM25046.html>
- Meiriza, Eko Nurcahya Dewi, Laras Rianingsih., 2016. Perbedaan Karakteristik Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) Cabut Duri dalam Kemasan Berbeda Selama Penyimpanan beku. *Jurnal Pengolahan & Biotek Hasil Perikanan*. <http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jpbhp>
- Pandit, S., N. T. Suryadhi, I. B. Arka, N. Adiputra, 2006. Pengaruh Penyiangan dan Suhu Penyimpanan Terhadap Mutu Kimiawi, Mikrobiologis dan Organoleptik Ikan Tongkol (*Auxis thazard*, lac). *Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa*. V, pp:1-6.
- Remington, Mary Catherine Anne., 2017. The Effect of Freezing and Refrigeration on Food Quality. All Theses. 2667. [https://tigerprints.clemson.edu/all\\_theses/2667](https://tigerprints.clemson.edu/all_theses/2667)
- Romdhini dan Susanto. 2018. Strategi Optimalisasi Budidaya Abalon (*Haliotis asinina*) di Pulau Lombok Menggunakan Matriks Leslie. <https://osf.io/preprints/inarxiv/3hnyr/download>
- Roiha, Guro Møen Tveitb, Christoph Josef Backic, Ásbjörn Jónsson, Magnea Karlsdóttir, Björn Tore Lunestada, 2018. Effects of controlled thawing media temperatures on quality and safety of pre-rigor frozen Atlantic cod (*Gadus morhua*). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.030>
- Shafieipour and Sami, 2017. The effect of different thawing methods on chemical properties of frozen pink shrimp (*Penaeus duorarum*). [https://ijvm.ut.ac.ir/article\\_53226\\_0b02aa45e064c2492cd3d7da034b0964.pdf](https://ijvm.ut.ac.ir/article_53226_0b02aa45e064c2492cd3d7da034b0964.pdf)
- SNI 2354.8-2009. Cara Uji Kimia-Bagian 8: Penentuan Kadar Total Volatile Base Nitrogen (TVB-N) dan Kadar Trimetilamin Nitrogen (TMA-N) pada Produk Perikanan. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI-01-2354.2-2006. Cara Uji Kimia- Bagian 2: Penentuan Kadar Air pada Produk Perikanan. Badan Standardisasi Nasional.
- Simon. 2008. Interaksi Komponen Kimiawi dalam Produk Pangan. *Journal Food Energy Tech Info*.
- Syamaladevi, R.M., Manahiloh, K.N., Muhunthan, B., Sablani, S.S. 2012. Understanding the Influence of State/Phase Transitions on Ice Recrystallization in Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) During Frozen Storage. *Food Biophysics*. 7:57-71.
- Tenorio, L.M., F.L. Garcia., dan R. Pacheco. 2006. Comparison of Freezing and Thawing Treatments on Muscle Properties of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Food Biochemistry* 31:563-576. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2007.00130.x>