

PERUBAHAN MUTU DAGING TERANG IKAN TUNA *Yellowfin* DI PERAIRAN TELUK TOMINI PROPINSI GORONTALO

Quality Changes of Light Flesh Tuna at Water of Tomini Bay, Gorontalo Province

Wila Rumina Nento*, Tati Nurhayati, Ruddy Suwandi

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680
telepon 0251-8622915, faks. 0251-8622916

*Korespondensi: wilarumina19@gmail.com

Diterima 05 September 2014/Disetujui 01 Desember 2014

Abstrak

Tuna merupakan salah satu komoditi andalan perikanan yang banyak melibatkan nelayan kecil. Sebagian besar nelayan kecil masih menggunakan prinsip penanganan yang tradisional yang belum mengikuti prinsip-prinsip penanganan yang baik dan benar sehingga mutu yang dihasilkan masih rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan menentukan mutu bagian daging ikan tuna (bagian dinding perut, punggung dan ekor). Bahan baku *Yellowfin* tuna dimatikan diatas perahu begitu sampai di daratan dan langsung dilihat kualitas daging dari bahan baku tersebut dengan menggunakan coring tube. Bahan baku dibawa ke pabrik untuk ditimbang dan preparasi bahan baku yang diambil dari daging terang hasil pengambilan daging bagian dinding perut, punggung, dan ekor. Hasil analisis organoleptik menunjukkan bahwa daging ikan tuna berada diatas nilai minimum untuk kriteria ikan segar. analisis TVB menunjukkan bahwa daging bagian ekor memiliki nilai tertinggi dan berbeda nyata dengan yang lain, tapi masih berada dalam batas aman konsumsi dan berada dalam kategori segar. Hasil analisis histamin menunjukkan bahwa daging bagian punggung pada jam ke-4 memiliki kandungan histamin diatas minimum yang dianjurkan. Hasil analisis bilangan peroksida menunjukkan bahwa daging ikan tuna tidak mengalami kerusakan lemak sampai pada jam ke-4 waktu penyimpanan. Analisis bakteri TPC menunjukkan bahwa daging bagian dinding perut pada jam ke-4 memiliki total koloni terbanyak dan berbeda nyata dengan yang lain.

Kata kunci: daging terang, penangkapan, histamin, mikrobiologi, *yellowfin*

Abstrak

Tuna is one of the mainstay fisheries commodities that involve many of the ordinary fishermen. The handling usually still not follows the principles of good handling that causing the poor quality as the result. The aims of this research were to analyze and to determine the quality of tuna meat (the abdominal wall, dorsal fin, and caudal fin). Raw material yellowfin tuna meat prepared for the light, the meat section of the abdominal wall, dorsal fin, and caudal fin. The result of organoleptic analysis showed that the tuna meat was above the minimum value for the criteria of fresh fish. The result of TVB analysis showed that the meat on the caudal fin had the highest value and significantly different with the other, but still exist on the safe limits and on the fresh category. For the result of analysis in histamine, it shown that at the fourth hour the meat at the dorsal fin had the histamine content which were above the minimum that have been recommended. For the result of analysis in peroxide number, it shown that the tuna meat did not sustain the fat damage until the fourth hour after the catching process. And for the result of analysis in TPC, it showed that at the fourth hour the tuna meat on the pectoral fin had the highest number of total colony and significantly different with the other.

Keywords: handling, histamine, light flesh, microbiology, *yellowfin*

PENDAHULUAN

Ikan dikenal sebagai suatu komoditi yang mempunyai nilai gizi tinggi namun mudah

busuk karena mengandung kadar protein yang tinggi dengan kandungan asam amino bebas yang digunakan untuk metabolisme

mikroorganisme, produksi amonia, biogenik amin, asam organik, keton dan komponen sulfur (Lu *et al.* 2010; Delgaard *et al.* 2006).

Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) adalah ikan pelagis besar yang banyak berada di daerah tropis dan subtropis dengan pendaratan terhitung sekitar 22% dari tangkapan tuna di dunia (Al-Abdessaalam 1995).

Kegiatan keseharian nelayan dalam hal penangkapan ikan tuna di Perairan Teluk Tomini Provinsi Gorontalo sebagian besar berasal dari nelayan-nelayan kecil atau tradisional yang tidak memiliki modal cukup untuk penyediaan es atau sejenis pengawet lainnya dalam penangkapannya, sehingga nelayan tidak mampu mempertahankan mutu ikan. Nelayan juga banyak menggunakan kain atau karung goni yang dibasahi dengan air laut sehingga menyebabkan mutu hasil tangkapan ikan tuna yang rendah. Hasil tangkapan ini mampu menempus industri untuk diolah lebih lanjut menjadi daging tuna beku untuk diekspor. Kondisi penangkapan dan penanganan di atas kapal yang demikian mengakibatkan mutu tuna yang didaratkan menjadi rendah dan memungkinkan terjadi pembentukan histamin yang cepat.

Mutu ikan tuna dapat diperiksa secara cepat oleh ahlinya menggunakan alat coring tube yang berfungsi untuk mengambil sampel daging dari tubuh ikan. Alat tersebut terbuat dari stainless steel dan berbentuk silinder lancip agar tidak merusak bahan baku ikan tuna. Cara pengoperasiannya adalah dengan menusukkan coring tube tersebut ke tubuh ikan tuna yang diperiksa kemudian diputar dan ditarik kembali. Sampel daging biasanya diambil pada bagian punggung namun tidak menutup kemungkinan diambil dari bagian lain sehingga akan diperoleh bagian yang efektif untuk pemeriksaan mutu tuna.

Kualitas dari ikan yang terdegradasi disebabkan karena mikroba pembusukan dan reaksi biokimia yang terjadi selama penanganan dan penyimpanan. Banyak metode telah digunakan untuk penilaian

kualitas otot ikan selama penyimpanan. Metode tersebut termasuk perubahan populasi mikroba (Gram & Huss 1996), total nitrogen volatil (TVB-N atau VB-N) (Botta, Lauder, & Jewer 1984; Malle & Poumeyrol 1989).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menentukan mutu bagian daging ikan tuna (dinding perut, punggung, dan ekor) selama penyimpanan dalam suhu lingkungan ($\pm 27^{\circ}\text{C}$). Hasil yang didapatkan diharapkan akan memberikan pengaruh yang lebih baik dalam mempertahankan mutu ikan sampai ke daratan. Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan gambaran awal tentang bagian tubuh ikan yang efektif untuk pemeriksaan mutu tuna dan waktu yang efektif untuk mempertahankan mutu tuna sampai ke daratan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan menentukan mutu bagian daging ikan tuna (bagian dinding perut, punggung dan ekor).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan tuna yellowfin yang diambil dari Perairan Teluk Tomini, Propinsi Gorontalo. Bahan-bahan lain yang digunakan adalah akuades, HCl, metanol, glasswool, NaOH, HCl, Orto-ptalatdikarbosilaldehid (OPT), asam fosfat (H_3PO_4), resin penukar ion jenis Dowex 1-X8 50-10 mesh, larutan standar histamin, tris base (Applichem), folin (KgaA), coomasive brilliant blue G-250, etanol 95% (Brataco), asam fosfat (Alpha Etch 37), larutan potasium iodida (KgaA), dan tirosin (Applichem). Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer tipe Varian Cary Eclipse FL0811M007, homogenizer (Nissei Am 3), inkubator (Thermolyne tipe 42000 dan Yomato tipe IS900), timbangan (And HF-400), vortex (Velp Scientifica), dan oven (Ehret TK/L 4067).

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan pengambilan bahan baku tuna Yellowfin yang masuk ke

pabrik pada pukul 06.30. Tuna ditangkap oleh nelayan menggunakan perahu berukuran kecil dengan panjang 4 m dan lebar 60 cm yang mampu menampung 2 sampai 3 ekor ikan tuna dengan berat maksimal 30 kg. Bahan baku ditangkap pada pukul 04.30 dan membutuhkan waktu ± 1 jam dengan jarak tempuh ± 10 mil untuk sampai kembali ke darat. Bahan baku Yellowfin masih dalam keadaan hidup selama perjalanan ke daratan. Bahan baku dimatikan diatas perahu begitu sampai di daratan dan langsung dilihat kualitas daging dari bahan baku tersebut menggunakan *coring tube*. Tahap selanjutnya bahan baku dibawa ke pabrik untuk ditimbang dan preparasi bahan baku yang diambil dari daging terang hasil pengambilan daging bagian dinding perut, punggung, dan ekor. Penentuan waktu penyimpanan dimulai setelah ikan dimatikan begitu sampai ke daratan, yakni 0 jam, 2 jam, dan 4 jam. Penelitian ini dilakukan sebanyak tiga kali ulangan dengan perlakuan waktu penyimpanan dalam suhu lingkungan $\pm 27^{\circ}\text{C}$. Sampel dianalisis secara organoleptik (SNI 2346-2006), analisis kimia, yakni TVB (AOAC 1984), histamin (AOAC 1995), dan bilangan peroksida (Apriyantono *et al.* 1989), serta analisis mikrobiologi, yakni TPC (Fardiaz 1987).

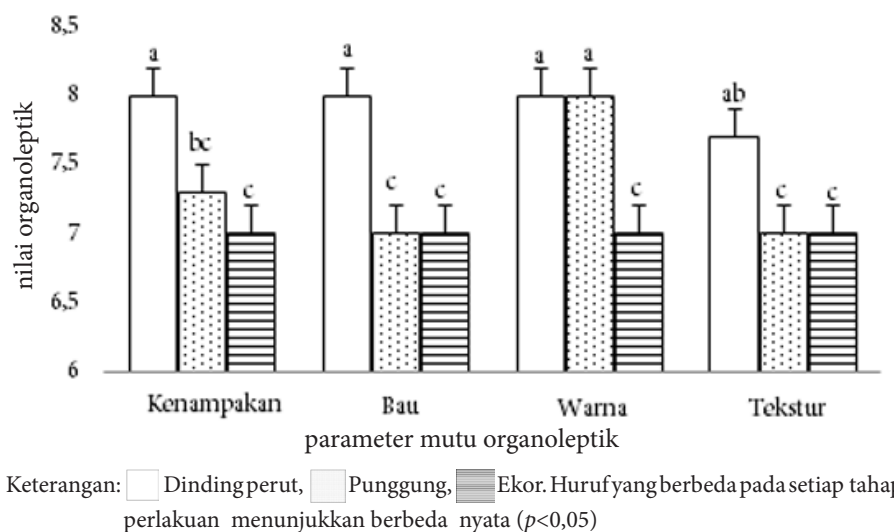
Analisis Data

Data hasil analisis kadar TVB, histamin, bilangan peroksida, dan TPC dianalisis menggunakan program Microsoft Excel 2007 dan SPSS. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua faktor (Steel dan Torrie 1993), yaitu letak daging ikan daging bagian dinding perut, punggung dan ekor. Faktor yang kedua, yaitu waktu penyimpanan yang terdiri dari 3 taraf 0 jam, 2 jam dan 4 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Organoleptik Daging Ikan Tuna

Hasil analisis organoleptik daging ikan tuna dengan perbedaan bagian daging dan waktu penyimpanan dari jam ke-0, jam ke-2 dan jam ke-4 dengan suhu normal lingkungan ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) masih memiliki kualitas daging yang tergolong segar (Gambar 1). Persyaratan mutu untuk jenis uji organoleptik nilai minimal adalah 7 (BSN 2006). Hasil analisis ragam ANOVA pada selang kepercayaan 95% menunjukkan perbedaan yang nyata dan uji lanjut memperlihatkan bahwa ikan pada penyimpanan jam ke-0 berbeda nyata terhadap ikan pada penyimpanan jam ke-2 dan ke-4. Suhu yang semakin meningkat menyebabkan penurunan nilai organoleptik secara signifikan (Zhang *et al.* 2011).



Gambar 1 Organoleptik ikan tuna terhadap lama penyimpanan yang berbeda

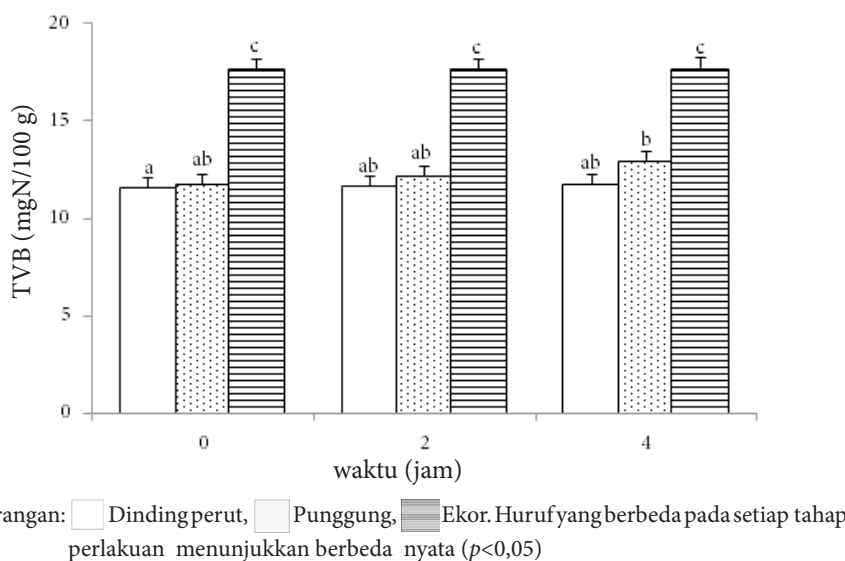
Total Volatile Base (TVB) Ikan Tuna

Daging ikan tuna yang disimpan pada suhu lingkungan ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) memiliki nilai TVB yang masih rendah. Bagian dinding perut dan punggung memiliki nilai TVB berkisar antara 11 sampai 13 mgN/100 g. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan bagian tubuh ikan tuna memberikan pengaruh nyata terhadap kadar TVB yang terbentuk, sedangkan perbedaan waktu penyimpanan dengan suhu normal lingkungan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar TVB ikan tuna yang terbentuk. Bagian ekor memiliki nilai TVB tertinggi, yakni 17,7 mg N/100 g. Perubahan TVB disetiap bagian dagingnya selama waktu penyimpanan dicantumkan dalam Gambar 2.

Farber (1965) menjelaskan bahwa tingkat kesegaran hasil perikanan berdasarkan nilai TVB dikelompokkan menjadi empat, yaitu ikan sangat segar dengan kadar TVB ≤ 10 mg N/100 g, ikan segar dengan kadar TVB 10 sampai 20 mg N/100 g, ikan yang berada pada garis batas kesegaran yang masih dapat dikonsumsi dengan kadar TVB 20 sampai 30 mg N/100 g, dan ikan busuk yang tidak dapat dikonsumsi dengan kadar TVB > 30 mg N/100 g. Ariyani *et al.* (2004), semakin lama proses penyimpanan maka kadar TVB akan

meningkat disebabkan oleh degradasi protein dan mikroba pembusuk yang menghasilkan basa-basa nitrogen yang mudah menguap.

TVB bervariasi berdasarkan spesies, umur, jenis kelamin dan waktu panen (Kilinc & Cakli 2005). Peningkatan nilai TVB selama penyimpanan akibat degradasi protein dan derivatnya menghasilkan sejumlah basa yang mudah menguap misalnya amoniak, H₂S, dan trimetilamin yang berbau busuk (Karungi *et al.* 2003). Peningkatan jumlah TVB-N disebabkan meningkatnya aktivitas mikroba yang menghasilkan berbagai senyawa yang berbeda, dan sebagian besar diantaranya adalah basa. Nilai TVB-N dipengaruhi oleh jumlah non-protein nitrogen yang ada pada ikan, yang semuanya tergantung pada tipe makanan, musim penangkapan dan ukuran ikan (Goulas & Kontominas 2007). Oehlenschlager (1992), menyatakan bahwa nilai TVB-N tidak meningkat selama awal penyimpanan, namun meningkat pada akhir penyimpanan seiring dengan peningkatan aktivitas bakteri. Penolakan ikan segar berdasarkan konsentrasi TVB ditentukan berdasarkan penerimaan sensori dan jumlah total bakteri (Pons-Sanchez-Cascado *et al.* 2006; Liu *et al.* 2010).



Gambar 2 Kadar TVB ikan tuna terhadap lama penyimpanan yang berbeda

Kadar Histamin Ikan Tuna

Daging ikan tuna yang disimpan pada suhu lingkungan ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) memiliki kadar histamin yang masih rendah sampai pada jam ke-2. Bagian dinding perut dan ekor memiliki kadar histamin < 50 mg/100 g. Bagian punggung pada jam ke-4 memiliki kadar histamin tertinggi (54,84 mg/100 g). Peningkatan kadar histamin yang pesat merupakan akibat dari pertumbuhan bakteri penghasil histamin yang optimum (Kanki *et al.* 2007). Perubahan kadar histamin disetiap bagian dagingnya selama waktu penyimpanan dicantumkan dalam Gambar 3.

Hasil ragam menunjukkan bahwa perbedaan waktu penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar histamin ikan tuna yang terbentuk. Waktu merupakan faktor yang mempengaruhi dalam pembentukan histamin. Hungerford (2010) menjelaskan bahwa tuna merupakan ikan yang mengandung asam amino histidin. Asam amino ini merupakan substrat bagi enzim histidine *decarboxylase* (hdc), baik yang dihasilkan oleh bakteri dalam daging maupun oleh ikan itu sendiri, kemudian diubah menjadi histamin.

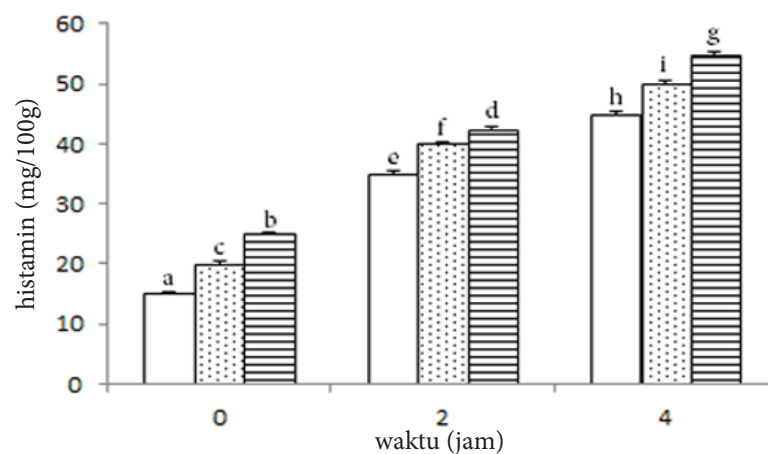
Semakin lama ikan tuna disimpan, maka kadar histamin akan semakin meningkat, dan peningkatan kadar histamin

ini signifikan dengan penambahan waktu penyimpanan. Penelitian Du *et al.* (2002) dan Guizani *et al.* (2005) yang menyatakan kadar histamin meningkat dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Perbedaan bagian tubuh memberikan pengaruh nyata terhadap kadar histamin yang terbentuk. Pembentukan histamin pada setiap bagian tubuh berbeda dan tidak merata. Bagian daging ikan yang ditemukan memiliki kandungan 5 mg histamin/100 g daging ikan, kemungkinan pada bagian yang lain kadar histamin dapat mencapai lebih dari 50 mg/100 g (FDA 2001).

Tuna segar pada dasarnya tidak mengandung histamin (Frank *et al.* 1981; Prasetiawan *et al.* 2013), namun Silva *et al.* (2010) melaporkan bahwa kadar histamin tuna segar bervariasi antara 0,071 mg/100 g hingga 0,530 mg/100 g.

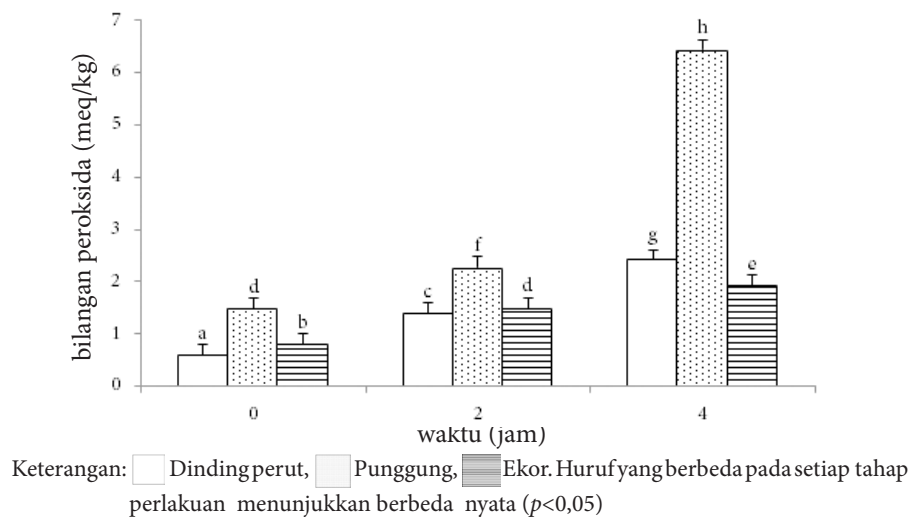
Bilangan Peroksida Ikan Tuna

Daging ikan tuna yang disimpan pada suhu lingkungan ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) memiliki bilangan peroksida yang masih rendah. Semakin lama waktu penyimpanan, bilangan peroksida semakin meningkat. Sanger (2010), peroksida terbentuk pada tahap propagasi disertai radikal bebas baru, disamping kenaikan suhu lingkungan yang tidak terkontrol saat penyimpanan. Perubahan kadar bilangan



Keterangan: □ Dinding perut, ▒ Punggung, ▨ Ekor. Huruf yang berbeda pada setiap tahap perlakuan menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)

Gambar 3 Kadar histamin ikan tuna terhadap lama penyimpanan yang berbeda



Gambar 4 Kadar bilangan peroksida ikan tuna terhadap lama penyimpanan yang berbeda

peroksida disetiap bagian dagingnya selama waktu penyimpanan dicantumkan dalam Gambar 4.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan bagian tubuh ikan tuna dan waktu penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap bilangan peroksida daging ikan tuna. Bagian punggung pada jam ke-4 memiliki bilangan peroksida tertinggi, yakni 6,43 meq/kg. Hasil ini menunjukkan bahwa daging ikan tuna tidak mengalami kerusakan lemak sampai pada penyimpanan jam ke-4 sehingga memungkinkan ikan tuna masih tergolong aman untuk dikonsumsi. Menurut Connel (1975); Berhimpon (1982); Sanger (2010), bilangan peroksida suatu produk pangan yang lebih dari 10-20 meq/kg kemungkinan besar sudah ditolak konsumen.

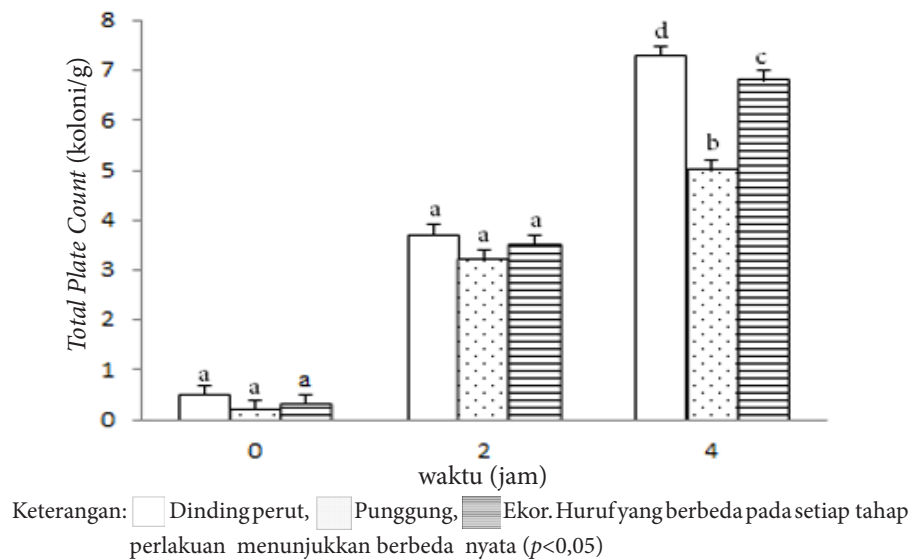
Ketaren (1986) menyatakan bahwa sebagian asam-asam lemak tak jenuh akan rusak dengan bertambahnya penyimpanan, disamping itu juga terbentuknya senyawa peroksida yang dapat menurunkan mutu dari bahan pangan tersebut. Semakin besar bilangan peroksida dalam bahan pangan maka, semakin tengik bahan pangan tersebut. Bau tengik disebabkan oleh pembentukan senyawa-senyawa hasil pemecahan hidroperoksida. Ketengikan terbentuk oleh asam-asam lemak aldehyd dan keton bukan oleh peroksida,

dengan demikian kenaikan bilangan peroksida hanya sebagai indikator bahwa lemak yang terdapat dalam bahan pangan sebentar lagi akan berbau tengik.

Total Mikroba (TPC) Ikan Tuna

Daging ikan tuna yang disimpan pada suhu lingkungan ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) memiliki nilai TPC yang masih rendah sampai pada jam ke-2. Bagian punggung memiliki total koloni paling sedikit. Bagian dinding perut pada jam ke-4 memiliki total koloni terbanyak diikuti dengan bagian ekor pada jam ke-4. Perubahan TPC disetiap bagian dagingnya selama waktu penyimpanan dicantumkan dalam Gambar 5.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan waktu penyimpanan ikan tuna memberikan pengaruh nyata terhadap nilai total koloni yang dihasilkan. Pertumbuhan bakteri dapat bertambah seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Semakin cepat waktu penanganan, maka tingkat autolisis dan pertumbuhan jumlah bakteri pembusuk akan semakin rendah. Akumulasi bakteri pembusuk yang dominan berada di perut dan insang ikan. Perut dan insang ikan merupakan bagian tubuh yang sangat rentan terhadap pertumbuhan mikroba karena terdapat banyak organ tubuh ikan yang dengan sangat cepat terdegradasi hingga



Gambar 5 Total mikroba (TPC) ikan tuna terhadap lama penyimpanan yang berbeda

membusuk saat ikan mati. Perut merupakan sumber terbesar keberadaan mikroba. Bakteri secara alami terdapat pada otot, insang dan isi perut ikan dan kemungkinan besar insang dan isi perut merupakan sumber bakteri (Sumner *et al.* 2004). Jumlah bakteri semakin meningkat seiring lamanya penyimpanan. Lingkungan yang optimum untuk pertumbuhan bakteri yang menyebabkan bakteri dapat tumbuh secara maksimal (Leksono 2001).

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa daging ikan tuna di Perairan Teluk Tomini dengan penanganan secara tradisional menghasilkan mutu yang baik di tiap bagian dagingnya (dinding perut, punggung, dan ekor) pada waktu penyimpanan selama 2 jam dalam suhu lingkungan ($\pm 27^{\circ}\text{C}$).

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Abdessaam, T. Z. 1995. Marine Species of The Sultanate of Oman. Oman: Marine Science and Fisheries Center, Ministry of Agriculture and Fisheries.
- Ariyani F, Yulianti., Martati, T. 2004. Studi perubahan kadar histamin pada pindang tongkol (*Euthynnus affinis*) selama penyimpanan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 10(3): 35-46.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2006. Uji Organoleptik Ikan Segar. SNI 2729.1.2006. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Delgaard P, H.L Madson, N. Samieua, & M. Emborg. 2006. Biogenic amine formation and microbial spoilage in Chilled Garfish (*Belone Belone*) – Effect Of Modified atmosphere packaging and previous frozen storage. *Journal Applied Microbiology* 101: 80-95.
- [FDA] Food and Drug Administration. 2001. Fish And Fisheries Product Hazards And Control Guidance. Ed ke-3. Washington DC. www.fda.gov [Retrieved on 3 Agustus 2013].
- Farber, L. 1965. Freshness Tests. Dalam: Borgstrom G, editor. Fish as Food. Vol IV. Ew York: Academic Press, Inc.
- Goulas AE, & MG Kontominas. 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of Sea Bream (*Sparus aurata*): Biochemical and Sensory Attributes. *Food Chemistry* 100: 287-296.
- Gram L, Huss HH. 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology* 33:121-137.
- Hungerford JM. 2010. Scombroid Poisoning: a

- review. *Toxicon* 56(2): 231-243.
- Kanki M, Yoda T, Tsukamoto T, Baba E. 2007. Histidine decarboxylase and their role in accumulation of histamine in tuna and dried saury. *Applied and Environmental Microbiology* 72(5):1467-1473.
- Karungi C, Byaruhanga YB, dan Muyonga JH. 2003. Effect of preicing duration on quality deterioration of iced Nile perch (*Lates niloticus*). *Journal Food Chemistry* 85:13-17.
- Kataren S. 1989. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Cetakan Pertama. Jakarta: UI-Press.
- Kilinc B, Cakli S. 2005. The determination of the shelf-life of pasteurized and non-pasteurized sardine (*Sardina pilechardus*) marinades stored at 40°C. *International Journal Food Science Technology* 40:265-271.
- Leksono T, Amin W. 2001. Analisis pertumbuhan mikroba ikan jambal siam (*Pangasius sutchi*) asap yang telah diawetkan secara ensiling. *Jurnal Natur Indonesia* 4 (1).
- Liu S, Fan W, Zhong S, Ma C, Li P, Zhou K, Peng Z, Zhu M. 2010. Quality evaluation of tray-packed tilapia fillets stored at 0°C based on sensory, microbiological, biochemical and physical attributes. *African Journal of Biotechnology* 9(5):692-701.
- Malle P, Poumeyrol MA. 1989. A new chemical criterion for the quality control of fish: Trimethylamine/total volatile basic nitrogen (%). *Journal of Food Protection* 52: 419-423.
- Oehlenschläger J. 1992. evaluation of some well established and some underrated indices for the determination of freshness and/or spoilage of ice stored wet fish. In: Quality assurance in the fish industry, Huss, H.H. (editor). Elsevier Science Publishers B. V., Netherlands. Pp 339-351.
- Prasetyawan NR, Tri WA, Widodo FM. 2013. Penghambatan pembentukan histamin pada daging ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) oleh quercetin selama penyimpanan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 16(2):149-157
- Sanger Grace. 2010. Oksidasi lemak ikan tongkol (*Auxis thazard*) asap yang direndam dalam larutan ekstrak daun sirih. *Pacific Journal* 2(5):870-873.
- Silva TM, Sabaini PS, Evangelista WP, Gloria MBA. 2010. Occurrence of histamine in Brazilian fresh and canned tuna. *Food Control* 22(2):323-327.
- Steel RGD, Torrie JH. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik. Edisi kedua. B. Sumantri, penerjemah. Jakarta: Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Sumner J, Ross T, Ababouch L. 2004. Application of risk assesment in the fish industry. Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nation.
- Zhang, L., X. Li, W. Lu, H. Shen, & Y. Luo. 2011. Quality predictive models of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) at different temperatures during storage. doi:10.1016/j.foodcont.2011.01.017.