

KEMUNDURAN MUTU DAN UMUR SIMPAN IKAN TERI NASI SETENGAH KERING (*Stolephorus spp*) SELAMA PENYIMPANAN DINGIN

*Deterioration Rate and Shelf life of Semi-dried Anchovy (*Stolephorus spp*) during Chilled Storage*

A Suhaeli Fahmi, Widodo Farid Ma'ruf dan Titi Surti
Program Studi Teknologi Hasil Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl Prof Soedarto, SH Kampus Tembalang Semarang 50275
Email : suhaeli.fahmi@gmail.com

Diserahkan tanggal 25 Juli 2015, Diterima tanggal 6 Agustus 2015

ABSTRAK

Ikan teri nasi, selain banyak diolah menjadi produk kering, juga dapat ditemukan dalam bentuk setengah kering. Produk setengah kering dari ikan teri nasi ini juga sudah distandarisasi oleh BSN dengan SNI 1.3461.1:2013. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses kemunduran mutu organoleptik dan oksidasi lemak yang terjadi pada ikan teri nasi setengah kering selama penyimpanan dingin. Pada penelitian ini ikan teri nasi dikeringkan dengan sinar matahari selama 1,5 dan 2 jam. Penyimpanan dingin dilakukan pada suhu 6,40°C dan pengujian mutu produk dilaksanakan pada hari ke-0, 7, 14, 21 dan 28 penyimpanan dingin. Data hasil uji mutu yang berupa nilai Aw, PV, nilai proksimat dan nilai organoleptik dianalisis secara deskriptif untuk menarik kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air dan nilai Aw produk setelah proses pengeringan selama 1,5 jam dan 2 jam tercatat masing-masing sebesar 63,7% dan 59,6% serta 0,92 dan 0,90. Sedangkan nilai PV masing-masing sebesar 3,84 mEq/kg lipid dan 6,04 mEq/kg lipid. Selama penyimpanan dingin nilai Aw semua produk menunjukkan nilai yang meningkat sampai akhir masa penyimpanan, sedangkan nilai PV menunjukkan pola yang fluktuatif. Ikan teri nasi yang dikeringkan selama 2 jam ditolak panelis pada hari penyimpanan dingin ke-28 sementara ikan teri nasi yang dikeringkan selama 1,5 jam sudah ditolak lebih dahulu oleh panelis yaitu pada hari ke-14 karena adanya kapang.

Kata kunci : ikan teri nasi setengah kering, Aw, kadar air, kemunduran mutu, oksidasi lemak

ABSTRACT

Dried anchovy can be found as semi-dried product with relative mild textural properties. Semi-dried anchovy have been standardized with SNI 1.3461.1:2013. This research is aimed to analyze the organoleptic value and lipid oxidation rate in semi-dried anchovy during chilled storage. The result showed that after sun drying process in 1,5 and 2 hours, moisture content of the products were 63,7% and 59,6% respectively. Aw of the products were 0,92 and 0,90 respectively. PV recorded 3,84 mEq/kg lipid dan 6,04 mEq/kg lipid respectively. During chilled storage in refrigerator (6,40°C), Aw were increased otherwise the PV showed fluctuative pattern. 2 hours dried anchovy was rejected on 28 days storage while 1,5 hours dried anchovy was rejected in 14 days storage due to mold existence.

Keywords : semi-dried anchovy, Aw, moisture content, quality deterioration, lipid oxidation

PENDAHULUAN

Produk olahan perikanan di Indonesia banyak yang diolah oleh para pengolah tradisional melalui proses pengeringan dengan sinar matahari. Produk olahan ikan teri nasi (*Stolephorus spp*) yang merupakan hasil dari proses pengeringan dapat juga ditemukan di pasar dalam bentuk setengah kering. Produk ikan teri nasi setengah kering ini juga telah distandarisasi oleh Badan Standar Nasional Indonesia dengan SNI 01-3461-1994 yang kemudian direvisi menjadi SNI 3461.3:2013. Kelebihan dari produk dalam bentuk setengah kering ini adalah teksturnya lebih lunak dibandingkan dengan ikan teri nasi kering karena kadar airnya berdasarkan SNI berada pada kisaran 30% - 60%, sehingga

relatif lebih disukai konsumen dan bisa diolah lebih lanjut menjadi produk akhir yang lebih bervariasi.

Proses pengeringan dengan sinar matahari pada ikan teri nasi mengakibatkan terjadinya fotooksidasi pada produk dan akan mempengaruhi kandungan air dan Aw produk. Pada ikan teri nasi setengah kering, meskipun proses pengeringan tidak dilakukan dalam waktu yang lama, proses ini tetap akan mengakibatkan berkurangnya kadar air dan nilai Aw pada produk. Penurunan kadar air dan nilai Aw ini akan mempengaruhi proses oksidasi lemak yang terjadi produk selama penyimpanan sebagaimana tercantum dalam grafik Labuza (Winarno, 2000) yang menggambarkan mengenai hubungan nilai Aw produk dengan laju reaksi oksidasi pada produk.

Pengaruh oksidasi lemak terhadap mutu produk telah disampaikan oleh Medina-Meza *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa proses oksidasi lemak pada suatu produk akan mempengaruhi rasa, warna, tekstur maupun kandungan nutrisi produk tersebut. Perubahan rasa produk karena oksidasi lemak terjadi akibat hidroperoksida yang dihasilkan bersifat sangat tidak stabil dan mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek. Senyawa-senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek ini bersifat volatil dan menimbulkan bau tengik pada lemak (Winarno, 2000). Sedangkan turunnya kandungan nutrisi karena oksidasi lemak dapat terjadi karena adanya reaksi antara senyawa-senyawa turunan dari reaksi-reaksi oksidasi lemak dengan asam amino. Lebih lanjut, Niki (2009) menyampaikan bahwa senyawa-senyawa hasil oksidasi lemak selain mudah bereaksi juga bersifat karsinogenik.

Pengukuran laju reaksi oksidasi lemak sering dilakukan dengan melakukan uji bilangan peroksida (*Peroxide Value/PV*) (Hobbs, 1982). Uji PV akan mengukur besarnya kandungan hidroperoksida yang ada pada produk. Hidroperoksida adalah senyawa yang merupakan produk primer dari proses oksidasi lemak. Senyawa hidroperoksida ini terbentuk pada tahap propagasi (Hardy, 1980). Lebih lanjut Sikorski *et al.*, (1990) menyatakan bahwa tahap propagasi adalah tahapan reaksi oksidasi lemak yang terjadi setelah tahap inisiasi dan sebelum tahap branching dan terminasi.

Pada penelitian sebelumnya oleh Fahmi *et al.*, (2014) terhadap ikan teri nasi yang dikeringkan dengan sinar matahari selama 3 jam, produk yang dihasilkan sudah termasuk teri nasi kering. Oksidasi lemak pada ikan teri nasi kering ini ditemukan berfluktuasi. Nilai PV yang berfluktuasi ini menunjukkan sudah terjadinya reaksi lebih lanjut pada senyawa-senyawa primer hasil oksidasi lemak. Secara organoleptik produk ikan teri nasi kering tersebut masih dapat diterima oleh panelis sampai dengan akhir masa penyimpanan dingin pada hari ke-28.

Adanya SNI untuk masing-masing ikan teri nasi kering dan ikan teri nasi setengah kering menunjukkan posisi penting produk-produk tersebut. Kadar air pada standar SNI ikan teri nasi setengah kering yang berada pada kisaran antara 30-60% membuat produk ini akan lebih bertahan lama apabila disimpan pada suhu dingin. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui laju kemunduran mutu dan umur simpan ikan teri nasi setengah kering selama penyimpanan dingin.

METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan ikan teri nasi (*Stolephorus spp*) segar diperoleh dari nelayan di Desa Morodemak, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak. Bahan tambahan yang digunakan adalah garam yang ditambahkan pada proses perebusan.

Metode Penelitian

Pembuatan produk

Proses perebusan dan pengeringan dilaksanakan di Unit Pengolahan Ikan yang ada di Desa Morodemak, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak. Perebusan dilaksanakan selama 5 menit dalam larutan garam 5%. Selanjutnya ikan teri nasi ditiriskan dan didinginkan dengan kipas angin. Setelah dingin

ikan disimpan dalam gudang beku untuk menunggu waktu pengeringan esok harinya.

Proses pengeringan dimulai jam sembilan pagi dengan memanfaatkan panas dari sinar matahari. Lama waktu pengeringan masing-masing adalah 1,5 dan 2 jam. Temperatur pengeringan tercatat $32,90 \pm 1,14^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban nisbi $60,70 \pm 4,19\%$ dan kecepatan angin $0,87 \pm 0,31$ m/dt. Lama waktu pengeringan yang diterapkan ini mengacu pada prosedur pengeringan untuk teri nasi setengah kering yang ada pada Unit Pengolahan Ikan yang ada di Desa Morodemak, Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak..

Ikan teri nasi yang telah dikeringkan kemudian didinginkan dengan kipas angin dan selanjutnya disiapkan untuk dibawa ke Laboratorium di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Kota Semarang. Selama perjalanan, ikan teri nasi setengah kering dikemas dalam plastik dan dimasukkan dalam kotak pengiriman yang dilengkapi dengan media pendingin.

Penyimpanan produk

Produk setengah kering yang telah dikemas plastik tersebut disimpan dingin di laboratorium dilakukan dengan menggunakan lemari pendingin selama 28 hari. Suhu selama penyimpanan dingin tercatat $6,40 \pm 1,85^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban nisbi $52,52 \pm 11,51\%$.

Pengujian kemunduran mutu produk

Uji organoleptik

Pengujian organoleptik dengan batas penolakan pada nilai 5 dilakukan dengan menggunakan schoorsheet organoleptik dengan skala 1-9.

Uji proksimat

Pengujian proksimat dilakukan terhadap seluruh bagian ikan teri nasi. Ikan teri nasi termasuk jenis ikan yang dapat dikonsumsi seluruh bagian tubuhnya karena ukurannya yang kecil. Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui kandungan kimia dalam ikan teri nasi, analisis proksimat tersebut meliputi kadar abu diukur secara gravimetri (SNI 01-2354.1-2010), kadar air diukur secara gravimetri (SNI 01-2354.2-2006), kadar lemak diukur secara gravimetri (SNI 01-2354.3-2006) kadar protein diuji dengan metoda macro kjeldahl (SNI 01-2354.4-2006) dan kadar garam diuji dengan metoda argentometri (SNI 01-2359-1991).

Uji Aw

Pengujian nilai aktivitas air (Aw) dilakukan dengan Aw meter.

Uji PV

Pengujian PV mengacu pada SNI 01-2902-1992. PV dinyatakan dalam satuan mEq/kg lipid. Sebelum diuji, lemak pada ikan teri nasi setengah kering diekstraksi terlebih dahulu dengan metoda modifikasi oleh Hanson dan Olley (1963) dari metoda Bligh and Dyer (1959) (Kirk and Sawyer, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Organoleptik

Pengujian organoleptik merupakan pengujian yang sederhana, cepat dan hasilnya dapat segera diketahui sehingga sangat populer digunakan untuk menguji kemunduran mutu ikan (Topuz *et al.*, 2014). Hasil pengujian organoleptik (Gambar 1 dan Gambar 2) menunjukkan bahwa ikan teri nasi setengah kering yang dikeringkan selama 1,5 jam sudah

ditolak oleh panelis pada hari penyimpanan ke-14. Penolakan ini disebabkan karena kemunduran mutu organoleptik yaitu adanya jamur pada produk. Sementara ikan teri nasi yang dikeringkan selama 2 jam masih dapat diterima panelis sampai hari penyimpanan dingin ke-21 dan baru ditolak pada hari ke-28. Penolakan ini juga karena adanya jamur pada produk. Masalah tumbuhnya jamur pada ikan teri nasi setengah kering tersebut terkait dengan Aw produk yang masih lebih dari 0,90 dimana dalam grafik Labuza telah digambarkan bahwa produk dengan Aw lebih dari 0,7 akan memungkinkan jamur untuk tumbuh (Winarno, 2000). Penelitian sebelumnya terhadap ikan teri nasi kering oleh Fahmi *et al.* (2014) melaporkan bahwa dengan pengeringan sinar matahari selama 3 jam diperoleh kadar air 33,36% dan Aw 0,7. Dengan kadar air dan Aw yang lebih rendah tersebut ikan teri nasi kering masih dapat diterima panelis sampai hari penyimpanan dingin ke-28.

Sejalan dengan tumbuhnya jamur, pada hari penyimpanan dingin ke-14 ikan teri nasi yang dikeringkan selama 1,5 jam menunjukkan adanya bau dan rasa tambahan sehingga nilainya yang lebih rendah daripada nilai kenampakan dan konsistensi. Demikian pula pada ikan teri nasi yang dikeringkan 2 jam, bau dan rasa tambahan menyebabkan nilainya lebih rendah daripada nilai kenampakan dan konsistensi sehingga menyebabkan penolakan produk oleh panelis, namun penolakan oleh panelis pada produk ini baru terjadi pada hari ke-28 penyimpanan dingin.

Peroxide Value (PV)

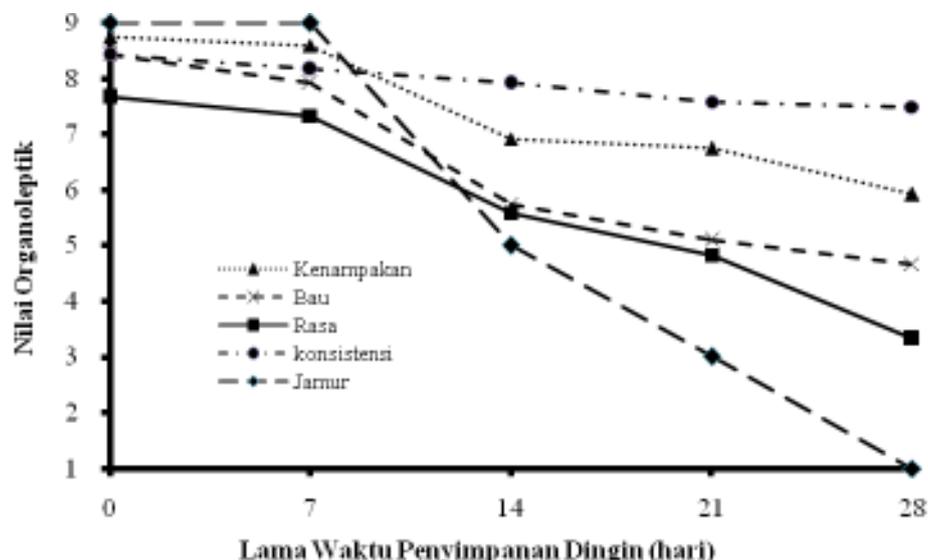
Hasil pengujian PV ikan teri nasi setengah kering selama penyimpanan dingin tersaji pada gambar 3. PV ikan teri nasi setengah kering yang dikeringkan selama 1,5 jam pada awal periode penyimpanan memiliki nilai PV yang lebih rendah yaitu sebesar 3,84 mEq/kg lipid sementara ikan teri nasi setengah kering yang dikeringkan selama 2 jam memiliki nilai PV sebesar 6,04 mEq/kg lipid.

Hasil pengukuran PV selanjutnya selama penyimpanan dingin menunjukkan nilai yang berfluktuasi sampai akhir masa penyimpanan dingin pada hari ke-28. Ikan teri nasi yang dikeringkan selama 1,5 jam menunjukkan peningkatan nilai

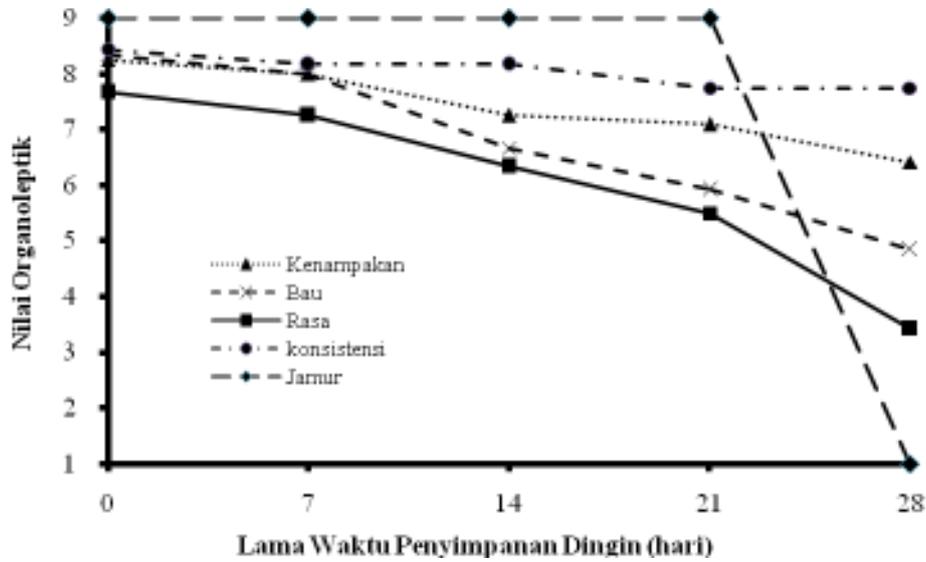
PV sampai penyimpanan hari ke-21 dan selanjutnya nilai PV menurun drastis pada hari ke-28 dari 24,69 mEq/kg lipid menjadi 2,74 mEq/kg lipid. Sedangkan ikan teri nasi setengah kering yang dikeringkan selama 2 jam nilai PV-nya menunjukkan peningkatan sampai hari ke-14 yaitu menjadi 14,49 mEq/kg lipid dan selanjutnya menurun pada hari ke-21 dan 28 penyimpanan menjadi 6,79 mEq/kg lipid dan 2,74 mEq/kg lipid.

Fluktuasi nilai PV selama penyimpanan terjadi karena peroksida yang terbentuk tidak bersifat akumulatif selama penyimpanan (Saleh, 1990). Pada saat terjadi reaksi antara *singlet oxygen* dengan asam lemak tidak jenuh maka akan terbentuk hidroperoksida (Nawar, 1996 dalam Sae-leaw *et al.*, 2013). Sementara pada proses selanjutnya hidroperoksida akan terurai menjadi menjadi senyawa-senyawa turunan oksidasi sekunder seperti aldehid, keton dan asam lemak bebas (Ketaren, 1986; Boselli *et al.*, 2005 dalam Sae-leaw *et al.*, 2013) sehingga pengukuran PV dapat memperoleh nilai yang lebih rendah. Laju pembentukan peroksida juga tidak sama dengan laju penguraiannya. Penurunan nilai PV diduga disebabkan karena laju pembentukan peroksida lebih lambat daripada laju penguraiannya dan peroksida yang sudah terbentuk telah terurai dan mulai bereaksi dengan senyawa yang lain (Davidek *et al.*, 1990). Proses pembentukan dan penguraian peroksida serta perbedaan laju reaksinya inilah yang menyebabkan fluktuasi bilangan peroksida selama penyimpanan.

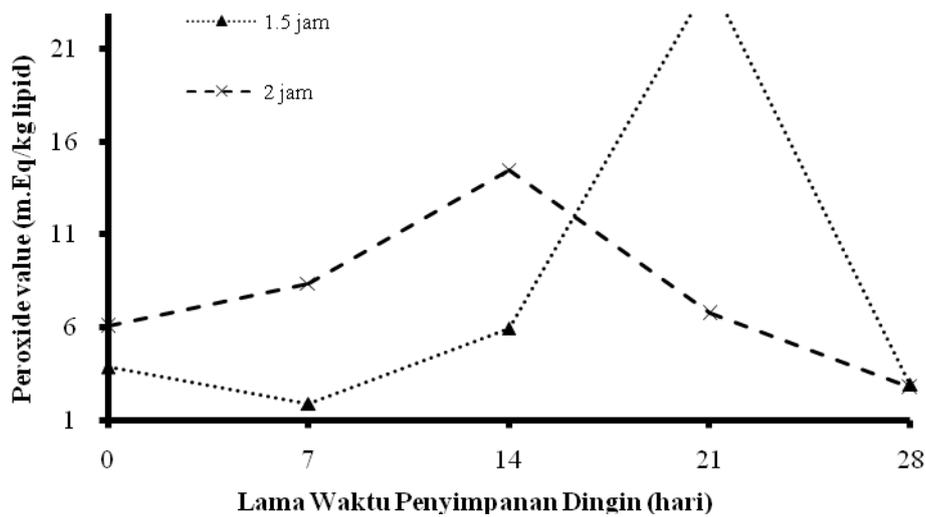
Setelah laju pembentukan peroksida mencapai puncaknya, maka kemudian PV produk menurun, hal ini menunjukkan bahwa peroksida telah terurai menjadi aldehid dan senyawa-senyawa *volatile* lainnya yang menyebabkan ketengikan (Ketaren, 1986). Selain terurai senyawa tersebut juga sangat reaktif terhadap protein, peptide dan asam amino bebas (Pokorny, 1981 dalam Subroto *et al.*, 1990). Reaksi ini dapat mengakibatkan terjadinya pencoklatan non enzimatis. Reaksi ini juga mengakibatkan turunya nilai gizi protein karena turunnya nilai cerna protein maupun rusaknya asam-asam amino tertentu khususnya yang mengandung sulfur dan lisin (Hall, 1987 dalam Ma'ruf *et al.*, 1990).



Gambar 1. Perubahan nilai organoleptik ikan teri nasi yang dikeringkan selama 1,5 jam



Gambar 2. Perubahan nilai organoleptik ikan teri nasi yang dikeringkan selama 2 jam



Gambar 3. Perubahan PV ikan teri nasi kering selama penyimpanan dingin

Tabel 1. Kandungan protein, lemak, air dan garam ikan teri nasi segar dan ikan teri nasi setengah kering (%) pada awal dan akhir penyimpanan

Kandungan (%)	Ikan teri nasi segar	Ikan teri nasi setengah kering			
		Lama pengeringan 1,5 jam		Lama pengeringan 2 jam	
		Lama penyimpanan (hari)			
		0	28	0	28
Air ^{a)}	84,05 ± 0,26	63,70 ± 0,34	60,86 ± 0,88	59,60 ± 0,41	59,35 ± 2,38
Lemak ^{b)}	0,86 ± 0,01	3,65 ± 0,04	2,53 ± 0,09	4,93 ± 1,43	2,46 ± 0,21
Protein ^{b)}	10,15 ± 0,04	25,55 ± 0,47	25,72 ± 0,36	27,78 ± 0,13	28,68 ± 0,46
Garam ^{a)}	0,45 ± 0,01	4,63 ± 0,09	tidak diukur	5,53 ± 0,06	tidak diukur

^{a)} rata-rata dari tiga ulangan ± standar deviasi

^{b)} rata-rata dari dua ulangan ± standar deviasi

Komposisi Proksimat

Data hasil pengujian komposisi proksimat ikan teri nasi segar dan ikan teri nasi setengah kering tersaji dalam Tabel-1. Hasil pengujian proksimat menunjukkan bahwa ikan teri nasi segar mempunyai tingkat kandungan air yang tinggi yaitu mencapai 84,05%. Proses pengeringan selama 1,5 jam membuat kandungan air ikan teri nasi turun menjadi 63,7%. Sedangkan proses pengeringan ikan teri nasi selama 2 jam membuat kadar air produk turun menjadi 59,6%. Kadar air ikan teri nasi setengah kering yang dikeringkan selama 2 jam sudah memenuhi kisaran kadar air yang disyaratkan oleh SNI yaitu pada kisaran 30-60% sementara dengan pengeringan 1,5 jam kadar air produk masih lebih besar dari 60%, yaitu masih 63,70%.

Pada akhir masa penyimpanan dingin (hari ke-28) kadar air ikan teri nasi setengah kering yang dikeringkan selama 1,5 dan 2 jam masing-masing turun menjadi 60,86% dan 59,35%. Terjadinya penurunan kadar air selama penyimpanan dingin ini berkaitan dengan rendahnya kelembaban nisbi penyimpanan yaitu sebesar 52,52% pada suhu 6,40°C. Kelembaban nisbi atmosfer penyimpanan yang lebih rendah daripada kadar air ikan teri nasi setengah kering menyebabkan terjadinya transfer uap air dari ikan teri nasi setengah kering ke udara pada ruang penyimpanan dingin. Perubahan kadar air ikan teri nasi setengah kering selama penyimpanan dingin tercantum dalam Gambar 4.

Kandungan lemak ikan teri nasi setelah pengeringan meningkat dari 0,86% menjadi 3,65% pada ikan teri nasi yang dikeringkan 1,5 jam dan menjadi 4,93% pada ikan teri nasi yang dikeringkan selama 2 jam. Kandungan lemak yang lebih tinggi ini berpotensi dapat meningkatkan laju oksidasi lemak terjadi. Pada akhir masa penyimpanan dingin, kandungan lemak ikan teri nasi yang dikeringkan selama 1,5 jam turun

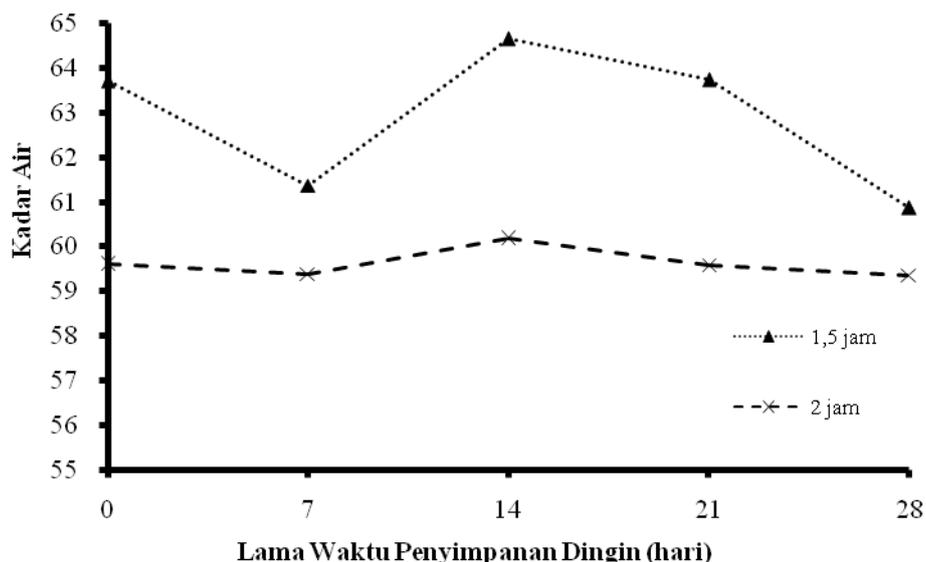
menjadi 2,53% dan ikan teri nasi yang dikeringkan selama 2 jam menjadi 2,46%. Penurunan kandungan lemak ini dapat terjadinya karena adanya reaksi-reaksi oksidasi lemak selama penyimpanan.

Kandungan protein ikan teri nasi setelah pengeringan meningkat dari 10,15% menjadi 25,55% pada pengeringan 1,5 jam dan menjadi 27,78% pada pengeringan 2 jam. Peningkatan ini terkait dengan turunnya kadar air sehingga kandungan protein menjadi terkonsentrasi. Meningkatnya kandungan protein pada ikan teri nasi kering ini dapat disebabkan karena tidak adanya mikroorganisme yang memanfaatkan/mengonsumsi protein pada kadar air yang rendah.

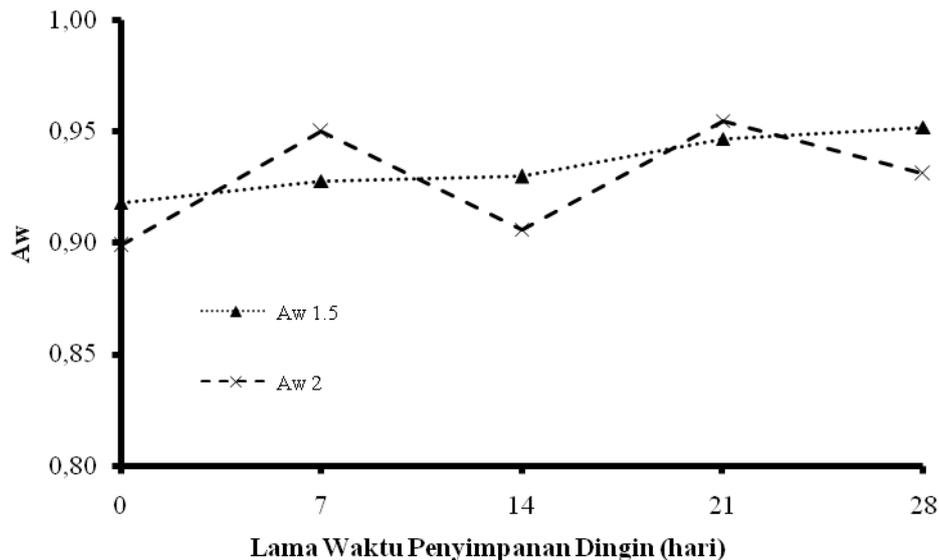
Water Activity (Aw)

Aw produk setelah pengeringan masing-masing tercatat 0,92 dan 0,90 untuk pengeringan selama 1,5 jam dan 2 jam. Nilai Aw ini berhubungan dengan kadar air dan kadar garam produk. Kadar garam ikan teri nasi setengah kering tercatat 4,63% dan 5,53%. Adanya kandungan garam sebenarnya membantu mengikat air bebas yang ada pada produk sehingga Aw menjadi lebih rendah. Namun nilai Aw tersebut masih tergolong tinggi dan memungkinkan terjadinya kemunduran mutu mikrobiologi. Sesuai dengan Grafik Labuza, nilai Aw minimal yang tidak memungkinkan jamur untuk tumbuh adalah 0,7 (Winarno, 2000).

Selama penyimpanan dingin Aw ikan teri nasi mengalami perubahan seperti pada Gambar 5. Perubahan Aw selama penyimpanan dingin ini dipengaruhi oleh kelembaban relatif ruang penyimpanan. Selama penyimpanan akan terjadi transfer massa antara udara sekitar dengan produk sehingga terjadi keseimbangan (Labuza, 1982).



Gambar 4. Perubahan kadar air ikan teri nasi kering selama penyimpanan dingin



Gambar 5. Perubahan Aw ikan teri nasi kering selama penyimpanan dingin

KESIMPULAN

Ikan teri nasi setengah kering yang dikeringkan selama 1,5 jam lebih cepat ditolak panelis daripada ikan teri nasi setengah kering yang dikeringkan selama 2 jam karena jamur lebih cepat tumbuh pada ikan yang memiliki kadar air dan Aw lebih tinggi. Nilai PV masing-masing produk selama penyimpanan dingin menunjukkan pola yang fluktuatif. Pada ikan teri nasi setengah kering yang dikeringkan 1,5 jam PV tercatat lebih rendah dan mencapai puncaknya pada hari penyimpanan dingin ke-21. Sementara ikan teri nasi setengah kering yang dikeringkan selama 2 jam PV terukur lebih tinggi dan lebih cepat mencapai puncaknya yaitu hari penyimpanan dingin ke-14.

DAFTAR PUSTAKA

- Davidek, J., J. Velisek, and J. Pokorny, 1990. Chemical Changes during Food Processing. Elsevier, New York.
- Fahmi, A.S., W. F. Ma'ruf dan T. Surti. 2014. Laju Oksidasi Lemak dan Mutu Organoleptik Ikan Teri Nasi Kering (*Stolephorus* spp) Selama Penyimpanan Dingin. PENA Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 27(1): 65-77
- Hardy, R. 1980. Fish lipid part 2. In: J.J. Connel (editor). Advances in Fishery Science and Technology. Fishing News Book Ltd., Farnham, Surrey, England. hal. 103-111.
- Hobbs, G. 1982. Changes in fish after catching. In: A. Aitken, I.M. Mackie, J.H. Merritt and M.L. Windsor (editors). *Fish Handling & Processing* 2nd ed. Her Majesty's Stationery Office, Edinburgh. hal.20-27.
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Edisi pertama. UI Press. Jakarta.
- Kirk, R.S. and R. Sawyer. 1991. Pearson's Composition and Analysis of Foods. Ninth Ed. Longman Scientific & Technical. England.
- Labuza, T.P. 1982. Food and Your Well Being. West Publishing Co., Los Angeles.
- Ma'ruf, W.F., D.A. Ledward, R.J. Neale and R.G. Poulter. 1990. Chemical and nutritional quality of Indonesian dried-salted mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *Int. Journal of Food Sci. and Technol.* 25: 66-77.
- Medina-Meza, I. G., C. Barnaba, and G. V. Barbosa-Cánovas. 2014. Effects of high pressure processing on lipid oxidation: A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.* 22: 1-10
- Niki, E. 2009. Lipid peroxidation: Physiological levels and dual biological effects. *Free Radical Biology and Medicine.* 47: 469-484.
- Sae-leaw, T., S. Benjakul, N. Gokoglu, S. Nalinanon. 2013. Changes in lipids and fishy odour development in skin from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored in ice. *Food Chemistry.* 141: 2466-2472.
- Saleh, M. 1990. Pengaruh pengepresan, mutu bahan mentah dan lama penyimpanan terhadap mutu tepung ikan. *Jurnal Penelitian Pasca Panen Perikanan.* 65 : 41-52.
- Sikorski, Z.E. and A. Kolakowska, 1990. Freezing of Marine food. In : Z. E. Sikorski (Editor). *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation.* CRC Press, Inc, Florida. hal. 111-124.
- Subroto, W., A. Poernomo, Suparno dan E. Setiabudi. 1990. Pengaruh tingkat penggaraman terhadap proses pencoklatan ikan kembung kering (*Rastrelliger kanagurta*). *Jurnal Penelitian Pasca Panen Perikanan.* 66: 33-45
- Topuz, O. K., P. Yerlikaya, I. Ucak, B. Gumus and H. A. Buyukbenli. 2014. Effects of olive oil and olive oil-pomegranate juice sauces on chemical, oxidative and sensorial quality of marinated anchovy. *Food Chemistry,* 154: 63-70.
- Winarno, F.G. 2000. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta.