

**PENGARUH PENAMBAHAN OZON SELAMA PENYIMPANAN DINGIN TERHADAP
KADAR ASAM LEMAK BEBAS IKAN NILA MERAH (*Oreochromis niloticus*)**

**THE EFFECT OF OZONE ADDITION DURING CHILLED STORAGE TO
FREE FATTY ACID OF RED TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)**

Ikfi Rahmahidayati¹, Tri Winarni Agustini^{2}, Muhammad Nur³*

¹Mahasiswa, ²Staf Pengajar Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,

³Staf Pengajar Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698

ABSTRAK

Sistem penyimpanan dingin ikan yang umum digunakan belum optimal dalam memperpanjang daya simpannya. Suatu bahan seperti ozon dapat ditambahkan pada sistem ini sebagai alternatif dalam mempertahankan mutu ikan dengan aman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan ozon pada penyimpanan dingin terhadap kadar asam lemak bebas ikan Nila Merah dan efektivitas ozon dalam pengawetan ikan. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan Nila Merah utuh, ozon dan es *slurry*. Metode penelitian yang digunakan adalah *experimental laboratories* dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola terbagi oleh waktu ”*Split Plot in Time*”. Faktor konsentrasi ozon (0 ppm dan 3,5 ppm) sebagai *sub plot* dan lama penyimpanan (hari ke-0, 4, 8, 12 dan 16) sebagai *main plot*. Data nilai uji organoleptik dianalisis dengan uji *Kruskal Wallis*, sedangkan uji asam lemak bebas (FFA), pH dan A_w dianalisis menggunakan uji ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi ozon dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai organoleptik, FFA dan A_w , namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai pH ($P > 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai organoleptik berkisar antara 6,78 – 8,47; nilai FFA antara 0,340% – 0,865%; nilai pH antara 6,59 – 7,47; nilai A_w 0,894 – 0,992. Ikan Nila Merah dengan perlakuan ozon dapat diterima secara organoleptik hingga hari ke-16, namun perlakuan kontrol hanya bertahan hingga hari ke-12. Nilai FFA dengan perlakuan ozon lebih rendah daripada perlakuan kontrol.

Kata kunci: Ozon, Ikan Nila Merah, Es *Slurry*, Penyimpanan Dingin, Asam Lemak Bebas

ABSTRACT

Generally, chilling system of fish is not optimum to extending the shelflife. The substance such as ozone can be added to this system as an alternative method to maintain freshness quality of fish safely. This research was aimed to observe the effect of ozone addition on chilling system to free fatty acid of red tilapia and effectiveness of ozone for fish preservation. The material used were whole red tilapia, ozone and slurry ice. The method used in the research was experimental laboratories using Split Plot in Time Design. The factors consists of ozone concentration (0 ppm and 3.5 ppm) as sub plot and length of storage (0, 4, 8, 12 and 16 days) as main plot. The data of organoleptic value was analyzed by *Kruskal Wallis*, however free fatty acid (FFA), pH and A_w were analyzed by ANOVA. The result showed that different ozone concentration and length of storage gave significant effect ($P < 0.05$) to organoleptic value, FFA and A_w , but no significant effect on pH value ($P > 0.05$). Based on the results obtained organoleptic value range between 6.78 – 8.47; FFA value between 0.340% – 0.865%; pH value between 6.59 – 7.47; A_w value between 0.894 – 0.992. Organoleptic quality of red tilapia with ozone treatment can be accepted up to 16 days, but control treatment only lasted up to 12 days. FFA values with ozone treatment was also lower than control treatment.

Key words: Ozone, Red Tilapia, Slurry Ice, Chilled Storage, Free Fatty Acid

^{*}) Penulis Penanggungjawab

PENDAHULUAN

Ikan Nila merupakan salah satu komoditas penting budidaya perikanan air tawar di Indonesia (Amri dan Khairuman, 2008). Ikan Nila Merah termasuk salah satu Nila unggul. Hal ini dikarenakan warnanya menarik, selintas mirip ikan Kakap Merah atau *sea bream* (*Lutjanus sp*) dari laut dan pertumbuhannya lebih cepat (Kordi, 2010). Ikan ini juga mempunyai arti ekonomi yang cukup penting yaitu dapat diekspor dan disukai karena berdaging putih, enak dan tebal (Suyanto, 2010). Ikan Nila Merah memiliki nilai gizi cukup baik yang terdiri dari kadar protein 15,8%, kadar lemak 0,6%, kadar air 81,4% dan kadar abu 1% (Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi, 2010). Hal tersebut menunjukkan bahwa ikan ini memiliki

peluang untuk pemenuhan gizi masyarakat. Namun, ikan termasuk komoditas yang cepat rusak bahkan lebih cepat dibandingkan dengan daging hewan lainnya (Irianto dan Soesilo, 2007).

Pendinginan yaitu salah satu cara yang umum digunakan untuk memperlambat kerusakan pada produk-produk hasil perikanan (Mohammed and Hamid, 2011). Pendinginan ikan dapat dilakukan dengan menggunakan refrigerasi, es, *slurry ice* (es cair) dan air laut dingin (*chilled sea water*). Cara yang paling mudah untuk pendinginan adalah dengan menggunakan es sebagai bahan pengawet (Wibowo dan Yunizal, 1998 dalam Irianto dan Soesilo, 2007). Es cair (*slurry es*) potensial bila dikombinasikan dengan bahan tambahan lain seperti ozon yang mungkin berkontribusi untuk mempertahankan kualitas ikan (Campos *et al.*, 2006).

Penggunaan ozon dalam memperpanjang daya simpan ikan segar merupakan salah satu teknologi pengawetan pangan yang menjanjikan. Disamping itu, ozon tidak menghasilkan residu beracun dalam lingkungan setelah perlakuannya (Pastoriza *et al.*, 2008) dan telah dinyatakan aman oleh panel ahli untuk digunakan dalam pengolahan makanan. Sejak itu ozon telah digunakan dalam beberapa penelitian untuk mengurangi kontaminasi pada ikan segar yang baru saja ditangkap, produk peternakan, daging dan susu (Manousaridis *et al.*, 2005). Hal tersebut juga telah diterapkan pada ikan *Hake* (Pastoriza *et al.*, 2008) dan *Shucked Mussels* untuk mempertahankan kualitasnya selama penyimpanan dingin (Manousaridis *et al.*, 2005). Penggunaannya pada beberapa ikan komersial juga dikombinasikan dengan es *slurry*. *Finfish* dan *Albacore* yang disimpan dalam sistem tersebut memiliki kualitas lebih baik dibandingkan metode pendinginan lain. Kombinasi ini merupakan salah satu sistem penyimpanan dingin baru yang dapat memperlambat mekanisme hidrolisis dan oksidasi lemak pada ikan *Farmed Turbot* (Campos *et al.*, 2006). Penggunaan ozon dengan kombinasi es *slurry* juga telah dimanfaatkan untuk memperpanjang daya simpan ikan Nila Merah (Nur dkk, 2013).

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi yang digunakan pada penelitian adalah Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) dengan berat rata-rata 240 - 260 gram dan panjang rata-rata 22,5 – 24 cm sebanyak 18 kg. Penanganan sampel dari perairan budidaya ke laboratorium dilakukan dengan pengangkutan ikan hidup. Ikan tersebut dimatikan terlebih dahulu sebelum adanya pendinginan. Pendinginan ikan Nila Merah menggunakan es *slurry* yang diletakkan dalam wadah styrofoam. Es tersebut merupakan campuran antara es balok yang dihancurkan dan air tawar dengan perbandingan 2 : 3. Ikan utuh sebanyak 9 kg pada masing-masing perlakuan didinginkan menggunakan es *slurry* sebanyak 60 liter.

Gas ozon dihasilkan dari alat generator ozon. Ozon tersebut diinjeksikan dalam es *slurry*. Penginjeksian awal ozon yaitu dengan melarutkan ozon gas (3,5 ppm) selama 90 menit. Penginjeksian selanjutnya dilakukan setiap 12 jam (32 kali penginjeksian selama penyimpanan dingin pada *batch* perlakuan ozon). Pengamatan terhadap *batch* perlakuan ozon dan kontrol (0 ppm) dilakukan selama 16 hari dengan pengujian (organoleptik, FFA, pH, dan Aw) setiap 4 hari.

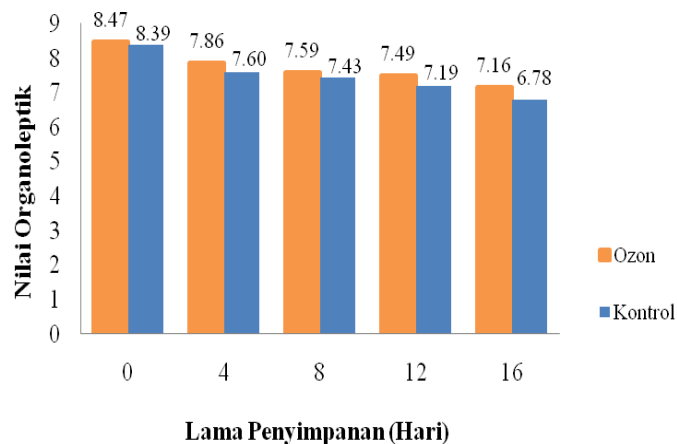
Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah RAL pola terbagi oleh waktu "Split Plot in Time". Faktor A (konsentrasi ozon) dengan 2 taraf (0 ppm dan 3,5 ppm) sebagai *sub plot* dan faktor B (lama penyimpanan) dengan 5 taraf (hari ke-0, 4, 8, 12 dan 16) sebagai *main plot* masing-masing diulang 2 kali. Data asam lemak bebas (FFA), pH, dan A_w dianalisis menggunakan uji ANOVA dan uji lanjut BNJ. Data organoleptik dianalisis menggunakan uji *Kruskal Wallis* dan uji lanjut *Multiple Comparison*.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-November 2013 yang bertempat di Laboratorium Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, serta Laboratorium Analisa, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Organoleptik Ikan Nila Merah selama Penyimpanan Dingin

Pengujian organoleptik terhadap ikan Nila Merah merupakan salah satu cara untuk mengetahui tingkat kesegarannya selama penyimpanan dingin. Pengujian ini dilakukan pada hari ke-0, 4, 8, 12, dan 16 dengan melibatkan 30 panelis. Hasil pengujian organoleptik ikan Nila Merah selama penyimpanan dingin tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai Rata-Rata Organoleptik Ikan Nila Merah selama Penyimpanan Dingin

Berdasarkan Gambar 1, nilai organoleptik ikan Nila Merah pada perlakuan ozon sampai pada akhir penyimpanan memiliki selang kepercayaan $7,04 \leq \mu \leq 7,28$ dan untuk perlakuan kontrol sebesar $6,57 \leq \mu \leq 6,99$. Hal ini menunjukkan bahwa ikan untuk perlakuan ozon masih layak dikonsumsi hingga hari ke 16, sedangkan perlakuan kontrol sudah tidak layak dikonsumsi dan hanya bertahan hingga hari ke-12. Gonçalves (2009) menyatakan bahwa adanya perlakuan ozon akan didapatkan produk dengan aspek sensori yang lebih baik, mencegah pembentukan jamur dan pembusukan. Hal ini dikarenakan sifat molekul ozon yang dapat menonaktifkan bakteri, jamur, parasit, virus. Molekul ozon mempengaruhi enzim intraseluler, asam nukleat, dan komponen sel lainnya dari mikroba tersebut.

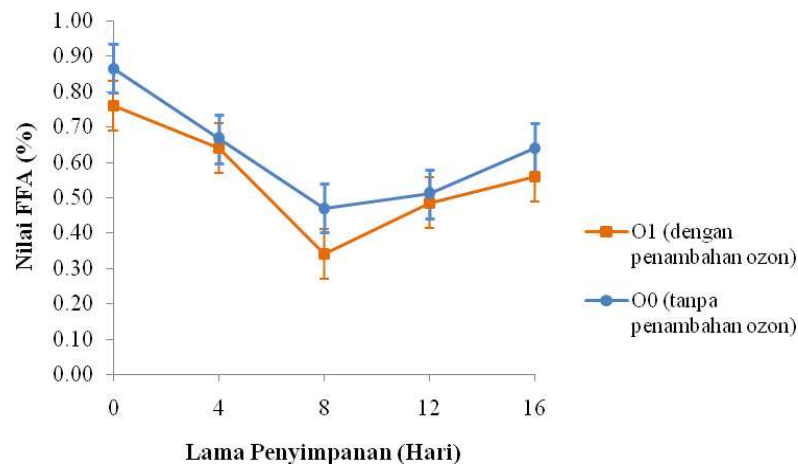
Ozon yang diinjeksikan dalam pendinginan dengan es *slurry* memberikan pengaruh terhadap daya simpan ikan. Berdasarkan penilaian organoleptik, dapat disimpulkan bahwa daya simpan ikan Nila Merah untuk perlakuan ozon tersebut lebih baik daripada kontrol. Menurut Campos *et al* (2006), adanya kombinasi ozon (0,2 ppm dalam fase cair) dan es *slurry* menjadikan daya simpan ikan cenderung meningkat lebih lama. Sampel uji ikan *Farmed Turbot* yang didinginkan dengan kombinasi perlakuan tersebut masih bermutu baik hingga hari ke-21, namun ketika menggunakan es *slurry* tanpa ozon hanya dapat dipertahankan hingga hari ke-7.

Penggunaan ozon selama penyimpanan dingin dengan berbagai metode telah dilakukan pada produk perikanan untuk meningkatkan mutu kesegarannya. Kenampakan beberapa produk tersebut menjadi lebih baik. Mutu ikan Nila Merah secara organoleptik dapat diperpanjang 4 hari dengan adanya perlakuan ozon pada penelitian ini. Dalam penelitian Gelman *et al* (2006), mutu ikan Nila yang disimpan dingin dapat bertahan lebih lama dengan adanya penambahan ozon berkonsentrasi 0,1 ppm (percobaan awal) dan 6 ppm (percobaan kedua) pada air saat ikan ini masih hidup. Analisa dilakukan pada penyimpanan dingin (suhu 0°C dan 5°C) hari ke-4, 8, 11, 14, 18, 22, 25, dan 30. Mutu ikan Nila secara sensori dapat diperpanjang 12 hari dengan adanya perlakuan ozon tersebut. Penyimpanan pada suhu 0°C menjadikan sampel tersebut masih bermutu baik hingga hari ke-30 dan kontrol hanya dapat bertahan hingga hari ke-18. Sedangkan mutu ikan Nila pada penyimpanan suhu 5°C dapat diperpanjang 3 hari, sampel dengan perlakuan ozon masih bermutu baik hingga hari ke-11 dan kontrol hingga hari ke-8.

Berdasarkan hasil uji statistik non parametrik *Kruskal Wallis*, antara kedua perlakuan pada spesifikasi mata, insang, lendir, daging, bau, dan tekstur menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut *multiple comparison* pada spesifikasi insang dan lendir menunjukkan adanya 10 pasang perlakuan yang berbeda nyata. Hasil uji lanjut *multiple comparison* pada spesifikasi mata dan bau menunjukkan adanya 10 pasang perlakuan yang berbeda nyata. Hasil uji lanjut *multiple comparison* pada spesifikasi daging dan tekstur menunjukkan adanya 11 pasang perlakuan yang berbeda nyata.

B. Analisa Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) Ikan Nila Merah selama Penyimpanan Dingin

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ozon pada sistem penyimpanan dingin memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai asam lemak bebasnya. Faktor lama penyimpanan dan interaksi juga memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$). Grafik nilai asam lemak bebas ikan Nila Merah pada penyimpanan hari ke-0, 4, 8, 12, dan 16 tersaji pada Gambar 2.



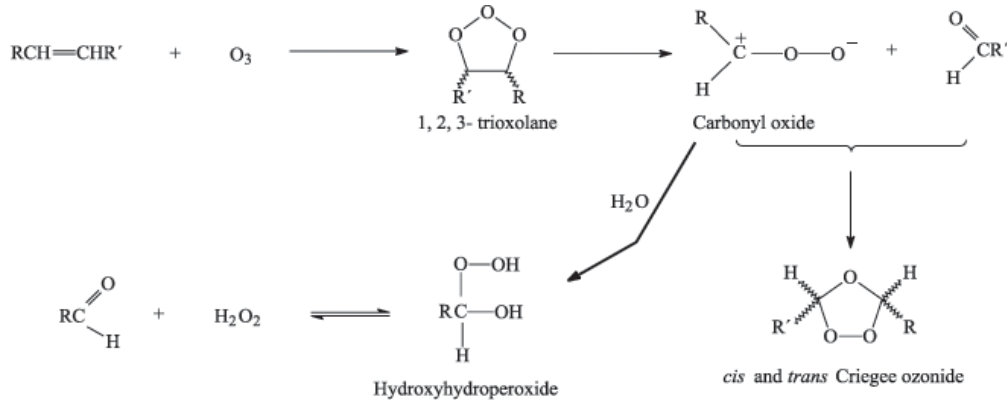
Gambar 2. Hasil Uji Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) Ikan Nila Merah selama Penyimpanan Dingin

Nilai asam lemak bebas ikan Nila Merah pada kedua perlakuan menurun hingga penyimpanan dingin hari ke-8 dan meningkat hingga hari ke-16. Kenaikan nilai asam lemak bebas tersebut berjalan lambat dengan adanya perlakuan suhu rendah, namun akan semakin meningkat selama penyimpanan. Menurut Ketaren (2008), lemak akan diubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol dalam reaksi hidrolisis. Reaksi ini dapat mengakibatkan kerusakan minyak atau lemak. Memon (2010) menambahkan bahwa kenaikan kadar asam lemak bebas belum dapat terdeteksi pada penyimpanan hari ke-1 namun sedikit perubahan mulai terlihat pada penyimpanan hari ke 15 dan nilai FFA meningkat secara bertahap dengan semakin lamanya penyimpanan.

Kadar asam lemak bebas kedua perlakuan masih tergolong rendah hingga penyimpanan dingin hari ke-16. Hal tersebut dikarenakan nilainya yang masih berada dibawah 1%. Menurut Ketaren (2008), kadar asam lemak bebas yang lebih besar dari 1% apabila dicicipi akan terasa membentuk film pada permukaan lidah dan tidak berbau tengik. Bimbo (1998) dalam Memon (2010) menambahkan bahwa mutu minyak ikan mentah dinyatakan masih dapat diterima dengan batas nilai FFA sebesar 5%.

Ikan Nila Merah pada sistem penyimpanan dingin yang mendapatkan penambahan ozon mempunyai nilai asam lemak bebas lebih rendah dibandingkan perlakuan tanpa ozon (kontrol). Nilai asam lemak bebas untuk perlakuan ozon pada penyimpanan dingin hari ke-16 sebesar 0,56. Hal tersebut didukung oleh penelitian Campos *et al* (2006) yang menyatakan bahwa adanya kombinasi antara ozon dan es *slurry* memberikan pengaruh dalam penghambatan hidrolisis lemak, sehingga perlindungan terhadap daging ikan menjadi lebih baik dibandingkan dengan yang hanya pada perlakuan es *slurry* tanpa kombinasi ozon. Walaupun terjadi pembentukan asam lemak bebas tetapi bukan berarti mutu berkurang secara signifikan, hasil evaluasi tersebut dianggap relevan karena telah terbukti bahwa akumulasi asam lemak bebas sampai batas tertentu akan mempercepat oksidasi lemak. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Memon (2010) bahwa hidrolisis disebabkan oleh lipase dan fosfolipase menghasilkan asam lemak bebas yang mengalami oksidasi lebih lanjut.

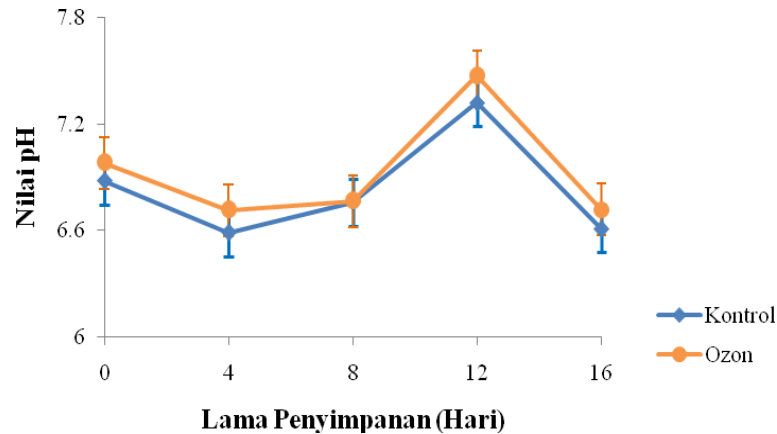
Ikan mempunyai kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi sehingga cepat mengalami proses oksidasi. Tingkat oksidasi antara ikan air laut dan ikan air tawar berbeda. Ikan air laut lebih rentan mengalami oksidasi karena tingkat ketidakjenuhan dari asam lemak yang tinggi dibandingkan ikan air tawar (Ugoala *et al.*, 2008). Adanya pengolahan dan penanganan yang baik pada ikan akan menghambat terbentuknya asam lemak bebas. Salah satu usaha tersebut adalah dengan menambahkan ozon dalam sistem pendinginan ikan Nila Merah. Adanya perlakuan tersebut terbukti dapat memperlambat proses hidrolisis. Walaupun sifat ozon sebagai oksidator kuat, namun pada konsentrasi tertentu belum berpengaruh terhadap hidrolisis dan oksidasi lemak. Menurut Gonçalves (2009), pada konsentrasi ozon 2,5 hingga 3 ppm dengan suhu 1 hingga 3°C belum mengoksidasi lemak. Mekanisme ozon terhadap asam lemak tak jenuh tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme Ozon terhadap Asam Lemak Tak Jenuh
 (Diaz dan Gavin, 2007)

C. Analisa Nilai pH Ikan Nila Merah selama Penyimpanan Dingin

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa lama penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai pH. Faktor penambahan ozon pada sistem penyimpanan dingin dan interaksi juga tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$). Grafik nilai pH ikan nila merah selama penyimpanan dingin tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Uji Nilai pH Ikan Nila Merah Selama Penyimpanan Dingin

Berdasarkan Gambar 4, nilai rata-rata pH ikan Nila Merah untuk kedua perlakuan mengalami perubahan selama penyimpanan dingin. Nilai pH turun pada penyimpanan hari ke-4 namun mengalami kenaikan hingga hari ke-12 dan turun kembali di hari ke-16. Nilai pH ikan Nila Merah untuk kedua perlakuan di hari ke-12 berada diatas 7 dan turun kembali dibawah 7 pada penyimpanan hari terakhir. Perubahan nilai pH tersebut disebabkan oleh beberapa faktor. Menurut Hadiwiyo (1993), ikan segar mempunyai pH sekitar 6,8 hingga 7. Selama pendinginan dan pembekuan pH daging ikan akan berubah. Nilai pH daging ikan akan turun dari sekitar 7 menjadi 6,3 kemudian naik lagi selama penyimpanan suhu rendah. Perubahan ini terjadi dalam dua tahap. Tahap awal pendinginan atau pembekuan, pH daging ikan akan turun kemudian selanjutnya pH akan naik lagi. Terjadinya penurunan dan kenaikan pH ini banyak dikaitkan dengan keadaan fisiologik daging ikan, komposisi senyawa-senyawa garam yang ada pada daging ikan, dan aktivitas enzim. Daging ikan dalam keadaan pre rigor akan mengalami penurunan pH lebih banyak pada waktu didinginkan atau dibekukan karena proses glikolisis anaerobik yang menyebabkan terbentuknya asam laktat masih berlangsung. Kenaikan pH mungkin juga disebabkan karena berkembangnya bakteri psikrofil yang dapat menyebabkan terbentuknya basa-basa volatil makin banyak. Lamanya pendinginan atau pembekuan dan rendahnya suhu juga mempunyai peranan penting pada perubahan pH daging ikan. pH daging ikan akan menurun secara lambat dengan makin rendahnya suhu penyimpanan.

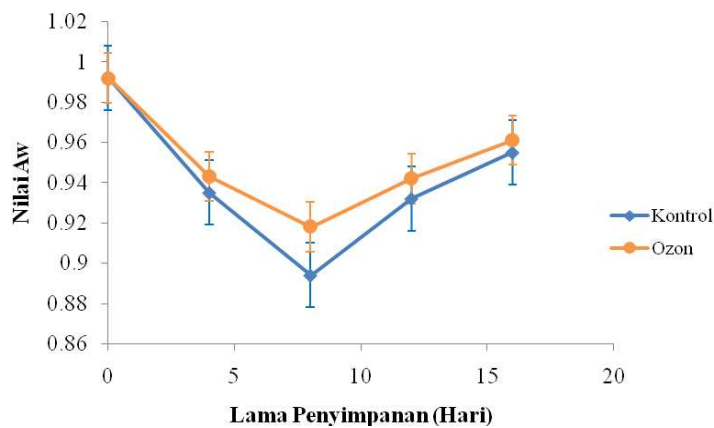
Perubahan nilai pH ikan Nila Merah yang mendapatkan perlakuan ozon maupun kontrol tidak berbeda nyata. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan ozon pada sistem penyimpanan dingin tidak mempengaruhi nilai pH ikan tersebut. Penyimpanan pada suhu rendah menjadikan pH kedua perlakuan menurun sedikit lambat. Hal ini didukung oleh pernyataan Campos *et al* (2006), sehubungan dengan diamatinya perubahan pH pada daging ikan sebelah maka diperoleh data yang menunjukkan bahwa keberadaan ozon tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$). Nilai pH kedua perlakuan ozon dan kontrol setelah 35

hari penyimpanan hanya mengalami sedikit kenaikan dari pH awalnya yang 6,3 menjadi 6,8 (pH akhir). Perubahan tersebut menunjukkan terhambatnya pertumbuhan bakteri pada sistem penyimpanan dingin menggunakan es *slurry*.

Perlakuan ozon tidak memberikan pengaruh terhadap nilai pH daging ikan. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu kemungkinannya yaitu derajat keasaman (pH) media yang mempengaruhi mekanisme kerjanya sebagai oksidator kuat. Dalam penelitian ini ozon dilarutkan dalam es *slurry* dan tidak berhubungan langsung dengan daging. Menurut Vaz-Velho *et al* (2006), tingkat desinfeksi pada konsentrasi ozon tertentu tergantung dari jenis mikroorganisme di setiap perlakuan, tingkat cemaran biologis, suhu, pH, turbiditas, dan keberadaan substansi ozon teroksidasi. Gonçalves (2009), menambahkan bahwa penyebab pembentukan radikal bebas pada ozon karena $pH > 8$, sedangkan pada pH terendah didominasi dengan terjadinya mekanisme reaksi ionik (ozonolisis) yang menghasilkan peroksida. Menurut Khadre *et al* (2001) dan Lehninger (1997) dalam Andini (2006), pada proses ozonisasi, ozon bereaksi dengan air membentuk radikal hidroksil (OH⁻). Peningkatan konsentrasi OH⁻ inilah yang menyebabkan pOH naik dan pH turun.

D. Analisa Aktivitas Air (A_w) Ikan Nila Merah selama Penyimpanan Dingin

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ozon pada sistem penyimpanan dingin dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai A_w , namun interaksi tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$). Grafik nilai a_w ikan Nila Merah selama penyimpanan dingin tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Uji Nilai A_w Ikan Nila Merah selama Penyimpanan Dingin

Nilai A_w pada produk perikanan tergolong tinggi. Tingginya A_w dapat mempercepat pertumbuhan mikroorganisme. Hal inilah yang menjadikan produk perikanan mudah sekali rusak. Nilai rata-rata terendah A_w untuk perlakuan ozon sebesar 0,918 sedangkan kontrol 0,894 pada hari ke-8. Nilai A_w tertinggi untuk perlakuan ozon dan kontrol sebesar 0,992 pada hari ke-0. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai A_w ikan Nila Merah kedua perlakuan cukup tinggi. Menurut Winarno (1994), untuk pertumbuhannya, bakteri memerlukan A_w yang lebih besar dari 0,86. Bakteri-bakteri halofilik atau yang senang hidup pada lingkungan yang bergaram tinggi akan dapat hidup subur pada A_w sekitar 0,75. Sebagian besar jenis makanan segar memiliki A_w sekitar 0,99.

Adanya penambahan ozon pada sistem penyimpanan dingin yang mempunyai sifat antimikroba diharapkan dapat menghambat pertumbuhan bakteri sehingga memperpanjang daya simpannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ikan Nila Merah yang mendapatkan perbedaan perlakuan pada sistem penyimpanan dingin memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai A_w . Nilai A_w ikan Nila Merah kedua perlakuan yang awalnya di atas 0,99 menjadi menurun pada hari penyimpanan terakhir. Nilai A_w pada perlakuan ozon sedikit lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal tersebut kemungkinan disebabkan kondisi lingkungan sekitar yang mempengaruhi mekanisme kerja ozon. Menurut WHO (2004), mekanisme ozon dalam menginaktivasi mikroorganisme belum dipahami dengan baik. Ozon terlarut dapat bereaksi dengan mikroba secara langsung oleh molekul ozon atau tidak langsung dengan radikal bebas yang terbentuk akibat dekomposisi ozon. Winarno (1994) menambahkan bahwa agar air tidak dapat lagi dimanfaatkan oleh mikroba dapat dilakukan berbagai cara yaitu melarutkan berbagai jenis bahan yang mudah larut atau ion-ion ke dalam suatu bahan, pembentukan gel yang membutuhkan air, dan pembentukan es yang dapat mencegah adanya air bebas yang dapat dimanfaatkan mikroba. Pada umumnya mikroba mempunyai kepekaan yang berbeda-beda terhadap tekanan oksigen dalam udara lingkungan hidupnya atau potensial oksidasi-reduksi dari medium pertumbuhannya. Hal tersebut banyak kaitannya dengan kemampuan medium atau substrat untuk dapat menangkap atau melepaskan elektron. Gabungan dan kombinasi antara pH, A_w , potensial oksidasi-reduksi, kadar zat gizi dan adanya senyawa penghambat mempengaruhi pertumbuhan mikroba.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah bahwa penambahan ozon pada sistem penyimpanan dingin memberikan pengaruh dalam memperlambat terbentuknya asam lemak bebas ikan Nila Merah. Nilai asam lemak bebasnya masih berada dibawah batas maksimum dengan nilai yang lebih rendah daripada perlakuan kontrol. Ikan untuk perlakuan ozon masih dapat diterima hingga hari ke-16 dari aspek organoleptik, sedangkan kontrol hanya bertahan hingga hari ke-12.

Saran yang dapat diberikan yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada jenis ikan dan konsentrasi ozon yang berbeda dalam kombinasi perlakuan tersebut dan perlu penelitian lebih lanjut tentang aplikasi penambahan ozon dengan metode yang berbeda pada sistem penyimpanan ikan dengan produk hewani lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. dan Khairuman. 2008. Buku Pintar Budi Daya 15 Ikan Konsumsi. PT AgroMedia Pustaka, Jakarta, 358 hlm.
- Andini, Y.S. 2006. Karakteristik Surimi Hasil Ozonisasi Daging Merah Ikan Tongkol (*Euthynnus* sp). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, 76 hlm.
- Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi. 2010. Database Nilai Gizi Ikan. <http://www.bbp4b.litbang.kkp.go.id/nilaigizi/> (8 Oktober 2013).
- Campos, C.A., V. Losada, O. Rodriguez, S.P. Aubourg and J.B. Velazquez. 2006. *Evaluation of an Ozone – Slurry Ice Combined Refrigeration System for the Storage of Farmed Turbot (Psetta maxima)*. J. Food Chemistry, 97: 223-230.
- Díaz, M.F. and J.A. Gavín. 2007. *Characterization by NMR of Ozonized Methyl Linoleate*. J. Braz. Chem. Soc., 18 (3): 513-518.
- Gelman, A., L. Glatman, O. Sachs, Y. Khanin and V. Drabkin. 2006. *Ozone Action on Survival and Storage Life of Live and Chilled Tilapia*. The Israel J. Aquaculture Bamidgheh, 58(3): 147-156.
- Goncalves, A.A. 2009. *Ozone-an emerging Technology for the Seafood Industry*. J. Braz. Arch. Biol. Technol, 52(6): 1527-1539.
- Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Jilid I. Liberty, Yogyakarta, 275 hlm.
- Irianto, H.E. dan I. Soesilo. 2007. Dukungan Teknologi Penyediaan Produk Perikanan. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia tahun 2007. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta, 20 hlm.
- Ketaren, S. 2008. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta, 327 hlm.
- Kordi, M.G.H. 2010. Budi Daya Ikan Nila di Kolam Terpal. ANDI, Yogyakarta, 112 hlm.
- Manousaridis, G., A. Nerantzaki, E.K. Paleologos, A. Tsiotsias, I.N. Savvaidis, and M.G. Kontominas. 2005. *Effect of Ozone on Microbial, Chemical and Sensory Attributes of Shucked Mussels*. J. Food Microbiology, 22: 1-9.
- Memon, N.N., F.N. Talpur, S.T.H. Sherazi and M.I. Bhangar. 2010. *Impact of Refrigerated Storage on Quality of Oil from Freshwater Jarko (Wallago attu) Fish*. Pak. J. Anal. Environ. Chem, 11(2): 37-43.
- Mohammed, I.M.A and S.H.A. Hamid. 2011. *Effect of Chilling on Microbial Load of Two Fish Species (Oreochromis niloticus and Clarias lazera)*. Am. J. Food and Nutrition, 1(3): 109-113.
- Nur, M., E. Kusdiyantini, T.W. Agustini, Susilo, R. Maryam, S. Teke, Z. Muhlisin, D. Arif, F. Arianto, Wuryanti dan H. Muharam. 2013. Pengembangan Sistem Penyimpanan Ikan Berteknologi Ozon (SPITO) untuk Peningkatan Produksi Ikan Berkualitas. Prosiding Seminar Insentif Riset SINas: 637-646.
- Pastoriza, L., M. Bernardez, G. Sampedro, M.L. Cabo and J.J.R. Herrera. 2008. *Use of Sterile and Ozonized Water as a Strategy to Stabilize the Quality of Stored Refrigerated Fresh Fish*. J. Food Control, 19: 772-780.
- Suyanto, S.R. 2010. Pembenuhan dan Pembesaran Nila. Penebar Swadaya, Jakarta, 124 hlm.
- Ugoala, C., Ndukwe G.I. and Audu T.O. 2008. *Comparison of Fatty Acids Profile of Some Freshwater and Marine Fishes*. J. Food Safety, 10: 9-17.
- Vaz-Velho, M., M. Silva, J. Pessoa, and P. Gibbs. 2006. *Inactivation by Ozone of Listeria innocua on Salmon-Trout during Cold-Smoke Processing*. J. Food Control, 17: 609-616.
- World Health Organization (WHO). 2004. *Water Treatment and Pathogen Control: Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water*. IWA Publishing, London. 26 hlm.
- Winarno, F.G. 1994. Sterilisasi Komersial Produk Pangan. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 165 hlm.