

<b>Full Paper</b>
-------------------

**PENGUNAAN GLYROXYL UNTUK MENGHAMBAT PENURUNAN MUTU IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) SEGAR**

**USING OF GLYROXYL TO PREVENT THE DETERIORATION OF FRESH CARP**

Farida Ariyani<sup>\*)</sup>, Jovita Tri Murtini<sup>\*)</sup>, Ninoek Indriati<sup>\*)</sup>, Dwiytino<sup>\*)</sup>, dan Yusma Yenni<sup>\*)</sup>

**Abstract**

One of the preservative agents that was claimed having bactericidal effect is glyroxyll. This study was aimed to observe the effect of glyroxyll on carp's (*Cyprinus carpio*) shelf life. Factorial design was used in this experiment with 9 treatments in triplicates. The fish was immersed in glyroxyll solution at concentrations of 0 (control), 0.1, 0.3 and 0.5% (w/v) for 5 min. Following immersion, fish was drained and kept in plastic bucket at ambient temperature. Sampling was done at 0, 12 and 24 h storage and analysis was carried out organoleptically, chemically (TVB) and microbiologically (TPC, Enterobacter). Results showed that organoleptically, chemically and microbiologically, there were no significant different on spoilage inhibition of glyroxyll compared to control. Similar to control, glyroxyll was able to prevent spoilage of carp fish only up to 12 h. The fish was rejected by panelists after 12 h of storage. The TVB value and bacterial counts, including Enterobacter, also increased sharply after that time.

**Keywords: carp, glyroxyll, preservation, spoilage**

**Pengantar**

Ikan merupakan bahan makanan yang sangat mudah rusak karena mengandung kadar air dan protein cukup tinggi. Pembusukan ikan disebabkan oleh degradasi daging ikan karena aktivitas enzim, perubahan biokimia dan pertumbuhan mikroorganisme (Connell, 1980; Pedroza-Menabrito & Regenstein, 1990; Ashie *et al.*, 1996). Segera setelah ikan mati, enzim yang terdapat pada ikan mulai aktif mendegradasi daging ikan menjadi substansi yang lebih sederhana dan mikroorganisme yang terdapat pada isi perut, insang dan kulit berkembang biak secara cepat. Bakteri pembusuk mulai memproduksi produk yang mengandung sulfur yang menimbulkan bau yang tidak enak dan toksin/racun (Hultin, 1991).

Bakteri pembusuk juga mengubah penampakan dan sifat fisik beberapa komponen ikan (Connell, 1980).

Di negara tropis seperti di Indonesia, suhu yang tinggi dan kelangkaan/keterbatasan es terutama di daerah pelosok merupakan penyebab terjadinya pembusukan ikan yang berlangsung dengan cepat. Membiarkan ikan pada suhu ruang tanpa es sementara menunggu waktu penanganan dan pengolahan menyebabkan turunnya kualitas ikan yang pada akhirnya menyebabkan turunnya kualitas produk akhir. Selain kelangkaan es, penyebab lain mengapa nelayan enggan membawa es adalah harga es yang relatif mahal, penempatan es di kapal memerlukan ruang sehingga mengurangi kapasitas palka atau kotak tempat atau kotak tempat menyimpan ikan, serta pe-

<sup>\*)</sup> Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, DKP, Jl. K.S. Tubun, Petamburan VI, Jakarta, 10260. Telp./Fax. : 021-53650158

<sup>\*)</sup> Penulis untuk korespondensi E-mail: prppse@cbn.net.id

nanganan ikan dengan es yang memerlukan tenaga ekstra. Karena beberapa masalah tersebut di atas, maka banyak terjadi praktek menyimpang di lapangan yang dilakukan oleh nelayan maupun pengolah dengan menggunakan bahan tambahan yang tidak aman untuk mengawetkan ikan sebagai pengganti es, diantaranya adalah formalin untuk mengawetkan ikan (Anonim, 2004). Dengan terkuaknya penggunaan formalin yang jelas dilarang sebagai pengawet ikan, maka banyak ditawarkan produk pengawet yang diyakini memiliki potensi bakterisidal, salah satunya adalah glyoxyl.

Glyoxyl adalah salah satu bahan yang diklaim memiliki potensi bakterisidal (Tap, 2002) dengan bahan aktif  $H_2O_2$  yang diberi penstabil gliserin. Bahan ini dipromosikan mampu menekan/membunuh bakteri Gram positif maupun Gram negatif. Dalam penggunaannya, glyoxyl dirancang sebagai pembebas kuman maupun desinfektan (Anonim, 2003). Beberapa percobaan untuk mengetahui efektivitas penggunaan glyoxyl sebagai anti bakterisida telah dilakukan terhadap berbagai jenis biakan, demikian juga penggunaan glyoxyl sebagai desinfektan pada permukaan peralatan (Anonim, 2003). Namun demikian efektivitas glyoxyl dalam mencegah kerusakan ikan khususnya di daerah tropis belum banyak dilakukan. Untuk itu, uji aplikasi glyoxyl untuk penanganan ikan yang dilengkapi dengan uji laboratorium perlu dilakukan.

### **Bahan dan Metode**

Bahan baku yang digunakan adalah ikan mas yang diperoleh dari Sukabumi dengan kisaran panjang 21-25 cm, lebar 7-9 cm dan berat 170-240 g/ekor. Pada umumnya ikan mas dijual dalam keadaan hidup dan tidak diawetkan dengan formalin, sedangkan ikan hasil tangkapan dari laut sering diawetkan dengan formalin. Pemilihan jenis ikan mas ini didasarkan pada pertimbangan bahwa ikan terjamin

kesegarannya karena berasal dari ikan hidup, bebas formalin dan pola pembusukan ikan darat dan ikan laut adalah sama.

Segera setelah ikan mati, ikan direndam dalam larutan glyoxyl dengan konsentrasi 0 (kontrol); 0,1; 0,3; dan 0,5% (b/v) dengan waktu perendaman 5 menit. Setelah selesai perendaman ikan ditiriskan dan disimpan dalam ember plastik pada suhu kamar. Pengambilan sampel dilakukan pada jam ke-0, 12 dan 24, kemudian dilakukan analisis organoleptik, Total Volatile Base/TVB, serta mikrobiologi (*Total Plate Count*/TPC dan *Enterobacter*). Setiap pengambilan sampel, uji organoleptik dilakukan pada ikan mentah dengan parameter mata, insang, lendir, daging, bau, tekstur maupun ikan matang dengan parameter kenampakan, bau, rasa dan tekstur. Untuk keperluan uji organoleptik ikan matang, sampel yang berupa ikan mentah dikukus terlebih dahulu selama 10 menit sebelum disajikan. Analisis organoleptik dilakukan secara hedonik menggunakan skala 9. Analisis yang dilakukan untuk bahan baku adalah proksimat (protein dengan metode Kjeldahl, lemak dengan metoda Soxhlet, air dengan metoda oven, dan abu dengan metode Furnace (AOAC, 1980), sedangkan untuk analisis kemunduran mutu ikan yang disimpan menggunakan TVB dengan metode Conway mikrodifusi (Siang & Kim, 1992). Untuk melihat kemunduran mutu secara mikrobiologi dilakukan analisis jumlah bakteri total (TPC) serta *Enterobacter* dengan metode *pour plate* (tuang) (Fardiaz, 1993). Percobaan dirancang dengan desain acak lengkap dengan 2 faktor (konsentrasi glyoxyl dan waktu penyimpanan) dengan 3 kali ulangan dan data hasil penelitian diolah menggunakan program Statistica Rel. 6.0 (StatSoft, Inc.).

### **Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan hasil analisis proksimat, ikan mas segar yang digunakan dalam percoba-

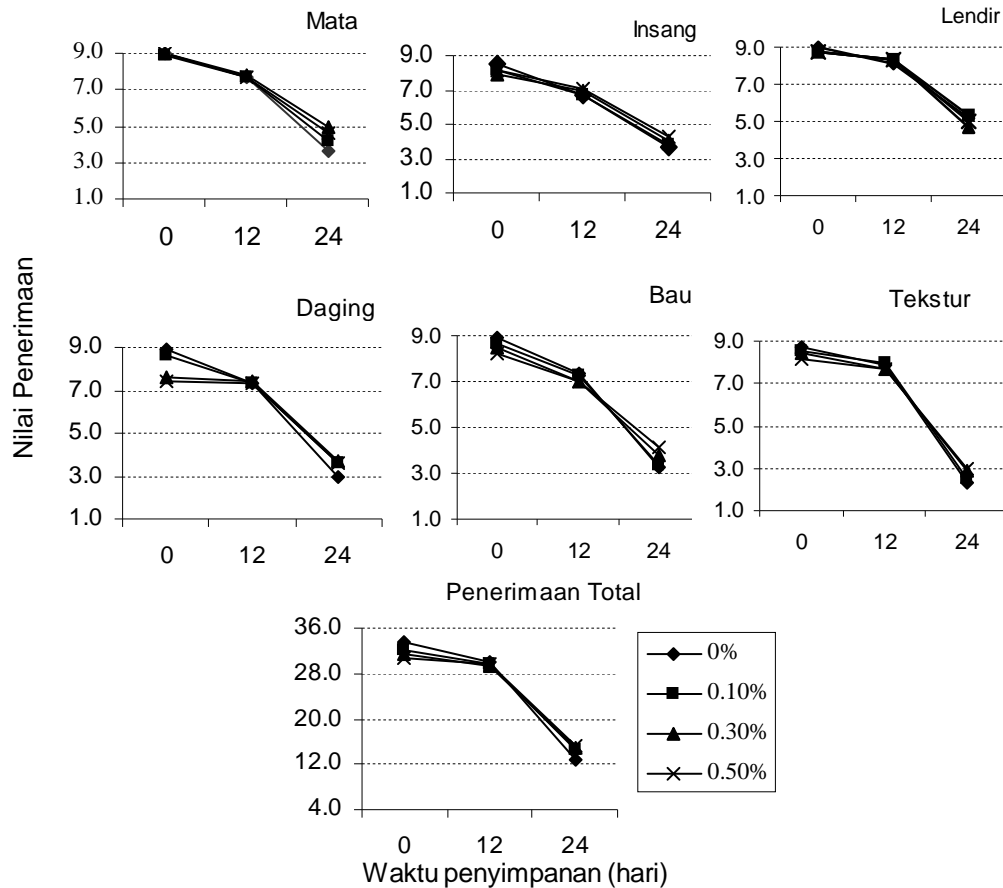
an ini mempunyai kadar lemak rendah, yaitu sekitar 1,15-2,45% (wb), dengan kadar protein 6,38-14,24% (wb), kadar air 77,97-81,41% (wb), dan kadar abu 1,19-1,93% (wb). Analisis proksimat pada bahan baku perlu dilakukan untuk mengetahui spesifikasi bahan baku yang digunakan karena tinggi rendahnya kadar lemak dan protein dalam bahan mempengaruhi pola kebusukan ikan.

*Mutu organoleptik*

Analisis sidik ragam terhadap nilai penerimaan memperlihatkan bahwa tidak ada perbedaan mutu yang nyata untuk semua parameter pada ikan yang direndam dalam glyroxyl maupun kontrol (Gambar 1). Meskipun demikian, beberapa panelis memberikan pernyataan

bahwa perlakuan perendaman glyroxyl dengan konsentrasi 0,3% dan 0,5% membuat warna daging agak kusam kebiruan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh reaksi oksidasi yang dipicu oleh peroksida yang merupakan bahan aktif glyroxyl, sehingga mioglobin yang awalnya berwarna merah darah menjadi gelap dan kusam (Sikorski & Pan, 1994).

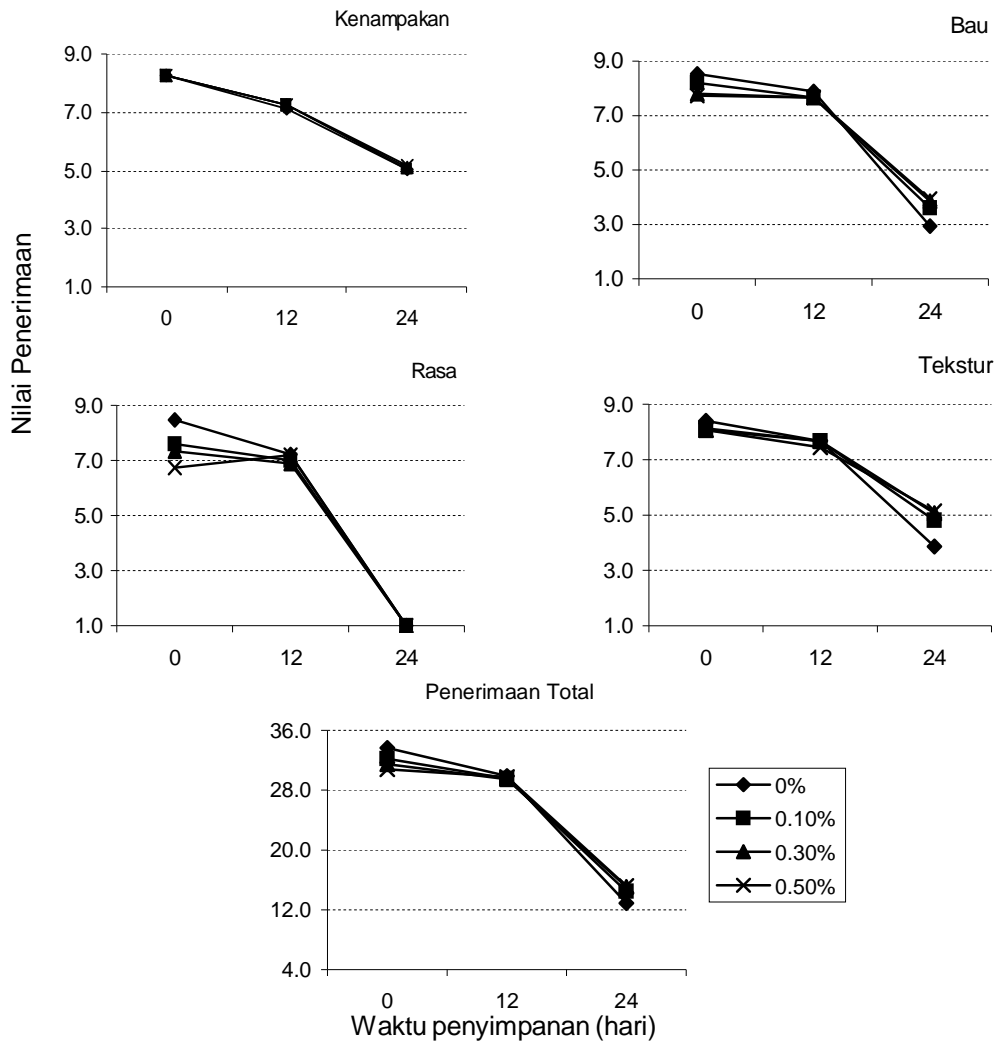
Pada ikan mentah, kontrol maupun semua perlakuan perendaman dengan glyroxyl masih menunjukkan angka penerimaan yang tinggi (rata-rata di atas 7) meskipun sudah disimpan selama 12 jam. Meskipun demikian setelah 24 jam penyimpanan, nilai penerimaan untuk semua parameter menurun sangat nyata ( $p < 0,05$ ) hingga di bawah 5 atau mendekati 5 (Gambar 1 dan



Gambar 1. Hasil analisis organoleptik ikan mas mentah yang sebelumnya direndam glyroxyl dan kontrol selama penyimpanan pada suhu kamar

Gambar 2). Sama halnya dengan pola kerusakan ikan (yang disimpan pada suhu kamar) pada umumnya, degradasi dan deteriorasi komponen penyusun ikan secara enzimatik maupun bakteriologis semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Setelah lebih dari 12 jam, aktivitas enzim maupun perkembangan bakteri pembusuk meningkat tajam sehingga mengakibatkan kerusakan pada ikan yang terlihat jelas secara visual yang pada akhirnya menurunkan nilai penerimaan bahkan penolakan oleh panelis.

Pada ikan mas kukus, penilaian panelis terhadap parameter kenampakan, tekstur dan penerimaan total ikan yang direndam glyroxyl tidak berbeda ( $p>0,05$ ) dengan ikan yang tidak direndam glyroxyl (kontrol); sedangkan penilaian parameter bau dan rasa berbeda nyata ( $p<0,05$ ). Nilai penerimaan terhadap rasa ikan kukus yang sebelumnya direndam glyroxyl dan belum disimpan, lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Pada ikan kukus yang sebelumnya direndam glyroxyl terdeteksi rasa seperti sabun dan bau seperti kaporit. Pengukusan akan meng-



Gambar 2. Hasil analisis organoleptik ikan mas kukus yang sebelumnya direndam glyroxyl dan kontrol selama penyimpanan pada suhu kamar

akibatkan terkelupasnya lapisan penstabil (gliserin) pada  $H_2O_2$  sehingga  $H_2O_2$  kontak langsung dengan daging ikan yang mempengaruhi bau maupun rasa ikan.

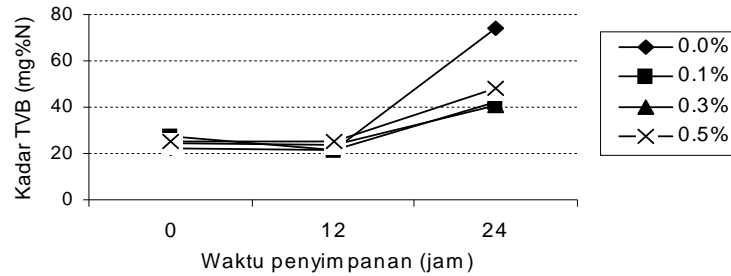
Pola perubahan nilai penerimaan selama penyimpanan terhadap ikan kukus baik kontrol maupun ikan yang direndam glyoxyl sama dengan pola penerimaan terhadap ikan mentah. Sampai penyimpanan 12 jam, nilai penerimaan masih cukup tinggi untuk semua parameter dan menurun sangat nyata setelah penyimpanan 24 jam hingga di bawah 5, bahkan nilai rasa mencapai nilai terendah yakni 1. Pada kondisi ini ikan sudah ditolak oleh panelis karena ikan terlihat sangat tidak segar dan tidak dapat dimakan. Untuk ikan mentah bola mata terlihat cekung, pupil keabuan, kornea keruh; insang berubah warna menjadi gelap dan mulai berlendir; lendir mulai tampak nyata pada seluruh permukaan badan; sayatan daging mulai kusam, dinding perut lunak, rusuk lembek; bau amoniak mulai tercium; bekas jari terlihat lama bila ditekan, mudah menyobek daging dari tulang belakang. Untuk ikan kukus, terdeteksi bau agak amis, sedikit tengik, sedikit bau amoniak, daging mulai rapuh, terurai dan berair serta tidak dapat dimakan. Waktu penolakan oleh panelis terhadap ikan yang disimpan pada suhu kamar berbeda-beda tergantung pada jenis dan kesegaran ikan sebelum ikan disimpan. Ikan *trout* Australia yang disimpan pada suhu  $37^\circ\text{C}$  mulai mengeluarkan bau asam sesudah 9 jam penyimpanan yang diikuti dengan bau amoniak sesudah 11 jam penyimpanan yang bersamaan dengan penolakan oleh panelis (Gorczyca *et al.*, 1985). Lemuru (*Sardinella longiceps*) ditolak panelis sesudah 10 jam penyimpanan pada suhu  $25-26,5^\circ\text{C}$  yang ditandai dengan bau tengik dan bau tidak enak, juga lendir yang kental dan lengket pada permukaan kulit ikan (Nasran & Arifudin, 1982); sedangkan Estrada *et al.* (1985) menyatakan bahwa

tilapia yang disimpan pada suhu kamar di Filipina ditolak panelis setelah 16,5 jam penyimpanan.

#### *Total Volatile Base (TVB)*

Perendaman dengan glyoxyl mengakibatkan penurunan TVB secara nyata pada 24 jam penyimpanan dibandingkan dengan kontrol (Gambar 3). Namun demikian, kadar TVB ikan mas yang direndam glyoxyl masih cukup tinggi yakni 42,5-47,9 mg%N, sedangkan kadar TVB kontrol 72,4 mg%N. Akan tetapi nilai ini masih lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Rubbi *et al.* (1985) di mana ikan mas segar yang disimpan pada suhu kamar di Bangladesh mempunyai kadar TVB 105.8 mg%N setelah 23 jam penyimpanan. Total basa menguap (TVB) merupakan senyawa hasil degradasi protein karena aktivitas enzim maupun bakteri pembusuk. Pada umumnya TVB merupakan salah satu indikator terjadinya penurunan mutu atau pembusukan pada ikan. Perendaman ikan dengan glyoxyl akan menyebabkan terjadinya penghambatan aktivitas enzim maupun bakteri pembusuk karena terjadinya kontak antara  $H_2O_2$  yang merupakan bahan aktif glyoxyl dengan ikan, sehingga proses deteriorasi protein menjadi TVB terhambat. Dengan demikian nilai TVB pada ikan yang direndam glyoxyl lebih rendah dibandingkan ikan yang tidak direndam glyoxyl (kontrol).

Pada awal 12 jam penyimpanan, kadar TVB ikan mas yang direndam glyoxyl maupun kontrol terlihat konstan dan baru naik secara nyata setelah 12 jam penyimpanan (Gambar 3). Perkembangan kadar TVB pada ikan selama penyimpanan juga berbeda tergantung pada jenisnya. Untuk ikan lemuru yang disimpan pada suhu kamar, ikan ditolak panelis pada kadar TVB 20 mg%N setelah 10 jam penyimpanan (Nasran, *et al.*, 1982), sedangkan kadar TVB untuk sardin Australia yang ditolak panelis setelah 12



Gambar 3. Kadar TVB ikan mas mentah yang sebelumnya direndam glyoxyl dan kontrol selama penyimpanan pada suhu kamar

jam penyimpanan pada suhu kamar mencapai 23 mg%N (Ariyani, 2000). Pada percobaan ini nilai TVB setelah 12 jam penyimpanan adalah 21,5-25,2 mg%N, tetapi secara organoleptik belum ditolak panelis. Penolakan oleh panelis terjadi setelah 24 jam penyimpanan dengan kadar TVB 42,5-47,9 mg%N, dan kadar TVB kontrol 72,4 mg%N. Nilai batas penerimaan TVB untuk ikan dari perairan dingin yang disimpan dengan es berkisar 30-40 mg%N (Huss, 1988), sedangkan untuk ikan berlemak seperti *herring* dan *mackerel*, batas maksimum kadar TVB adalah 20 mg%N (Sikorski *et al.*, 1990).

Nilai TVB dipengaruhi oleh jenis ikan, hal ini disebabkan karena perbedaan pola pembusukan untuk jenis ikan yang berbeda selama penyimpanan. Ikan berkadar lemak tinggi sangat mudah rusak dan lebih cepat terdeteksi secara sensoris atau visual dibandingkan ikan berkadar lemak rendah. Dengan demikian untuk tingkat kerusakan visual yang sama, nilai TVB ikan berkadar lemak tinggi lebih rendah dari nilai TVB ikan berlemak rendah. Demikian juga untuk ikan berkulit keras dan kompak, seperti tilapia, nilai TVB pada saat ikan ditolak lebih kecil dibandingkan dengan ikan berkulit lunak seperti sardin (Estrada *et al.*, 1985).

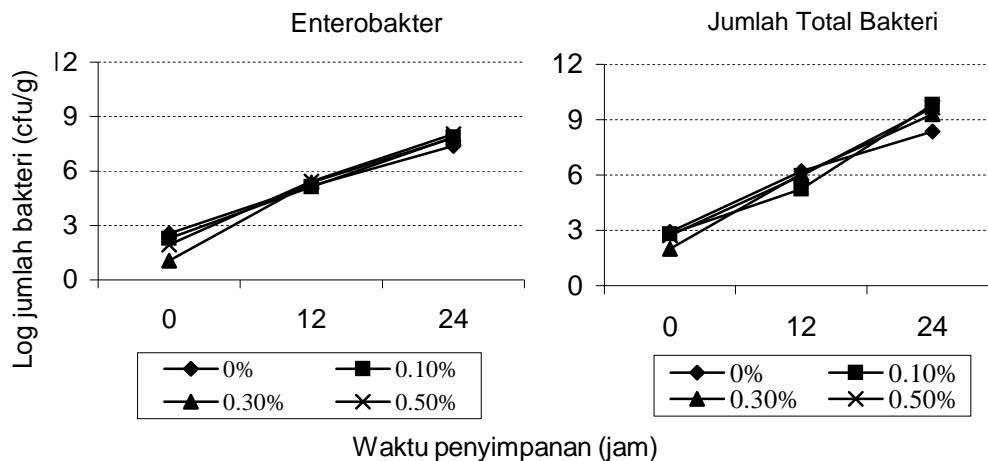
#### *Jumlah Bakteri Total (TPC) dan Enterobakter*

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, tidak ada perbedaan nyata ( $p > 0,05$ ) jumlah bakteri total maupun enterobakter

pada ikan mas mentah yang direndam glyoxyl maupun yang tidak direndam glyoxyl (kontrol); sedangkan perbedaan waktu penyimpanan memberikan perbedaan nyata pada jumlah bakteri total maupun enterobakter (Gambar 4). Pada awal percobaan sebelum penyimpanan, jumlah bakteri total berkisar  $10^2 - 10^3$  cfu/g sedangkan jumlah enterobakter berkisar  $10^1 - 10^2$  cfu/g. Jumlah ini meningkat dengan bertambahnya waktu penyimpanan baik pada ikan mas yang direndam glyoxyl maupun kontrol (Gambar 4). Setelah 12 jam penyimpanan jumlah bakteri total dan enterobakter pada ikan mas yang direndam glyoxyl berturut-turut adalah  $10^5 - 10^6$  dan  $10^5$  cfu/g, sedangkan untuk kontrol jumlah bakteri total dan enterobakter berturut-turut adalah  $10^6$  dan  $10^5$  cfu/g.

Hal ini sejalan dengan hasil yang diperoleh Estrada *et al.* (1985) yang menunjukkan bahwa pada 12 jam penyimpanan pada suhu kamar di Filipina, jumlah total bakteri dan enterobakter pada ikan mujair mencapai  $10^6 - 10^7$  cfu/g. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Gorczyca & Len (1985) bahwa enterobakter dan jumlah bakteri total pada beberapa ikan tropis yang disimpan selama 13 jam pada suhu kamar berturut-turut berkisar  $10^7 - 10^8$  dan  $10^8 - 10^9$  cfu/g.

Pada penyimpanan selanjutnya (24 jam) jumlah bakteri total pada ikan mas yang direndam glyoxyl mencapai  $10^9 - 10^{10}$  cfu/g dan jumlah enterobakter mencapai  $10^7 -$



Gambar 4. Jumlah total bakteri (TPC) dan enterobakter ikan mas mentah yang sebelumnya direndam glyroxyl dan kontrol selama penyimpanan pada suhu kamar

$10^8$  cfu/g, sedangkan jumlah bakteri total dan enterobakter untuk kontrol berturut-turut adalah  $10^8$  dan  $10^7$  cfu/g.

Berbeda dengan hasil penelitian efektifitas glyroxyl sebagai antimikroba yang telah dilakukan (Tap, 2002), pada percobaan ini efektifitas glyroxyl dalam menghambat pertumbuhan bakteri pada ikan tidak terlihat. Hal ini kemungkinan disebabkan pada percobaan ini, parameter kemunduran mutu secara mikrobiologis yang diukur adalah total jumlah bakteri (TPC) dalam jaringan ikan sedangkan uji mikrobiologis yang dilakukan Tap (2002) menggunakan biakan murni dari beberapa jenis bakteri antara lain *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus faecium*. Karena analisis TPC pada percobaan ini dilakukan pada ekstrak jaringan ikan, diduga sebagian  $H_2O_2$  sebagai bahan aktif glyroxyl bereaksi/berikatan dengan komponen dalam jaringan ikan khususnya lemak sehingga dapat menurunkan efektifitasnya. Di samping itu, konsentrasi glyroxyl yang digunakan dalam penelitian Tap (2002) lebih tinggi yaitu 2,5-3,0% dan dapat mereduksi jumlah bakteri sebagai biakan murni sebesar 4,3 cfu/g, sedangkan konsentrasi glyroxyl yang digunakan da-

lam percobaan ini jauh lebih kecil yaitu 0,1-0,5%. Meskipun demikian, dengan konsentrasi yang jauh lebih kecil tersebut perendaman dalam glyroxyl sudah mengubah karakteristik ikan secara sensoris/organoleptik.

### Kesimpulan dan Saran

#### Kesimpulan

1. Penggunaan glyroxyl sebagai bahan pengawet pada ikan mas ternyata tidak mampu menghambat proses kemunduran mutu apabila ikan disimpan pada suhu kamar, bahkan perendaman dengan glyroxyl memberikan pengaruh yang kurang baik secara organoleptik.
2. Sebagaimana pola kemunduran mutu ikan yang disimpan pada suhu kamar, ikan mas hanya dapat disimpan hingga 12 jam pada suhu kamar.

#### Saran

Untuk melihat efektifitas glyroxyl untuk mencegah proses penurunan mutu kesegaran ikan pada rantai dingin, perlu dilakukan penelitian penggunaan glyroxyl untuk penyimpanan pada suhu rendah terutama untuk jenis ikan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT Baginda Putri Majusejahtera yang telah menyediakan dana untuk penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Anonymous. 2003. Glyroxyl. Approved decontamination and desinfectant agent. Kon-Des Milieutechnologie B.V, Burgermeester Stramanweg Amsterdam. 2 p.
- Anonim. 2004. Laporan teknis hasil penelitian, Kelompok Peneliti Keamanan Pangan. Bagian Proyek Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, BRKP, DKP.
- AOAC. 1980. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 13<sup>th</sup>ed. AOAC, Inc. Arlington. Virginia. 1018 p.
- Ariyani, F. 2000. Quality changes of sardines (*Sardinella neopilchardus*) at Indonesian ambient temperature. Indonesian Journal of Agricultural Science. 1(1): 21-28.
- Ashie, I.N.A., J.P. Smith and B.K. Simpson. 1996. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 36 (1&2): 87-121.
- Connell, J.J. 1980. Control of fish quality: 4. Quality deterioration and defects in products. England. Fishing News Books Ltd. 56-105.
- Estrada, M., M. Olympia, R. Mateo, A. Milla, A. dela Cruz and M. Embuscado. 1985. Mesophilic spoilage of whiting (*Sillago maculata*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*). In : Spoilage of tropical fish and product development. A. Reilly (Ed.). Symposium held in conjunction with the Sixth Session of the IPFC Working Party on Fish Technology and Marketing. RMIT, Melbourne, Australia, 23-26 October 1984. FAO: 133-145.
- Fardiaz, S. 1993. Mikrobiologi pangan. Penuntun praktek-praktek laboratorium. Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor. 308 p.
- Gorczyca, E., J.L. Sumner, D. Cohen and P. Brady. 1985. Mesophilic fish spoilage. Food Technol. Aust. 37 (1): 24-26.
- Gorczyca, E. and P.P. Len. 1985. Mesophilic spoilage of bay trout (*Atripis trutta*), bream (*Acanthopagrus butcheri*) and mullet (*Aldroichetta forsteri*). In : Spoilage of tropical fish and product development. A. Reilly (Ed.). Symposium held in conjunction with the Sixth Session of the IPFC Working Party on Fish Technology and Marketing. RMIT, Melbourne, Australia, 23-26 October 1984. FAO: 123-132.
- Heruwati, E.S. 2005. Laporan penelitian penggunaan glyroxyl pada penanganan ikan segar. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, BRKP-DKP. 18 p.
- Hultin, H.O. 1991. Biochemical deterioration of fish muscle. In : Quality assurance in the fish industry. H.H. Huss, M. Jakobsen, and J. Liston, (Eds.). Proceedings of an International Conference, Copenhagen, Denmark, 26-30 August 1991:125-138.
- Huss, H.H. 1988. Fresh fish - Quality and quality changes. A training manual. FAO of the UNO, Rome, 134p.



- Nasran, S. dan R. Arifudin. 1982. Study deterioratif lemuru pada suhu kamar dan suhu dingin. Prosiding Seminar Perikanan Lemuru. S. Nurhakim, Budihardjo dan Suparno (Eds.), Banyuwangi, Java Timur, Indonesia, 18-21 January 1982 : 33-154.
- Pedroza-Menabrito, A. and J.M. Regenstein. 1990. Shelf-life extension of fresh fish-A review Part III-Fish quality and methods of assessment. *J. Food Qual.* 13: 209-223.
- Rubbi S.F., M. Muslemuddin, Majeda Begum, S. S. Johan and A.T.A. Ahmed. 1985. Handling of six species of fresh fish of Bangladesh. *In* : Spoilage of tropical fish and product development. A. Reilly (Ed.). Symposium held in conjunction with the Sixth Session of the IPFC Working Party on Fish Technology and Marketing. RMIT, Melbourne, Australia, 23-26 October 1984. FAO: 108-122.
- Siang, N.C. and L.L. Kim. 1992. Determination of trimethylamine oxide (TMAO-N), trimethylamine (TMA-N), total volatile basic nitrogen (TVB-N) by Conway's microdiffusion method. (1% boric acid and 0.02N hydrochloric acid). *In* : Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedures for Fish and Fish Products. 2nd Ed. K. Miwa, and L.S. Ji., (Eds.). Marine Fish. Res, Dep., SEAFDEC, Singapore. p. B-8.1-B-8.5.
- Sikorski Z.E., A. Kolakowska and J.R. Burt. 1990. Postharvest biochemical and microbial changes. *In* : Seafood: resources, nutritional composition and preservation. Z.E. Sikorski (Ed.). CRC Press Inc., Boca Raton, FL. 55-75.
- Sikorski, Z.E. and B.S. Pan. 1994. Preservation of seafood quality. *In* : Seafoods chemistry, processing technology and quality. F. Shahidi and J.R. Botta (Eds.). Chapman & Hall. Glasgow. 168-196.
- Tap, S.H.M. 2002. The microbicidal effect of glyoxyl, according to EST for food hygiene. TNO Nutrition and Food Research. Kon-Des Milieutechnologie. Amsterdam. 1-10.