

EFEKTIVITAS DAUN CINCAU HIJAU (*Cyclea barbata* Miers) SEBAGAI ANTIOKSIDAN ALAMI PADA PRODUK JAMBAL PATIN (*Pangasius hypophthalmus*)

Farida Ariyani^{*)}, Nova Susanti Saputri^{**)}, dan Liliek Nurhidayati^{***)}

ABSTRAK

Produk perikanan yang berlemak tinggi seperti jambal patin sangat rentan mengalami kemunduran mutu karena oksidasi. Daun cincau hijau dikenal mengandung senyawa antioksidan alami. Untuk menghambat kemunduran mutu ikan karena oksidasi, serangkaian percobaan menggunakan ekstrak daun cincau hijau dilakukan dengan merendam patin asin dalam ekstrak daun cincau hijau pada konsentrasi 0%; 0,5%; 1,0%; dan 1,5% selama 30 menit sebelum pengeringan. Sebagai kontrol positif digunakan perendaman dalam *Butylated Hydroxy Toluene* (BHT) pada konsentrasi 0,1%, sedangkan untuk kontrol negatif digunakan patin asin tanpa penambahan ekstrak daun cincau hijau. Pengukuran bilangan *Thiobarbituric acid* (TBA), produk berfluoresen (*fluorescent products*), dan penilaian organoleptik dilakukan selama penyimpanan pada suhu kamar, sedangkan pengukuran profil asam lemak tidak jenuh dilakukan pada jambal patin sebelum penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan paling efektif dalam memperlambat proses oksidasi dan dapat diterima panelis adalah perendaman patin asin dalam ekstrak cincau hijau pada konsentrasi 0,5% selama 30 menit dengan nilai TBA 2,0–2,9 $\mu\text{mol/kg}$ ikan, produk berfluoresen 0,21–0,24 $\mu\text{g/g}$ ikan, dan asam lemak tidak jenuh 5,6%.

ABSTRACT: *The effectivity of green cincau leaf extract (Cyclea barbata Miers) as natural antioxidant on dried fermented catfish (Pangasius hypophthalmus). By: Farida Ariyani, Nova Susanti Saputri and Liliek Nurhidayati*

Fish product with high fat content such as dried fermented catfish is easily deteriorated due to oxidation process. Green cincau leaf is known containing natural antioxidant compounds. To inhibit fish deterioration due to oxidation, experiment on the use of green cincau leaf extract has been conducted by immersing salted catfish in green cincau leaf extract at concentration of 0%; 0.5%; 1.0% and 1.5% for 30 minutes before drying. Immersion in Butylated Hydroxy Toluene (BHT) at concentration of 0.1% was used as positive control, while for negative control salted catfish immersed in water without addition of green cincau leaf extract was used. Analysis of Thiobarbituric Acid (TBA) value, fluorescent products value, and organoleptic assessment of dried fermented catfish were carried out during storage at ambient temperature, while the profile of unsaturated fatty acids was analysed on dried fermented catfish before storage. Results showed that the best treatment in slowing down the oxidation process and being accepted by panelists was immersing salted catfish in 0.5% green cincau leaf extract for 30 minutes with TBA value of 2.0–2.9 $\mu\text{mol/kg}$ fish, fluorescent product value of 0.21–0.24 $\mu\text{g/g}$ fish, and unsaturated fatty acid of 5.6%.

KEYWORDS: *dried fermented catfish, green cincau, antioxidant*

PENDAHULUAN

Pengolahan ikan asin merupakan salah satu jenis olahan yang mempunyai peranan penting dalam pemanfaatan hasil tangkapan (Anon., 2006). Salah satu produk ikan asin yang paling digemari serta bernilai ekonomis tinggi adalah jambal roti yaitu ikan asin yang difermentasi. Pada umumnya bahan baku ikan asin jambal adalah ikan manyung (*Arius thalassinus*). Namun dengan berkembangnya budidaya ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*), terbuka peluang untuk pemanfaatan ikan patin sebagai ikan jambal asin, mengingat bahwa ikan patin memiliki daging yang tebal. Di samping itu, ikan patin

memiliki pertumbuhan relatif cepat dan daya tahan terhadap penyakit tinggi sehingga mempunyai prospek budidaya yang baik.

Produk ikan jambal asin merupakan produk olahan yang relatif awet dan mempunyai daya simpan lama dibanding dengan produk olahan tradisional lainnya misalnya produk pindang maupun asap. Meskipun demikian kemunduran mutu ikan asin yang mudah terdeteksi dan mengganggu adalah berkembangnya ketengikan yang disebabkan oleh kerusakan/oksidasi lemak sehingga menimbulkan bau dan rasa tengik pada ikan, terutama untuk ikan asin berkadar lemak tinggi. Perubahan warna ikan asin yang cenderung menjadi coklat selama penyimpanan juga merupakan

^{*)} Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, DKP

^{**)} Alumni dari Fakultas Farmasi, Universitas Pancasila, Jakarta

^{***)} Staf Pengajar pada Fakultas Farmasi, Universitas Pancasila, Jakarta

akibat dari proses oksidasi lemak ikan. Salah satu cara untuk mengurangi kerusakan ikan asin karena oksidasi lemak adalah dengan menambahkan antioksidan selama proses pengolahannya. Dalam penanganan dan pengolahan produk pangan, antioksidan yang biasa digunakan adalah antioksidan sintetis seperti *Butylated Hydroxy Anilin* (BHA) dan BHT. Namun beberapa penelitian menyatakan bahwa antioksidan sintetis berpotensi karsinogenik (Witschi 1986; Thompson & Moldeus, 1988). Oleh karena itu penggunaan antioksidan alami yang relatif lebih aman sangat dianjurkan.

Pada penelitian sebelumnya, diketahui bahwa daun sirih (*Piper betle* Linn) mempunyai potensi dalam menghambat proses oksidasi (Dasgupta & Bratati, 2004; Arambewela *et al.*, 2006) dan aplikasi ekstrak daun sirih pada pengolahan jambal patin mampu menghambat proses oksidasi selama penyimpanan. Meskipun demikian, jambal patin yang dihasilkan menjadi kecoklatan dan berasa getir (Ariyani *et al.*, 2008). Bahan alami lain yang diduga mempunyai aktivitas sebagai antioksidan dan diharapkan tidak memberikan pengaruh negatif pada sifat sensoris produk akhir adalah daun cincau hijau (*Cyclea barbata* Miers). Daun cincau hijau merupakan tanaman yang secara umum banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai makanan dan obat tradisional. Menurut hasil penelitian, cincau mengandung senyawa saponin, alkaloid, polifenol, dan flavonoid (Anon., 2003). Senyawa alkaloid dan polifenol berpotensi sebagai antioksidan (Guinaudeau *et al.*, 1993; Mira, 2000). Oleh karena itu untuk mengetahui efektivitas cincau hijau dalam menghambat proses oksidasi lemak pada ikan asin, dilakukan penelitian aplikasi ekstrak daun cincau hijau untuk menghambat oksidasi lemak pada jambal patin.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) diperoleh dari kolam budidaya di Desa Curug, Kec. Parung, Bogor, sedangkan daun cincau hijau diperoleh dari petak pamer Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITRO) Bogor.

Metode

Preparasi ekstrak daun cincau hijau

Sebelum dilakukan ekstraksi, daun cincau hijau dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran yang menempel, kemudian ditiriskan dan diangin-anginkan pada suhu ruang. Ekstrak kasar dibuat dengan cara maserasi menggunakan akuades. Masing-masing 5, 10 dan 15 g daun cincau yang telah bersih dihaluskan dengan blender, ditambah beberapa

bagian akuades, direndam sambil sesekali diaduk, ditambahkan akuades sampai volumenya 1L, didiamkan selama 15 menit kemudian disaring menggunakan kain nilon.

Pengolahan jambal patin

Ikan patin segar disiangi dengan menghilangkan kepala dan isi perut, kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan sisa darah yang masih menempel pada ikan. Ikan dimasukkan dalam wadah dan dibiarkan selama 6 jam pada suhu ruang sehingga terjadi proses autolisis untuk mendapatkan tekstur jambal yang empuk, kemudian dilakukan penggaraman dengan 30% garam selama 48 jam hingga menjadi patin asin. Setelah penggaraman, patin asin dicuci dan dibelah dari arah punggung sampai ekor, kemudian dilakukan perendaman dalam ekstrak daun cincau hijau dengan konsentrasi 0%; 0,5%; 1,0%; dan 1,5%. Kemudian dilakukan penjemuran hingga menjadi jambal patin, setelah itu dilakukan penyimpanan pada suhu kamar.

Pengamatan dan analisis

Untuk melihat perubahan mutu jambal patin selama penyimpanan, dilakukan pengambilan sampel pada awal percobaan dan setelah 1 dan 2 bulan penyimpanan pada suhu kamar. Pengamatan terhadap sampel jambal patin dilakukan dengan analisis secara organoleptik (warna, bau, dan rasa) dan kimiawi (angka TBA dan angka produk berfluoresen). Analisis terhadap profil asam lemak tidak jenuh pada jambal patin dilakukan sebelum penyimpanan. Analisis organoleptik dilakukan berdasarkan kesukaan (hedonik) dengan skala 1-7 dengan kriteria 1=sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=agak tidak suka, 4=agak suka, 5=suka, 6= sangat suka, dan 7=amat sangat suka. Penentuan angka TBA dilakukan menurut metoda Ramanathan & Das (1992), produk berfluoresen berdasarkan metoda Fletcher *et al.* (1973) dan Lubis (1989) dan profil asam lemak menurut metoda Kinsella *et al.* (1978). Ekstraksi minyak untuk analisis angka produk berfluoresen dan profil asam lemak dilakukan menurut Bligh & Dyer (1959). Percobaan dirancang menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan 2 perlakuan yaitu perbandingan konsentrasi ekstrak daun cincau hijau dan lama penyimpanan dengan 3 ulangan.

HASIL DAN BAHASAN

Perubahan Kimiawi

Angka TBA

Uji TBA digunakan untuk menentukan terjadinya ketengikan. Komponen hasil degradasi lemak yang

biasanya menyebabkan ketengikan akan bereaksi dengan TBA sehingga menghasilkan warna merah. Intensitas warna menunjukkan derajat ketengikan. Sebanding dengan bertambahnya kerusakan lemak, terjadi juga kenaikan angka TBA

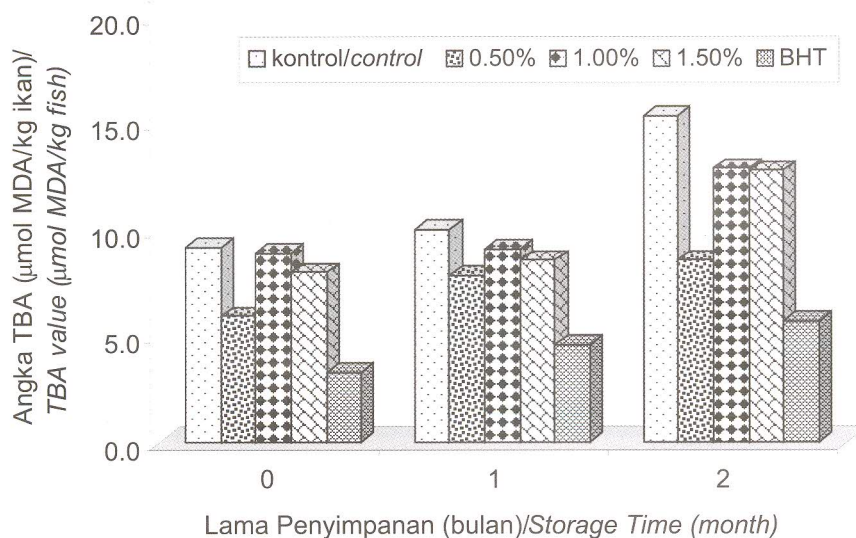
Hasil penelitian memperlihatkan bahwa perlakuan perendaman patin asin dalam ekstrak daun cincau hijau 0,5–1,5% sebelum pengeringan berpengaruh nyata terhadap angka TBA pada jambal patin selama penyimpanan (Gambar 1). Di antara perlakuan, patin asin yang direndam ekstrak cincau 0,5% mempunyai angka TBA paling rendah (5,98–8,60 $\mu\text{mol MDA/kg}$ ikan) dan mendekati angka TBA patin asin dengan perlakuan BHT (3,31–5,71 $\mu\text{mol MDA/kg}$ ikan), sedangkan patin asin kontrol (tanpa perendaman ekstrak cincau ataupun BHT) mempunyai angka TBA paling tinggi (9,19–15,41 $\mu\text{mol MDA/kg}$ ikan). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak air daun cincau hijau dapat menghambat oksidasi lemak pada jambal patin, diduga karena komponen alkaloid, polifenol, dan flavonoid pada daun cincau yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan (Guinaudeau *et al.*, 1993; Mira, 2000). Meskipun demikian, pada konsentrasi yang lebih tinggi, yakni 1% atau lebih efektivitas penghambatan menjadi menurun karena ekstrak daun cincau mulai menggumpal sehingga peresapan zat antioksidan ekstrak daun cincau ke dalam daging ikan terhambat dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak, kecepatan penggumpalan semakin tinggi.

Perubahan Angka TBA selama penyimpanan menunjukkan bahwa sampai dengan penyimpanan 1 bulan, angka TBA cenderung konstan dan pada penyimpanan 2 bulan kenaikan angka TVB terlihat

nyata (Gambar 1). Peningkatan angka TBA tersebut berhubungan dengan peningkatan peroksida sebagai produk awal terbentuknya malonaldehid. Reaksi oksidasi biasanya dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Peroksida dan hidroperoksida pada dasarnya tidak berbau dan berasa, namun, komponen tersebut sangat labil dan dengan cepat teroksidasi lebih lanjut menghasilkan berbagai komponen organik berantai pendek seperti aldehid, keton, asam, dan komponen lain yang berkontribusi pada bau dan rasa tengik (Lundberg 1967, Kinsella *et al.*, 1987). Salah satu komponen yang terdapat dalam ekstrak cincau hijau adalah *bisbenzylisquinoline* yang merupakan alkaloid yang dapat bersifat sebagai antioksidan karena kemampuannya menghambat peroksidasi lipid secara enzimatis (Guinaudeau *et al.*, 1993). Ekstrak air daun cincau hijau juga dinyatakan mempunyai aktivitas sebagai antioksidan dan tidak beracun terhadap sel limfosit manusia (Zakaria-Rungkat *et al.*, 2002).

Produk berfluoresen

Deteksi produk berfluoresen pada panjang gelombang eksitasi/emisi maksimum memberikan nilai yang akurat untuk penilaian oksidasi lipid dan perubahan kualitas ikan selama proses (Aubourg, 2000). Meskipun demikian kadar produk berfluoresen pada ikan bervariasi tergantung kepada jenis ikan maupun cara penanganan dan pengolahannya. Sardin asin kering setelah selesai proses pengeringan mempunyai nilai produk berfluoresen 0,2–0,3 $\mu\text{g/g}$ ikan (Lubis & Buckle, 1990; Ariyani, 1998).



Gambar 1. Perubahan angka TBA jambal patin dengan perlakuan ekstrak daun cincau selama penyimpanan 2 bulan pada suhu ruang.

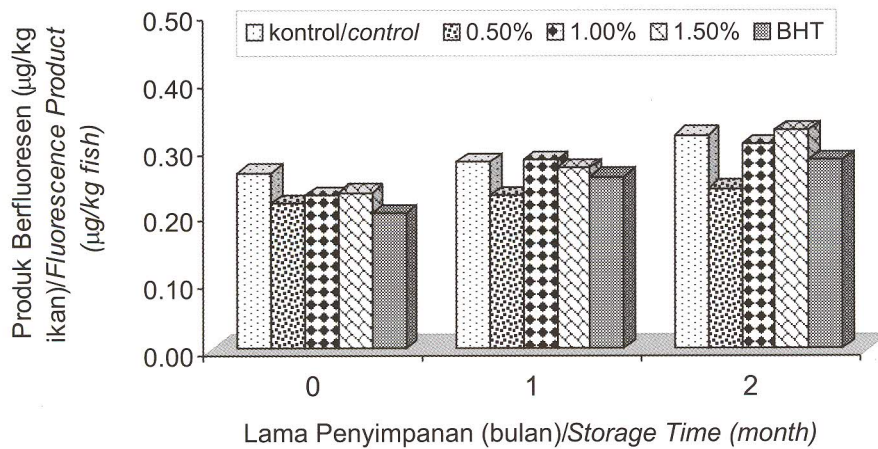
Figure 1. The changes of TBA value of dried fermented catfish treated with cincau leaf extract during 2 months storage at ambient temperature.

Hasil pengukuran produk berfluoresen pada penelitian ini menunjukkan bahwa sebelum penyimpanan nilai produk berfluoresen pada kelompok kontrol lebih tinggi secara nyata dibandingkan perlakuan lain. Pada penyimpanan selanjutnya terlihat bahwa kelompok perlakuan ekstrak daun cincau 0,5% memiliki nilai produk berfluoresen lebih rendah secara nyata dibanding kontrol dan perlakuan lain, sedangkan untuk perlakuan perendaman cincau hijau 1% dan 1,5% relatif sama dengan kontrol (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak cincau hijau pada konsentrasi tertentu mampu menghambat oksidasi lemak pada jambal patin, diduga karena cincau hijau mengandung senyawa yang bersifat sebagai antioksidan (Guinaudeau *et al.*, 1993, Zakaria-Rungkat *et al.*, 2002).

Nilai produk berfluoresen juga terlihat semakin tinggi dengan bertambahnya lama penyimpanan yang berarti bahwa semakin lama penyimpanan, semakin besar tingkat oksidasi lemak yang terjadi sebagaimana dinyatakan oleh Lubis (1989) bahwa kadar produk berfluoresen pada ikan asin kering jenis sardinops dengan penggaraman 22% dan penyimpanan suhu 30° adalah 3,35 µg/g ikan pada minggu ke-0 dan mencapai 12,65 µg/g ikan pada minggu ke-6.

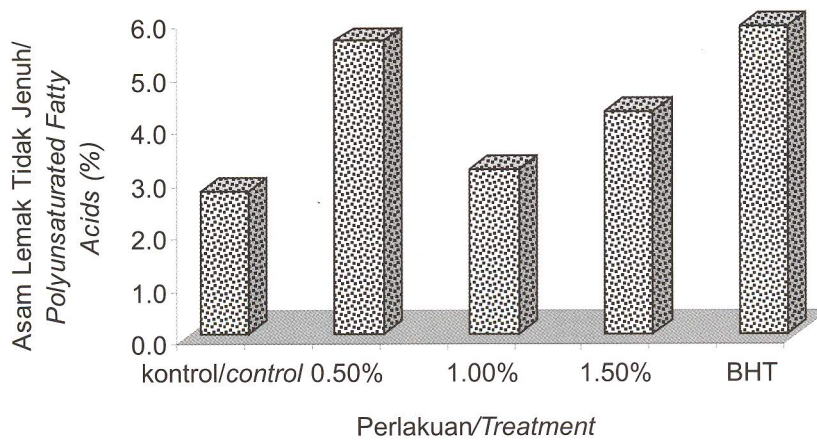
Profil asam lemak

Berdasarkan hasil analisis profil asam lemak terlihat bahwa persentase asam lemak tidak jenuh dari perlakuan cincau 0,5% mendekati kontrol positif (BHT) dan lebih tinggi dari perlakuan lain maupun kontrol negatif (Gambar 3). Menurut Huss (1995)



Gambar 2. Perubahan produk berfluoresen jambal patin dengan perlakuan ekstrak daun cincau selama penyimpanan 2 bulan pada suhu ruang.

Figure 2. The changes of fluorescent products of dried fermented catfish treated with cincau leaf extract during 2 months storage at ambient temperature.



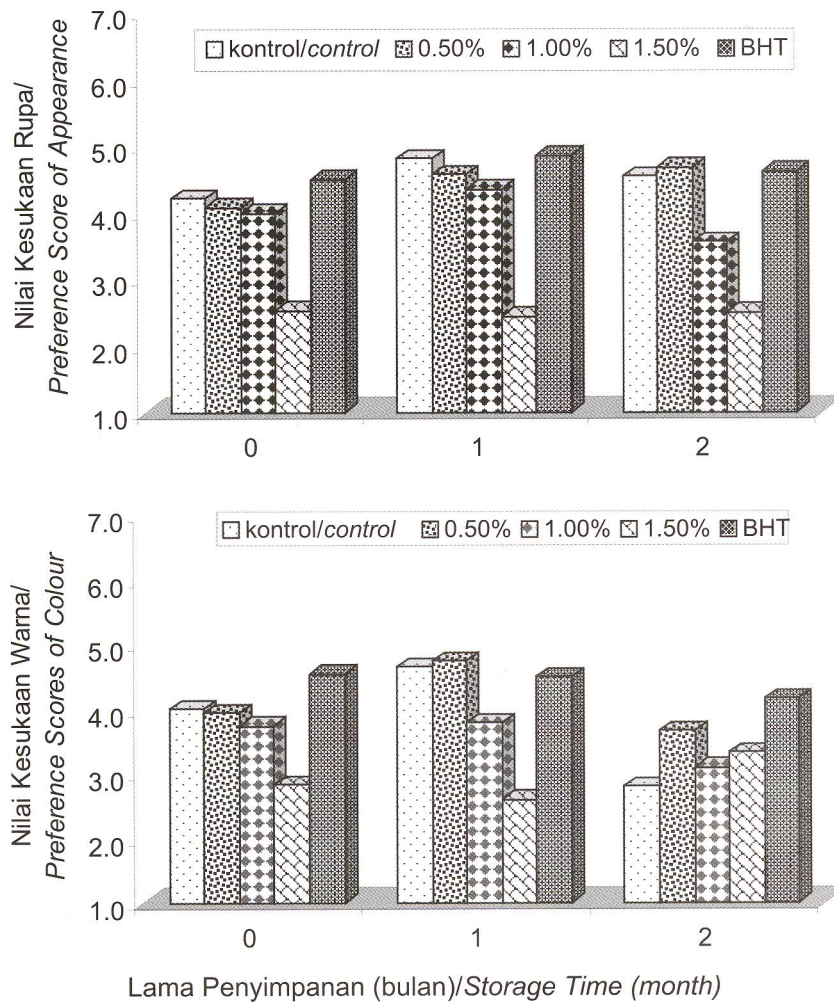
Gambar 3. Persentase asam lemak tidak jenuh pada jambal patin dengan perlakuan ekstrak daun cincau dan kontrol sebelum penyimpanan.

Figure 3. Percentage of polyunsaturated fatty acids on dried fermented catfish treated with cincau leaf extract and control before storage.

kandungan asam lemak tidak jenuh dalam ikan sangat tinggi sehingga oksidasi sangat mudah terjadi melalui mekanisme autokatalitik yang pada tahap inisiasi asam lemak mengalami pemutusan atom hidrogen menghasilkan radikal asam lemak. Radikal asam lemak tersebut bereaksi sangat cepat dengan oksigen membentuk peroksida radikal, dan selanjutnya dapat bereaksi lagi dengan asam lemak lain menghasilkan hidroperoksida. Hidroperoksida mudah terurai menjadi produk auto-oksidasi sekunder yaitu senyawa dengan rantai karbon lebih pendek terutama aldehida, keton, alkohol, asam karboksilat sederhana, dan alkana yang memberikan perubahan bau dan warna pada produk. Komponen alkaloid, polifenol, dan flavonoid pada ekstrak daun cincau hijau diduga mampu menunda maupun menghambat laju oksidasi dengan bertindak sebagai anti-radikal oksigen maupun sebagai antioksidan primer.

Perubahan atribut sensoris

Uji sensori jambal patin yang dilakukan adalah uji kesukaan terhadap atribut kenampakan/rupa, warna dan bau yang dikuantifikasi menjadi 1=sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=agak tidak suka, 4=agak suka, 5=suka, 6= sangat suka, dan 7=amat sangat suka. Hasil uji kesukaan terhadap atribut kenampakan dan warna jambal patin disajikan pada Gambar 4. Pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai kesukaan terhadap kenampakan pada jambal patin dengan perlakuan kontrol, ekstrak daun cincau hijau 0,5% dan BHT hampir sama, sedangkan jambal patin dengan perlakuan ekstrak daun cincau hijau 1,5% paling rendah. Atribut kenampakan merupakan perpaduan bentuk dan kecerahan produk. Mengingat sifat cincau yang mudah menggumpal, maka dengan semakin tinggi konsentrasi cincau, semakin tinggi tingkat



Gambar 4. Perubahan nilai kesukaan atribut rupa dan warna jambal patin dengan perlakuan ekstrak daun cincau selama penyimpanan 2 bulan pada suhu ruang.

Figure 4. The changes of appearance and colour preference scores of dried fermented catfish treated with cincau leaf extract during 2 months storage at ambient temperature.

penggumpalan yang menyebabkan kenampakan pada jambal patin berbentuk hitam dan mengurangi kecerahan produk. Sementara kenampakan jambal patin dengan perlakuan BHT, cerah dan bersih yang hampir sama dengan jambal patin dengan perlakuan ekstrak daun cincau hijau 0,5%. Kenampakan jambal patin dari 0 bulan sampai 2 bulan tidak mengalami perubahan yang nyata.

Sebagaimana hasil penilaian terhadap kenampakan, nilai kesukaan atribut warna pada jambal patin dengan perlakuan ekstrak daun cincau hijau 1,5% paling rendah karena terdapat bintik-bintik berwarna hitam pada permukaan jambal patin akibat menempelnya gumpalan cincau saat perendaman, sedangkan perlakuan yang hampir sama dengan BHT adalah perlakuan ekstrak daun cincau hijau dengan konsentrasi 0,5%. Pada umumnya ikan asin mengalami perubahan warna dari coklat terang menjadi coklat gelap dengan semakin lamanya waktu penyimpanan. Pada penelitian ini perubahan warna ke arah lebih gelap terjadi setelah penyimpanan 2 bulan sehingga menyebabkan penurunan nilai kesukaan terhadap warna jambal patin pada semua perlakuan. Perubahan warna diduga disebabkan oleh kerusakan lemak dalam daging selama penyimpanan. Kerusakan akibat reaksi asam amino dengan senyawa karbonil hasil oksidasi lemak menyebabkan terbentuknya pigmen coklat dan bau tengik yang mencolok (Bligh *et al.*, 1988).

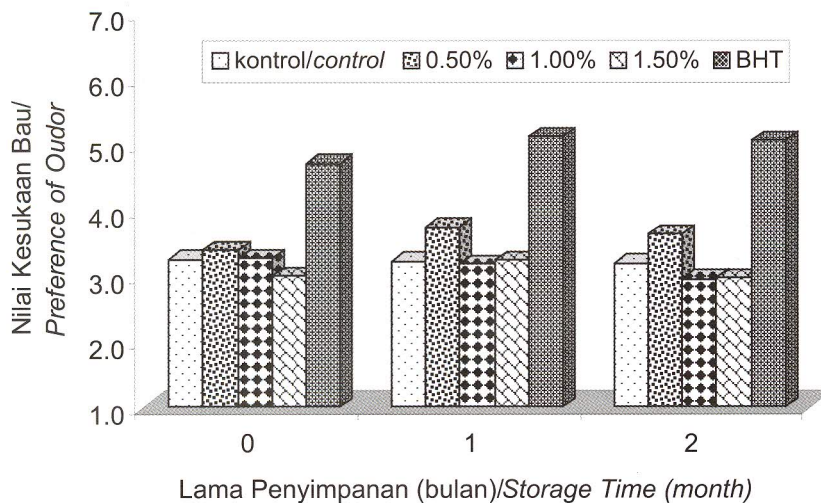
Berdasarkan hasil penilaian terhadap bau jambal patin mentah, terdapat perbedaan nyata antara jambal patin dengan perlakuan BHT dengan jambal patin dengan perlakuan lain. Nilai kesukaan tertinggi terhadap bau diperoleh jambal patin dengan perlakuan

BHT sedangkan di antara perlakuan lain, jambal patin dengan perlakuan ekstrak daun cincau hijau 0,5% mempunyai nilai kesukaan lebih tinggi dibanding dengan perlakuan ekstrak daun cincau hijau 1%, 1,5%, maupun kontrol. Untuk penyimpanan 0 sampai 2 bulan tidak ada perbedaan yang nyata pada bau jambal roti yang berarti bahwa selama penyimpanan tidak terjadi perubahan tingkat kesukaan terhadap bau jambal roti.

Hasil penilaian secara sensoris terhadap atribut kenampakan, warna, dan bau pada jambal patin dengan berbagai perlakuan terlihat mendukung hasil analisis secara kimiawi. Secara keseluruhan, kesukaan panelis terhadap jambal patin masih dimiliki oleh jambal patin dengan perlakuan BHT, diikuti perlakuan ekstrak daun cincau hijau konsentrasi 0,5%, sedangkan kontrol negatif dan perlakuan lain memberikan nilai kesukaan terendah. Meskipun belum seefektif BHT, ekstrak daun cincau hijau pada konsentrasi 0,5% memberikan efektivitas penghambatan dalam proses oksidasi jambal patin yang lebih tinggi dibanding kontrol negatif maupun perlakuan ekstrak daun cincau hijau dengan konsentrasi 1,0% dan 1,5%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uji angka TBA, produk berfluoresen, dan profil asam lemak tidak jenuh, perendaman patin asin dalam ekstrak daun cincau hijau pada konsentrasi 0,5% sebelum pengeringan mampu menghambat oksidasi lemak jambal patin selama penyimpanan. Sebaliknya ekstrak daun cincau hijau pada konsentrasi 1% dan 1,5% kurang efektif



Gambar 5. Perubahan nilai kesukaan atribut bau jambal patin selama penyimpanan 2 bulan pada suhu ruang.

Figure 5. The changes of odour preference scores of dried fermented catfish during 2 months storage at ambient temperature.

dalam menghambat laju oksidasi jambal patin selama penyimpanan.

Berdasarkan hasil uji sensori, jambal patin yang direndam ekstrak daun cincau 0,5% mempunyai nilai kesukaan terhadap warna dan kenampakan yang tidak berbeda dengan BHT, sedangkan jambal patin yang direndam ekstrak daun cincau 1,5% memberikan nilai kesukaan paling rendah untuk semua atribut sensoris.

Perlakuan paling efektif dalam memperlambat proses oksidasi dan dapat diterima panelis adalah perendaman patin asin dalam ekstrak daun cincau hijau pada konsentrasi 0,5% selama 30 menit dengan nilai TBA 2,0–2,9 $\mu\text{mol/kg}$ ikan, produk berfluoresen 0,21–0,24 $\mu\text{g/g}$ ikan, dan asam lemak tidak jenuh 5,6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. Cincau mengatasi panas dalam. [Http://www.republika.co](http://www.republika.co). Diakses pada tanggal 23 Januari 2006.
- Anonim. 2006. *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia*, 2004. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 58 pp.
- Arambewela, L., Arawwawala, M., and Rajapaksa, D. 2006. Piper betle: a potential natural antioxidant. Original Article. *International Journal of Food Science Supl.* 41: 10–14.
- Ariyani, F. 1998. *Effect of Raw Material Quality on Lipids and Flavour Characteristics of Dried Salted Sardines*. Thesis. Department of Food Science and Technology. Faculty of Applied Science. The University of New South Wales. 227 pp.
- Ariyani, F., Amin, I., Fardiaz, D., dan Budiyanto, S. 2008. Aplikasi ekstrak daun sirih (*Piper betle* Linn) dalam menghambat oksidasi lemak jambal patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3(2): 157–169.
- Aubourg, S.P. 2000. Assessment of antioxidant effectiveness on thermally treated marine lipids by fluorescence detection. *Eur Food Res Technol.* 211: 310–315.
- Bligh, E.G. and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37(8): 911–917
- Bligh, E.G., Shaw, S.J., and Woyewoda, A.D. 1988. Effects of drying and smoking on lipids of fish. In Burt, J.R. (ed.). *Fish Smoking and Drying. The Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish*. Elsevier Appl. Sci., London. p. 41–52
- Dasgupta, N. and Bratati, D. 2004. Antioxidant activity *Piper betle* L. leaf extract invitro. *Food Chemistry*. 88(2): 219–224
- Fletcher, B.L., Dillard, C.J., and Tappel, A.L. 1973. Measurement of fluorescent lipid peroxidation products in biological systems and tissues. *Analytical Biochemistry*. 52: 1–9
- Guinaudeau, Lin, L.Z., Ruangrusi, N., and Cordell, G.A. 1993. Bisbenzylisoquinoline Alkaloids from *Cyclea barbata*. *J. Nat Prod.* 56(11): 1989–1992.
- Huss, H.H. 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. *FAO Fisheries Technical Paper*. 348. FAO of the UNO, Rome. 195 pp.
- Kinsella, J.E., Shimp, J.L., and Mai, J. 1978. The proximate and lipid composition of several species of freshwater fish. *Food Sciences*. 69(2): 1–20.
- Kinsella, J.E. 1987. *Seafoods and Fish Oils in Human Health and Disease*. Marcel Dekker, Inc., New York. 317 pp.
- Lubis, Z. 1989. *Studies on the Stability of Lipids in Dried Salted Sardines*. Thesis. Department of Food Science and Technology, School of Applied Bioscience, Faculty of Applied Science. The University of New South Wales.
- Lubis, Z. and Buckle, K.A. 1990. Rancidity and lipid oxidation of dried-salted sardines. *Int. J. Food Sci. Technol.* 25: 295–303.
- Lundberg, W.O. 1967. General deterioration reactions. Stansby, M.E. (ed.) *Fish Oils: Their Chemistry, Technology, Stability, Nutritional Properties and Uses*. London: The Avi Pub. Co. p. 141–147
- Mira. 2000. *Mempelajari Efek Penghambatan Ekstrak Tanaman Cincau Hijau (Cyclea barbata L. Miers) Terhadap Reaksi Alergi pada Mencit (BALB/c)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor. p. 5–8.
- Ramanathan, L. and Das, N.P. 1992. Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. *J. Agric. Food Chem.* 40(1): 17–21.
- Thompson, D. and Moldeus, P. 1988. Cytotoxicity of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene in isolated rat hepatocytes. *Biochem Pharmacol.* 37: 2201–2207.
- Zakaria-Rungkat, F., Koesitoresmi, A., and Palupi, N. 2002. Leaf and stalk water extracts of *Cyclea barbata* L Miers) have antioxidant activity and non toxic to human lymphocyte cells. *National Seminar on Recent Issues in Food Safety*. Srikandi Foundation, IPB, Bogor (Indonesia).
- Witschi, H.P. 1986. Enhanced tumour development by butylated hydroxytoluene (BHT) in the liver, lung and gastro-intestinal tract. *Food Chem Toxicol.* 24: 1127–1130.