

OPTIMASI ANTIOKSIDAN DENGAN LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA PADA TELUR INFERTIL SISA HASIL PENETASAN

(Optimization of antioxidants with different fermentation time in the salvage industry infertile
eggs hatching)

Rajma Fastawa,¹, Nahariah², Fatma Maruddin³

¹) Alumni Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar

²) Laboratorium Daging dan Telur, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar

³) Laboratorium Bioteknologi Susu, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar

e-mail: nahariah11@gmail.com

ABSTRACT

The eggs infertile is one alternative food to meet the nutritional needs and other benefits of eggs. The study aims to determine the effect of different fermentation time of the optimization efforts antioxidants in infertile eggs hatching the remaining results. The study design used a completely randomized design (CRD) with three treatments and five replications. Study treatment was 0, 2 and 4 days. Materials used are infertile eggs hatching period of 18 days as many as 45 items. The parameters measured were the antioxidant activity, the concentration of antioxidants and thiobarbituric acid (TBA) and fat content. The results showed that the antioxidant activity in the rest of the infertile eggs hatching industry results highly significant effect increases with the length of fermentation consecutive 0 days amounted to 87.44%, amounting to 96.75% 2 days and 4 days amounted to 99.38%. The concentration of antioxidants in infertile eggs hatching salvage industry very significantly decreased with increasing fermentation time consecutive 0 days of 11.56%, 2 days of 10.66% and 4 days of 11.11%. TBA value (malonaldehid mg/10 mg) in infertile eggs hatching salvage industry very significantly decreased with increasing fermentation time consecutive 0 days of 0,09, 2 days of 0.08 and 4 days of 0.05. The percentage of fat in infertile eggs hatching salvage industry very significantly decreases with increasing length of fermentation consecutive days 0 of 11.56%, 2 days of 10.66% and 4 days of 11.11%. Fermentation for 2 days to optimize the rest of antioxidants in the eggs infertile hatching results.

Key words: Infertile eggs, Fermentation time, *Lactobacillus plantarum*, Antioxidants

ABSTRAK

Telur infertil merupakan salah satu alternatif pangan yang dapat memenuhi kebutuhan gizi dan manfaat lain dari telur. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi yang berbeda terhadap upaya optimasi antioksidan pada telur infertil sisa hasil penetasan. Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan, dan 5 kali ulangan. Perlakuan penelitian adalah 0, 2 dan 4 hari. Bahan yang digunakan adalah telur infertil masa penetasan 18 hari sebanyak 45 butir. Parameter yang diamati adalah aktivitas antioksidan, konsentrasi antioksidan dan thiobarbituric acid (TBA) dan kadar lemak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pada telur infertil sisa hasil industri penetasan berpengaruh sangat nyata meningkat sejalan dengan bertambahnya lama fermentasi berturut-turut 0 hari sebesar 87,44%, 2 hari sebesar 96,75% dan 4 hari sebesar 99,38%. Konsentrasi antioksidan pada telur infertil afkir industri penetasan berpengaruh sangat nyata menurun sejalan dengan bertambahnya lama fermentasi berturut-turut 0 hari sebesar 11,56%, 2 hari sebesar 10,66% dan 4 hari sebesar 11,11%. Nilai TBA (malonaldehid mg/10 mg) pada telur infertil afkir industri penetasan berpengaruh sangat nyata menurun sejalan dengan bertambahnya lama fermentasi berturut-turut 0 hari sebesar 0,09, 2 hari sebesar 0,08 dan 4 hari sebesar 0,05. Persentase lemak pada telur infertil afkir industri penetasan berpengaruh sangat nyata menurun sejalan dengan bertambahnya lama fermentasi berturut-turut 0 hari 11,56%, 2 hari 10,66% dan 4 hari 11,11%. Fermentasi selama 2 hari dapat mengoptimasi antioksidan pada telur infertil sisa hasil penetasan.

Kata Kunci: Telur infertil, Penetasan, Lama Fermentasi, *Lactobacillus plantarum*, Antioksidan

PENDAHULUAN

Telur merupakan produk peternakan yang memberikan sumbangan terbesar bagi tercapainya kecukupan gizi masyarakat. Telur dapat diperoleh dari peternakan ayam komersil maupun telur hasil limbah penetasan. Industri penetasan dapat menghasilkan telur ayam yang tidak fertil atau infertil. Telur infertil merupakan telur yang tidak dibuahi oleh pejantan sehingga tidak dapat menetas dalam proses penetasan.

Telur infertil dapat dimanfaatkan sebagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan gizi. Nimalaratne *et al.* (2011) menambahkan bahwa telur mengandung antioksidan yang sangat bermanfaat bagi tubuh. Antioksidan dapat mencegah penyakit dengan menangkal radikal bebas yang dapat merusak sel didalam tubuh. Telur memiliki potensi sebagai antioksidan meskipun nilainya masih dibawah 10% (Nahariah *et al.*, 2014. Penelitian Ubba (2015) menunjukkan adanya potensi telur infertil yang telah mengalami proses pemanasan dalam mesin tetas menghasilkan aktivitas antioksidan sebesar 77,99%.

Nahariah *et al.* (2013) menyatakan bahwa fermentasi dimanfaatkan sebagai bahan fungsional yang baik untuk kesehatan, memudahkan penyerapan, memperpanjang masa simpan produk, dan sebagai salah satu metode untuk pengembangan produk. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa fermentasi dapat meningkatkan antioksidan dan mengurangi ketengikan (Yang, 2000; Dordevic, 2009; dan Chu, 2005). Proses fermentasi diharapkan mampu meningkatkan nilai manfaat telur infertil, khususnya peningkatan nilai antioksidan.

Teknologi fermentasi pada bahan pangan dengan menggunakan mikroba telah banyak dilakukan seperti bakteri jenis *Lactobacillus*. Pemanfaatan bakterijenis *Lactobacillus* antara lain *L. helveticus*, *L. bulgaricus*, *L. plantarum* maupun kombinasi dari berbagai jenis *Lactobacillus* telah banyak dilakukan pada produk pangan (Nahariah *et al.*, 2013). Namun, penelitian menggunakan teknologi fermentasi menggunakan *L. plantarum* untuk meningkatkan nilai potensi telur infertil sisa hasil industri penetasan yang memiliki aktivitas antioksidan belum banyak dilakukan. Lama fermentasi menentukan produk akhir fermentasi sehingga perlu melakukan penelitian lama fermentasi yang dapat mengoptimasi aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai optimasi antioksidan dengan lama fermentasi

yang berbeda pada telur infertil afkir industri penetasan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi yang berbeda terhadap optimasi antioksidan pada telur infertil afkir industri penetasan. Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai sumber informasi ilmiah baik bagi mahasiswa, dosen, masyarakat, dan industri penetasan mengenai penentuan lama fermentasi yang tepat untuk menghasilkan antioksidan yang optimal pada telur infertil.

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah telur infertil masa penetasan 18 hari yang diperoleh dari PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk. cabang Maros sebanyak 45 butir. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan, dan 5 kali ulangan (Gaspersz, 1991). Perlakuan penelitian adalah waktu fermentasi 0, 2 dan 4 hari.

Propogasi kultur.

Lactobacillus plantarum FNCC 0027 diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Pusat studi Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Kultur disimpan pada media *de Man Ragosa Sharpe* (MRS) agar. Pembuatan sub kultur dilakukan dengan menanam *culture stock* ke dalam media cair *MRS broth* yang telah ditambahkan ekstrak tomat 20% dan diinkubasi selama 24 jam (Pramono *et al.*, 2003). Sub kultur tersebut diinokulasikan sebanyak 10% ke dalam putih telur dan 20% ekstrak tomat untuk menghasilkan kultur kerja (Nahariah *et al.*, 2013).

Preparasi sampel.

Telur dipisahkan dari kulitnya kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel sebanyak 100 ml selanjutnya disterilisasi dengan *PCR Hood* selama 15 menit. Sampel yang telah steril ditambahkan kultur kerja sebanyak 10 ml dan selanjutnya dihomogenkan dengan *tube shaker* (Nahariah *et al.*, 2015), sampel selanjutnya difermentasi sesuai perlakuan penelitian.

Parameter yang diamati

Parameter yang diamati antara lain: aktivitas antioksidan (Nahariah *et al.*, 2014), konsentrasi antioksidan (Nahariah *et al.*, 2014) dan thiobarbituric acid (TBA) (Ubba, 2015) dan kadar lemak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi fermentasi dilakukan pada telur infertil afkir industri penetasan dengan menggunakan bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum*. Lama waktu fermentasi dapat mempengaruhi jumlah serta aktivitas dari bakteri tersebut, sehingga memungkinkan untuk mempengaruhi aktivitas dan konsentrasi antioksidan, kadar lemak dan nilai TBA.

Aktivitas antioksidan

Hasil uji aktivitas antioksidan dengan metode *diphenyl-picrylhydrazyl* (DPPH) disajikan pada Gambar 1. Persentase rata-rata aktivitas antioksidan pada telur infertil afkir industri penetasan berpengaruh sangat nyata meningkat sejalan dengan bertambahnya lama fermentasi berturut-turut 0 hari $87,44 \pm 0,94\%$, 2 hari $96,75 \pm 4,64\%$ dan 4 hari $99,38 \pm 0,28\%$. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi dengan bakteri *L. plantarum* dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Peningkatan tersebut di duga akibat perombakan senyawa-senyawa struktural seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi lebih sederhana yang disebabkan oleh aktivitas metabolisme dari bakteri *L. plantarum*. Molin (2010) *L. plantarum* secara umum merombak karbohidrat serta dapat mendegradasi senyawa struktural seperti protein dan lemak. Menurut Primurdia *et al.*, (2014) peningkatan aktivitas antioksidan sejalan dengan peningkatan total fenol dan flavanoid dalam bahan yang difermentasi dengan bakteri *L. plantarum*.

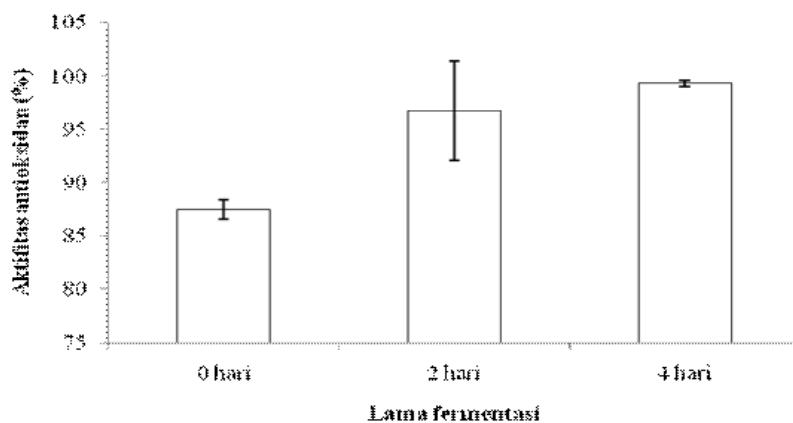
Perombakan protein menjadi senyawa-senyawa peptida menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan, karena sebagian besar

gugus peptida memiliki sifat antioksidan (Bertrand *et al.*, 2011; Nahariah *et al.*, 2014). Perombakan senyawa kompleks menjadi asam laktat oleh bakteri asam laktat yang bersifat sinergesis dengan memberikan elektron pada radikal bebas sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan (Primurdia *et al.*, 2014; Nahariah *et al.*, 2015).

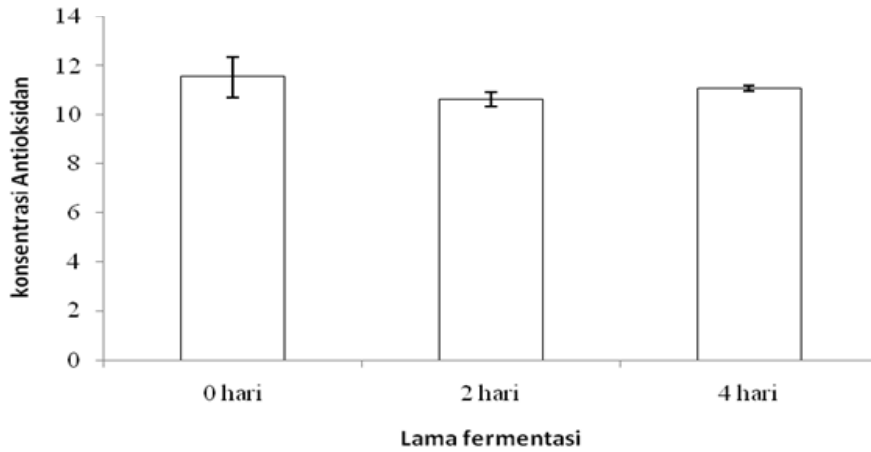
Hasil uji beda nyata LSD menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pada perlakuan lama fermentasi 0 hari berbeda nyata dengan fermentasi 2 hari dan fermentasi 4 hari, sedangkan fermentasi 2 hari tidak berbeda dengan fermentasi 4 hari. Hal ini terjadi di duga karena jumlah senyawa struktural pada telur telah terurai secara optimal pada lama fermentasi 2 hari, sehingga jumlah senyawa yang terurai tidak bertambah pada lama fermentasi 4 hari. konsentrasi yang sama tersebut menghasilkan aktivitas antioksidan yang sama pula. Hal ini sesuai dengan pendapat Tristanto *et al.* (2014); dan Molyneux (2004) salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya aktivitas antioksidan dalam suatu bahan yaitu senyawa penyusun bahan itu sendiri.

Konsentrasi antioksidan

Konsentrasi antioksidan pada telur infertil afkir industri penetasan dengan lama fermentasi yang berbeda disajikan pada Gambar 2. Konsentrasi antioksidan pada telur infertil afkir industri penetasan berpengaruh sangat nyata menurun sejalan dengan bertambahnya lama fermentasi berturut-turut 0 hari $11,56 \pm 0,81$, 2 hari $10,66 \pm 0,30$ dan 4 hari $11,11 \pm 0,10$. Hal ini diduga akibat peningkatan asam laktat dari hasil aktivitas metabolisme bakteri *L. plantarum*. Menurut Anggraini (2007) semakin



Gambar 1. Aktivitas antioksidan pada telur infertil afkir industri penetasan dengan lama fermentasi yang berbeda



Gambar 2. Konsentrasi antioksidan pada telur infertil afkir industri penetasan dengan lama fermentasi yang berbeda

tinggi nilai asam maka semakin rendah konsentrasi antioksidan. Namun penurunan ini dapat mengoptimalkan aktivitas antioksidan. Menurut Gordon (1990) antioksidan dengan konsentrasi yang terlalu tinggi khususnya untuk antioksidan golongan fenolik justru mengakibatkan terjadinya prooksidan atau lenyapnya kemampuan antioksidan.

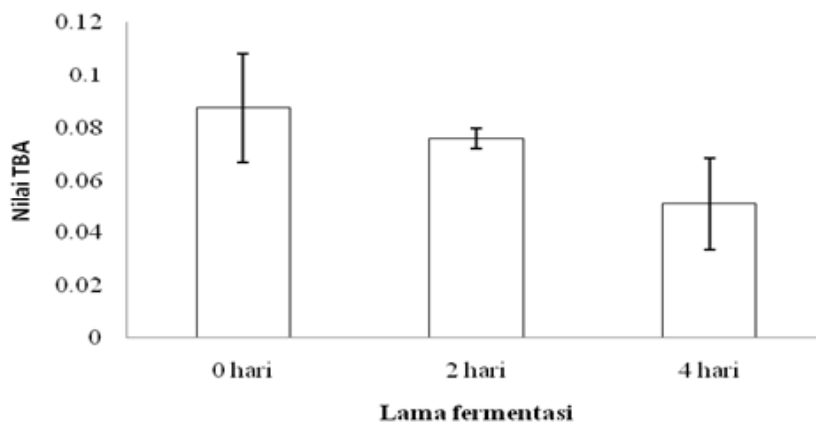
Hasil uji beda nyata LSD menunjukkan bahwa konsentrasi antioksidan pada perlakuan lama fermentasi 0 hari berbeda nyata dengan fermentasi 2 hari dan fermentasi 4 hari, sedangkan fermentasi 2 hari tidak berbeda dengan fermentasi 4 hari. Hal ini terjadi di duga karena jumlah senyawa yang pada telur telah terurai secara optimal pada lama fermentasi 2 hari, sehingga jumlah senyawa yang terombak tidak bertambah pada lama fermentasi 4 hari. Hal ini sesuai dengan pendapat Zubaidah *et al.* (2010) *Lactobacillus plantarum* dapat mengurai bahan kompleks dalam suatu bahan dalam

waktu 48 jam. Lama waktu yang di butuhkan bakteri dalam mengurai suatu bahan di pengaruhi oleh komposisi dari bahan tersebut.

Thiobarbituric Acid (TBA)

Hasil Uji TBA pada telur infertil afkir industri penetasan dengan lama fermentasi yang berbeda disajikan pada Gambar 3. Nilai TBA pada telur infertil afkir industri penetasan berpengaruh sangat nyata menurun sejalan dengan bertambahnya lama fermentasi berturut-turut 0 hari $0,08756 \pm 0,02$, 2 hari $0,0759 \pm 0,00$ dan 4 hari $0,05116 \pm 0,05$. Penurunan nilai TBA ini disebabkan karena penurunan oksidasi lemak akibat peningkatan antioksidan pada telur infertil tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Mudawaroch dan Sulfanita (2012) bahwa sifat antioksidan dapat menunda atau menghambat oksidasi lemak. Terhambatnya oksidasi lemak akan menunjukkan penurunan nilai TBA.

Nilai TBA pada telur infertil tidak



Gambar 3. Nilai TBA pada telur infertil afkir industri penetasan dengan lama fermentasi yang berbeda

melebihi ambang batas yang ditentukan. Hal ini disebabkan karena dalam telur itu sendiri terdapat antioksidan yang mampu menghambat proses oksidasi lemak. Hal ini sesuai pernyataan yang dikemukakan Febrina (2012), bahwa batas ambang nilai TBA yaitu 1-2 mg/kg dan nilai rata-rata TBA berpengaruh dengan waktu pengeraman yang disebabkan oleh perubahan fisik telur yang mengalami proses oksidasi lemak yang dapat meningkatkan nilai TBA.

Hasil uji beda nyata LSD menunjukkan bahwa nilai TBA pada perlakuan lama fermentasi 0 hari berbeda nyata dengan fermentasi 2 hari dan fermentasi 4 hari, sedangkan fermentasi 2 hari tidak berbeda dengan fermentasi 4 hari. Hal ini terjadi karena adanya hubungan antara nilai TBA dengan aktivitas antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pada fermentasi 2 hari sama dengan fermentasi 4 hari. Nawar (1996) menyatakan nilai absorbansi Thiobarbituric Acid (TBA) untuk mengetahui kemampuan antioksidan dalam menghambat laju reaksi terminasi pada proses oksidasi lipid.

Kadar lemak

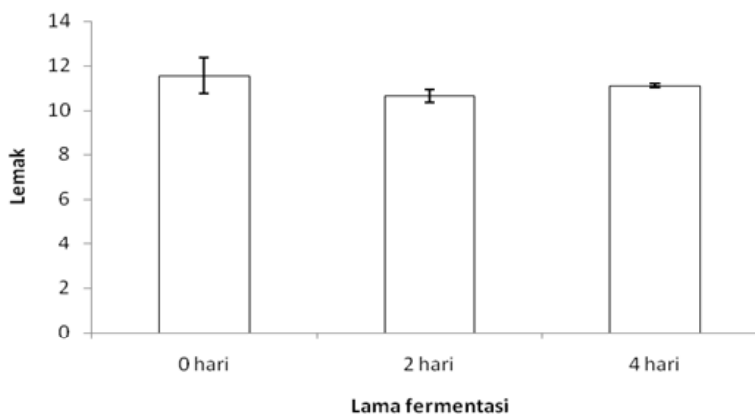
Hasil pengujian kadar lemak pada telur infertil afkir industri penetasan dengan lama fermentasi yang berbeda disajikan pada Gambar 4. Persentase lemak pada telur infertil afkir industri penetasan berpengaruh sangat nyata menurun sejalan dengan bertambahnya lama fermentasi berturut-turut 0 hari $11,5598 \pm 0,81\%$, 2 hari $10,6586 \pm 0,30\%$ dan 4 hari $11,1094 \pm 0,10\%$. Penurunan kadar lemak terjadi diduga karena aktivitas bakteri serta lama penyimpanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Ketaren (1986). Ketengikan (*rancidity*) merupakan kerusakan atau perubahan bau dan flavor dalam lemak

atau bahan pangan berlemak. Kemungkinan kerusakan atau ketengikan dalam lemak, dapat disebabkan oleh 4 faktor yaitu: 1). Absorpsi bau oleh lemak, 2). Aksi oleh enzim dalam jaringan bahan mengandung lemak, 3). Aksi mikroba dan 4). Oksidasi oleh oksigen udara atau kombinasi dari dua atau lebih dari penyebab kerusakan tersebut. Menurut Gordon (1990) Mekanisme oksidasi lemak dipengaruhi kondisi oksidasi, yaitu temperatur, katalis, tipe asam lemak, distribusi dan bentuk ikatan ganda, serta jumlah oksigen yang tersedia.

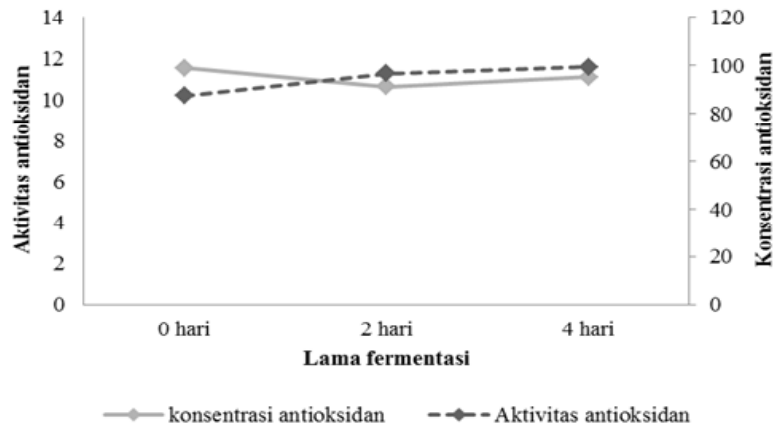
Fermentasi 0 hari mengandung rata 11,55 % namun pada fermentasi 2 dan 4 hari mengalami penurunan sekitar 0.4%-0.8%. Jumlah penurunan lemak ini lebih rendah di bandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Handayani dan Sustrawan (2012) fermentasi dengan bakteri *L. plantarum* pada minuman okara selama 48 jam dapat menurunkan lemak sekitar 8,84 % .

Rendahnya penurunan lemak dalam bahan tersebut diduga karena adanya peningkatan aktivitas antioksidan. Hal ini sesuai dengan pendapat Winarno (2002) bahwa kecepatan oksidasi tergantung pada jenis asam lemaknya, adanya antioksidan, prooksidan (katalis) dan faktor-faktor lainnya.

Hasil uji beda nyata LSD menunjukkan bahwa kadar lemak pada perlakuan lama fermentasi 0 hari berbeda nyata dengan fermentasi 2 hari dan fermentasi 4 hari, sedangkan fermentasi 2 hari tidak berbeda dengan fermentasi 4 hari. Hal ini terjadi di duga karena jumlah kadar lemak pada telur tersebut telah terurai secara optimal pada lama fermentasi 2 hari, sehingga jumlah kadar lemak yang terombak tidak berubah pada lama fermentasi 4 hari. Hal ini sesuai dengan pendapat Setioningsih *et al.*(2004) *Lactobacillus*



Gambar 4. Persentase lemak pada telur infertil afkir industri penetasan dengan lama fermentasi yang berbeda



Gambar 5. Hubungan antara aktivitas antioksidan dan konsentrasi antioksidan

plantarum dapat mengurai bahan kompleks seperti karbohidrat, lemak dan protein dalam suatu bahan dalam waktu 48 jam (Nahariah *et al.*, 2015).

Hubungan antara aktivitas antioksidan dan konsentrasi antioksidan

Hasil penelitian (Gambar 5) menunjukkan adanya hubungan yang berbanding terbalik antara aktivitas antioksidan dan konsentrasi antioksidan dengan lama fermentasi yang berbeda.

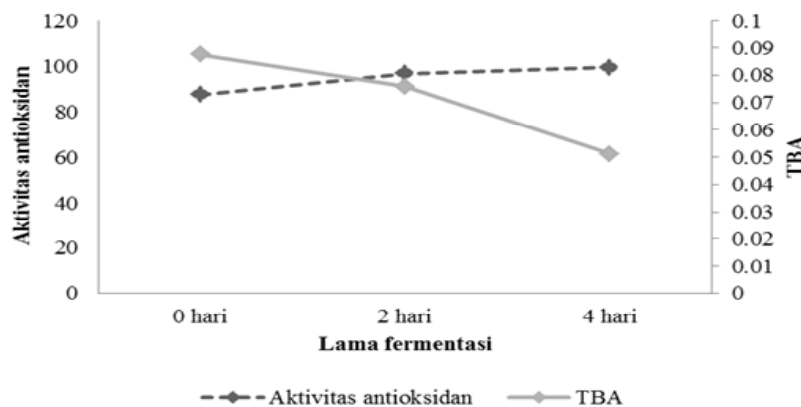
Aktivitas antioksidan semakin meningkat sedangkan konsentrasi antioksidan semakin menurun sejalan dengan bertambahnya lama fermentasi. Menurut, Tristanto *et al.*, (2014); dan Molyneux (2004) bahwa semakin besar konsentrasi antioksidan mengakibatkan aktivitas antioksidan semakin kecil. antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas tersebut dapat diredam. Semakin tinggi konsentrasi antioksidan semakin padat molekul, sehingga

elektron dari antioksidan tersebut tidak dapat bereaksi dengan radikal bebas.

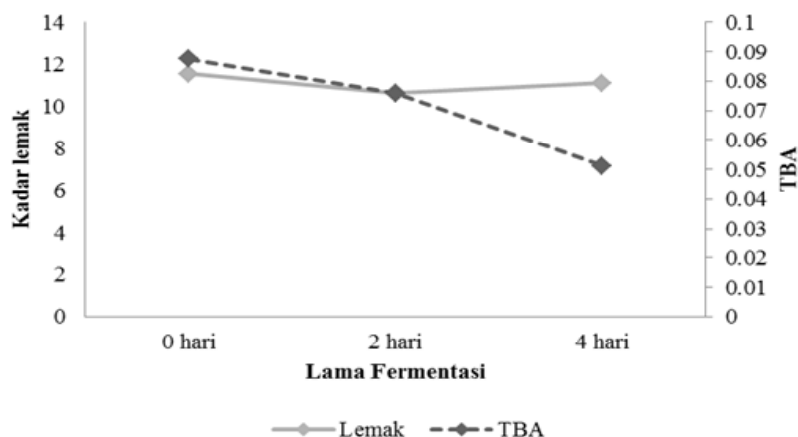
Konsentrasi yang lebih rendah dari antioksidan mengakibatkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi. Konsentrasi antioksidan pada telur ayam kampung lebih tinggi dibandingkan ayam ras karena kandungan proteinnya tinggi, tetapi hal tersebut mengakibatkan aktivitas antioksidan menjadi lebih rendah (Nahariah *et al.*, 2014). Besar konsentrasi antioksidan yang ditambahkan dapat berpengaruh pada laju oksidasi. Pada konsentrasi tinggi, aktivitas antioksidan grup fenolik sering lenyap bahkan antioksidan tersebut menjadi prooksidan (Anggraini, 2007).

Hubungan antara aktivitas antioksidan dan nilai TBA

Hasil penelitian (Gambar 6) menunjukkan adanya hubungan yang berbanding terbalik antara aktivitas antioksidan dan nilai TBA dengan lama fermentasi yang berbeda. Aktivitas antioksidan semakin meningkat sedangkan nilai TBA semakin menurun sejalan dengan



Gambar 6. Hubungan antara aktivitas antioksidan dan nilai TBA



Gambar 7. Hubungan antara nilai TBA dengan kadar lemak

bertambahnya lama fermentasi. Menurut (Karseno *et al.*, 2013) malonaldehid berbanding terbalik terhadap aktivitas antioksidan. Semakin tinggi nilai absorbansi berarti aktivitas antioksidannya semakin rendah. Malonaldehid (MDA) adalah salah satu senyawa aldehid yang dihasilkan dari reaksi oksidasi lemak. Nilai malonaldehid diperoleh dengan melakukan pengujian menggunakan Thiobarbituric Acid (TBA) untuk mengetahui kemampuan antioksidan dalam menghambat laju reaksi terminasi pada proses oksidasi lipid. Malonaldehid memiliki rumus kimia $\text{CH}_2(\text{CHO})_2$ (Zakaria, 1996).

Nawar (1996), mekanisme pembentukan malonaldehid yaitu pada saat reaksi inisiasi atom H pada gugus metilen asam lemak yang teroksidasi akan lepas. Kemudian radikal lipid akan terkonjugasi dan akan bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksil, serta bereaksi dengan asam lemak yang lain dan akhirnya akan terjadi pemutusan pada gugus terkonjugasi disertai terbentuknya radikal lipid yang lain.

Hubungan antara nilai TBA dengan kadar lemak

Hasil penelitian (Gambar 7) menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus antara nilai TBA dan kadar lemak dengan lama fermentasi yang berbeda.

Kadar lemak berbanding lurus dengan nilai TBA yaitu semakin menurun nilai TBA semakin menurun pula kadar lemak sejalan dengan bertambahnya lama fermentasi. Thiobarbituric Acid (TBA) untuk mengetahui kemampuan antioksidan dalam menghambat laju reaksi terminasi pada proses oksidasi lemak. Hal ini sesuai dengan pendapat Mudawaroch

dan Sulfanita (2012) bahwa sifat antioksidan dapat menunda atau menghambat oksidasi lemak. Terhambatnya oksidasi lemak akan menunjukkan penurunan nilai TBA.

KESIMPULAN

Proses fermentasi yang dilakukan telur infertil afkir industri penetasan dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, menurunkan konsentrasi antioksidan, nilai TBA dan persentase lemak sejalan dengan bertambahnya waktu fermentasi dan optimal pada 2 hari fermentasi

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, A. 2007. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Antioksidan Terhadap Ketahanan Oksidasi Biodiesel dari Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Teknologi Bogor. Bogor.
- Bertrand, P, C.P Ting, Y. Mine, L.R. Juneja, T. Okubo, S. F. Gauthier and Y. Pouliot. 2011. Comparative composition and antioxidant activity of peptide fractions obtained by ultrafiltration of egg yolk protein enzymatic hydrolysates. 1, 149-161; doi:10.3390/membranes1030149
- Chu, S., C. Chen. 2006. Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. Food Chemistry. 98 : 502-507.
- Dordevic, M. T., S. S. Šiler-Marinkovic, S. I. Dimitrijević-Brankovic. 2009. Effect of fermentation on antioxidant properties of some cereals and pseudo cereals. Food Chemistry. 119 : 957-963.

- Febrina, R. N. R. 2012. Pengaruh Tingkat Penambahan Nanas (*Ananas comosu*) dan Lama Penyimpanan terhadap Tingkat Oksidasi Lemak dan Perubahan Kualitas Dendeng Giling Daging Sapi. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Gaspersz, V. 1991. Metode Rancangan Percobaan. Armico. Bandung.
- Gordon MH. 1990. The Mechanism of antioksidant Activity In Vitro. Di dalam: B.J.F. Hudson (ed). Food Antioxidants. London: Elsevier Appl Sci.
- Handayani, I dan B. Sustrawan. 2012. Potensi *Lactobacillus acidophilus* dan *Lactobacillus plantarum* untuk penurunan kolesterol pada minuman probiotik okara. Jurnal Pembangunan Pedesaan Volume 12 Nomor 1, hal 56 – 64
- Karseno, I. Handayani, R. Setyawati. 2013. Antioxidant activity and stability of pigment extracted from algae *Oscillatoria sp.* Agritech, Vol. 33, No. 4
- Molin, G. 2010. *Lactobacillus plantarum* HEAL19. J. Appl. Microbiol., 85, 88-94
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazil (DPPH) for estimating antioxidant activity. Journals of Science and Technology. 26:211-219.
- Mudawaroch, R. E dan Zulfanita. 2012. Kajian berbagai macam antioksidan alami dalam pembuatan sosis. Surya Agritama. 1(1)
- Nahariah, N., A.M. Legowo, E. Abustam, and A. Hintono. 2015. Angiotensin I-converting enzyme inhibitor activity on egg albumen fermentation. Asian Australas. J. Anim. Sci. 28(6):855-861.
- Nahariah, A.M Legowo, E. Abustam, A. Hintono, P. Bintoro dan Y.B. Pramono. 2014. Endogeneous antioxidant activity in the egg whites of various types of local poultry eggs in South Sulawesi, Indonesia. Int. J. Poultry Science. 13(1):21-25. ISSN: 1626-8356.
- Nahariah, A. M. Legowo, E. Abustam, A. Hintono, Y. B. Pramono, dan F. N. Yuliati. 2013. Kemampuan tumbuh bakteri *Lactobacillus plantarum* pada putih telur ayam ras dengan lama fermentasi yang berbeda. Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan. 3(1) : 33-39.
- Nawar, W. (1996). Lipids Food Chemistry. pp 279-288. Marcel Dekker Inc., New York.
- Nirmalaratne, C., D.L. Lutz, A. Schieber and J.Wu. 2011. Free aromatic amino acids in egg yolk show antioxidant properties. Food Chemistry. 129: 155-161.
- Pramono, Y. B., E. Harmayani, dan T. Utami. 2003. Kinetika pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus sp* pada media MRS cair. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. 14(1) : 46-50.
- Primurdia, E.G. 2014. Antioxidant Activity of Probiotic Drink From Dates Extract (*Phoenix dactylifera L.*) With the Isolates of *L. plantarum* and *L. casei*. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.2 No.3 p.98-109
- Setioningsih E., R. Setyaningsih, A. susilowati. 2004. Pembuatan minuman probiotik dari susu kedelai dengan inokulum *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Lactobacillus acidophilus*. Bioteknologi 1 (1): 1-6.
- Tristanto, R, M. A Putri, A. P. Situmorang dan Suryanti. 2014. Optimalisasi pemanfaatan daun lamun *thalassia hemprichii* sebagai sumber antioksidan alami. Jurnal Saintek Perikanan. 10(1) : 26-29
- Ubba, E. T. 2015. Potensi Antioksidan pada Telur Infertil Hasil Seleksi Berdasarkan Waktu Pengeraman yang berbeda. Skripsi. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar
- Winarno, F.G. 2002. Telur: Komposisi, Penanganan, dan Pengolahannya. M-Brio Press. Bogor.
- Yan, J., J. Mau, P. Ko, L. Huang. 2000. Antioxidant properties of fermented soybean broth. Food Chemistry. 71 : 249-254.
- Zakaria, F.R. (1996). Sintesis senyawa radikal dan elektrofil dalam dan oleh komponen pangan. Prosiding Seminar Senyawa Radikal dan Sistem Pangan: Reaksi Biomolekuler, Dampak terhadap Kesehatan dan Penangkalan, 37.153-161.
- Zubaidah, E, N. Aldina, dan F.C. Nisa. 2010. Studi aktivitas antioksidan bekatul dan susu skim terfermentasi bakteri asam laktat probiotik (*Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei*). Universitas Brawijaya Jl. Veteran – Malang. Jurnal Teknologi Pertanian 11 (1): 11-17.