

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIHIPERTENSI TEPUNG PUTIH TELUR HASIL "PAN DRYING" PADA SUHU DAN WAKTU PENGERINGAN YANG BERBEDA

(Antioxidant and Antihypertensive Activity Egg White Powder Produced by Pan Drying at Different Temperature and Drying Time)

Nahariah¹, Anang Mohamad Legowo², Effendi Abustam¹, Antonius Hintono²

¹Laboratorium Daging dan Telur Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan km 8, Makassar 90245

²Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang,
Jl. Drh. Soejono Koesoemowardojo Tembalang-Semarang 50275
Email: nahariah11@gmail.com

ABSTRACT

Antioxidant and antihypertensive (ACE-Inhibitors) are commonly known as bioactive molecules in foodstuff. Both molecules can be obtained naturally or through processing and preservation of egg white of poultry eggs. One way of preserving the egg white with drying method is by pan drying method. The objective of this study was to determine an appropriate temperature and drying time to produce high yield of antioxidant and antihypertensive activity. The materials used for this study were 900 eggs which were obtained from the same farm. That amount was calculated based on the number of experimental units required to run the experiment with the total number of treatment (3 x 3) with 4 replications for each treatment combination giving 25 chicken eggs for each treatment. The experiment was carried out using a 3x3 factorial arrangement according to completely randomized design. The first factor was drying temperature, i.e. 45°C, 50°C, and 55°C and the second factor was drying time, i.e. 30h, 39h, and 48h. The results showed that high antioxidant activity was found on egg white which was dried at temperature of 45°C for 39 hours which reached 26.85%. However, antihypertensive activity was optimum at 50°C and drying for 48 hours, which was up to 75.06%. Drying the egg white using appropriate temperature and time may improve the antioxidant and antihypertensive activities.

Key Word : Activity, Antioksidant, Antihypertensi, Pan drying, Egg white powder

ABSTRAK

Aktivitas antioksidan dan antihipertensi (ACE-Inhibitor) merupakan senyawa bioaktif yang terdapat pada bahan pangan. Kedua senyawa tersebut dapat diperoleh secara alami maupun setelah melalui proses pengolahan atau pengawetan pada putih telur unggas. Pengerian merupakan salah satu jenis pengawetan telur antara lain menggunakan *pan drying*. Beberapa penelitian telah dilakukan namun penelitian aktivitas antioksidan dan antihipertensi pada putih telur yang dikeringkan menggunakan *pan drying* dengan suhu dan waktu pengerian yang berbeda masih terbatas. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi suhu dan waktu pengerian yang tepat untuk menghasilkan aktivitas antioksidan dan antihipertensi yang tinggi. Materi yang digunakan adalah telur sebanyak 900 butir berasal dari peternakan yang sama, jumlah tersebut dihitung berdasarkan jumlah unit perlakuan secara keseluruhan sebesar (3 X 3) dengan 4 ulangan, setiap unit perlakuan membutuhkan 25 butir telur ayam ras. Menggunakan RAL pola faktorial 3x3 dengan perlakuan suhu pengerian 45; 50; 55°C dan waktu pengerian 30; 39; 48 jam. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi pada pengerian putih telur ayam ras ditemukan pada suhu 45°C dan waktu pengerian 39 jam sebesar 26,85%. Namun aktivitas antihipertensi ditemukan optimal pada proses pengerian 50°C selama 48 jam sebesar 75,06%. Pengerian putih telur ayam ras menggunakan *pan drying* pada suhu dan waktu yang tepat dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan antihipertensi.

Kata Kunci : Aktivitas, Antioksidan, Antihipertensi, *Pan drying*, Tepung putih telur

PENDAHULUAN

Aktivitas antioksidan dan antihipertensi merupakan senyawa bioaktif yang terdapat pada bahan pangan dan dikenal sebagai pangan fungsional yang memberikan efek fisiologis yang dapat membantu memelihara kesehatan manusia. Kedua senyawa tersebut dapat diperoleh dari bahan pangan yang mengandung protein tinggi antara lain bahan asal nabati yang banyak mengandung senyawa phenol, lipid, protein dan karbohidrat (Morelli *et al.*, 2003; Balasuriya dan Rupasinghe; 2011; Girgih *et al.*, 2013). Selain itu juga dapat diperoleh dari bahan pangan asal hewani meliputi daging, susu dan telur (Hernandez *et al.*, 2003; Yu *et al.*, 2011; Nahariah *et al.*, 2014a).

Telur merupakan bahan pangan hewani yang mengandung protein tinggi, mudah, murah, dan memiliki antioksidan endogenous (Nahariah *et al.*, 2014b). Kandungan protein yang tinggi mengakibatkan telur mudah mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan pengawetan dan pengolahan. Beberapa penelitian yang bertujuan untuk pengawetan dan pengolahan antara lain pembuatan tepung telur telah dilakukan dengan menggunakan metode *freeze drying* (Bakalivanov *et al.*, 2007; Hintono *et al.*, 2013), metode *spray drying* (Lechevalier *et al.*, 2007; Caboni *et al.*, 2010; Talansier *et al.*, 2009), Nahariah dkk. (2010) menggunakan metode *pan drying* dengan suhu 55°C, penelitian Landfeld *et al.* (2007) menggunakan metode *pilot hot rooming* menghasilkan tepung putih telur.

Pengawetan dan pengolahan dengan pengeringan telah dilakukan untuk menghasilkan kualitas tepung telur yang baik dan dapat mempertahankan senyawa bioaktif yang ada dalam bahan pangan. Pengeringan diharapkan tidak mengubah unsur atau komposisi bahan selama proses terutama protein atau senyawa bioaktif bahan. Meskipun pada putih telur mengalami perubahan selama proses pengolahan, terutama kandungan air dan glukosa. Pengeringan menggunakan *spray drying* dapat menghasilkan lisin atau senyawa furosine (Caboni *et al.*, 2010). Pengeringan menggunakan *pan drying* mengakibatkan putih telur berwarna coklat akibat reaksi mailard (Nahariah dkk., 2010; Rao dan Labuza, 2011) namun dari reaksi tersebut dapat menghasilkan senyawa antioksidan (Miranda *et al.*, 2011; Winarno dan Kartawidjajaputra, 2007) dan yang diindikasikan baik untuk kesehatan. *Freeze drying* pada tekanan 0,37 mbar dengan ketebalan cairan sample putih telur 6 mm dapat menghasilkan

ACE-Inhibitor 94% (Nahariah dkk., 2013).

Pengeringan menggunakan *pan drying* sangat ditentukan oleh penggunaan suhu dan waktu pengeringan untuk menghasilkan kualitas tepung putih telur yang baik dan diharapkan dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan antihipertensi. Belum banyak penelitian yang mengkaji suhu dan waktu pengeringan yang tepat dan dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan antihipertensi pada tepung putih telur yang dihasilkan sehingga penelitian ini penting dilakukan.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian

Materi penelitian yang digunakan adalah telur ayam ras sebanyak 900 butir berasal dari lokasi peternakan dengan pemeliharaan dan pakan yang sama. Jumlah tersebut dihitung berdasarkan jumlah unit perlakuan secara keseluruhan sebesar (3 X 3) dengan 4 ulangan, setiap unit perlakuan membutuhkan 25 butir telur ayam ras. Suhu dan waktu pengeringan yang digunakan adalah suhu 45, 50 dan 55°C dan waktu pengeringan 30, 39, dan 48 jam.

Bahan kimia yang digunakan untuk pengukuran: substrat HHL (*hippuryl-L-histidyl-L-leusin*), enzim ACE (diisolasi dari paru-paru kelinci, diproduksi oleh Sigma Singapura), borate buffer, NaCl, HCl, dan aquabidestila, methanol, dan DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). Peralatan yang digunakan adalah: tabung reaksi, mikropipet dengan berbagai ukuran, tip 10 µL, 20 µL, 100 µL, dan 1000 µL, botol sample, rak tabung, *water bath*, inkubator, *tube shaker*, *centrifuge*, spectrophotometer (Perkin Elmer Lambda 35). Data yang diperoleh dianalisis ragam (Steel dan Torrie, 1991) berdasarkan rancangan acak lengkap pola faktorial (3 x 3).

Preparasi sample

Putih telur dipisahkan kuningnya dan dihomogenisasi selama 3 menit tanpa membentuk busa, dan selanjutnya difermentasi selama 18 jam. Putih telur hasil fermentasi dibuat tepung putih telur melalui metode pengeringan *pan drying* dengan ketebalan larutan 6 mm. Putih telur yang telah kering berbentuk lembaran siap digerus dan digiling untuk menghasilkan tepung putih telur. Produk tepung putih telur yang telah jadi selanjutnya dikemas dalam plastik hampa udara (*vacuum*) untuk selanjutnya dianalisa (Dimodifikasi dari Winarno dan Koswara, 2002).

Pengukuran aktivitas antioksidan

Pengukuran aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) (Pajak *et al.*, 2014) yang dimodifikasi. Sebuah alikuot dari 3,9 ml dari 0,1 mM DPPH radikal dalam methanol dicampur dengan 0,1 ml ekstrak metanol sampel. Setelah 60 menit inkubasi dalam ruang gelap serapannya diukur menggunakan spectrophotometer UV-VIS (merek Shimadzu) pada 515 nm. DPPH Radical Scavenging Effect (%) = $[(A_{DPPH} - A_{Sample}) / A_{DPPH}] \times 100$, A_{DPPH} adalah absorbansi DPPH, A_{Sample} adalah absorbansi sample. Pengujian dilakukan di Laboratorium Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin, Makassar.

Pengukuran aktivitas ACE-inhibitor

Analisa ACE-Inhibitor (Liu *et al.*, 2010 yang dimodifikasi) dengan menggunakan spectrofotometer untuk mengevaluasi aktivitas ACE-Inhibitor pada putih telur meliputi: Larutan buffer borat (100 mM, pH8.3) yang mengandung 300 mM NaCl ditambahkan pada sample putih telur. Buffer yang sama digunakan untuk substrat, dan enzim. Volume total reaksi 60 μ l terdiri dari 100 mM borate buffer (pH 8.3), 4 mM hippuryl-L-histidyl-L-leusin, 300 mMNACL, dan 10 ACE milliunit. Semua cairan diinkubasi pada 37 °C selama 30 menit dalam *water batch* yang dikendalikan sebelum pencampuran bahan, dan tambahan 30 menit pada suhu yang sama setelah pencampuran bahan. Reaksi dihentikan dengan menambahkan 60 μ l HCl 1 M dan diuji menggunakan spectrophotometer (Perkin Elmer Lambda 35) untuk mengukur asam hipurat yang diproduksi oleh hidrolisis enzimatik dari substrat hippuryl-L-histidyl-L-leusin dengan panjang gelombang 228 nm. Aktivitas ACE-Inhibitor (%) = $[(A - B) / A - C] \times 100$, dimana A adalah control (reaksi larutan buffer tanpa sampel), B adalah sample dan C adalah blanko.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas antioksidan pada tepung putih telur hasil pan drying pada suhu dan waktu pengeringan yang berbeda

Hasil penelitian (Tabel 1) menunjukkan bahwa suhu dan waktu pengeringan berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap aktivitas antioksidan tepung putih telur, dan keduanya menunjukkan interaksi sangat nyata ($P \leq 0,01$).

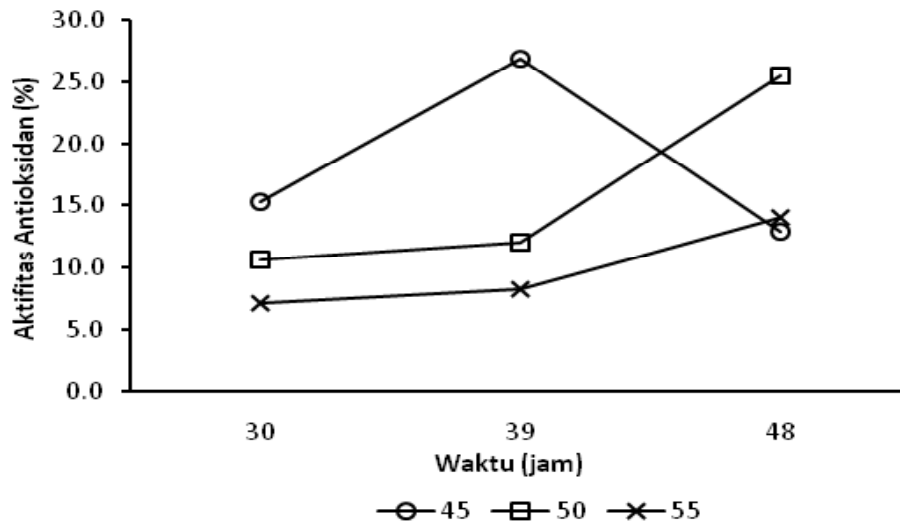
Penambahan suhu pengeringan mengakibatkan adanya penurunan yang berbeda nyata terhadap aktivitas antioksidan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu tinggi pada proses pengeringan mengakibatkan berkurang antioksidannya yang dihasilkan. Peningkatan suhu pengeringan kemungkinan menyebabkan adanya perubahan pada struktur protein bahan yang dapat menurunkan aktivitas antioksidan yang ada di dalamnya. Hasil ini berbeda dengan Miranda *et al.* (2011) dan Rao dan Labuza (2011) yang menyatakan bahwa pengeringan mengakibatkan reaksi maillard yaitu reaksi antara asam amino dan glukosa pada produk terutama pada ikatan disulfida antarmolekulnya dan dari reaksi tersebut menghasilkan senyawa antioksidan. Waktu pengeringan yang panjang dapat meningkatkan aktivitas antioksidan (%) yang berbeda nyata pada masing-masing waktu pengeringan. Hal ini menunjukkan waktu pengeringan berkontribusi terhadap meningkatnya aktivitas antioksidan.

Interaksi antara suhu dan waktu pengeringan (Gambar 1) menunjukkan bahwa pengeringan pada suhu rendah 45°C menghasilkan aktivitas antioksidan yang meningkat sejalan dengan bertambahnya waktu pengeringan dan optimal pada 39 jam pengeringan dan selanjutnya mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu pengeringan 48 jam. Suhu 45°C membutuhkan waktu pengeringan selama 39 jam untuk

Tabel 1. Aktivitas antioksidan tepung putih telur pada suhu dan waktu pengeringan yang berbeda

Suhu (°C)	Waktu (Jam)			Rataan
	30	39	48	
45	15,363	26,849	12,924	18,378 ^C
50	10,679	12,049	25,494	16,074 ^B
55	7,080	8,238	14,055	9,791 ^A
Rataan	11,041 ^a	15,712 ^b	17,491 ^c	14,748

Keterangan : Superskrip a,b,c yang mengikuti angka pada baris yang sama, dan A,B,C yang mengikuti angka pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,01$)



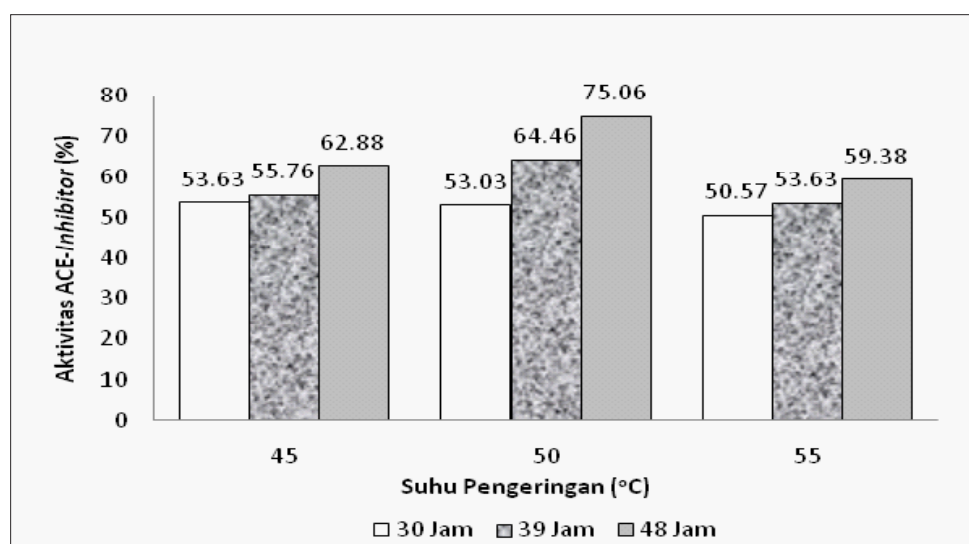
Gambar 1. Interaksi Suhu dan Waktu Pengeringan Terhadap Aktivitas Antioksidan Tepung Putih Telur

menghasilkan aktivitas antioksidan yang optimum, namun jika waktu pengeringan ditambahkan maka akan menurunkan aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Penambahan suhu 50 dan 55 °C mengalami peningkatan aktivitas antioksidan sejalan dengan meningkatnya waktu pengeringan. Hal ini kemungkinan karena penambahan waktu pengeringan mengakibatkan stress oksidatif yang panjang pada bahan yang dikeringkan. Stress oksidatif dapat disebabkan oleh reaksi radikal bebas yang menghasilkan efek kerusakan terhadap protein. Namun kerusakan tersebut berefek pada pembentukan antioksidan selama masa pengeringan untuk menangkap lebih banyak radikal bebas sehingga aktivitas antioksidannya lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan Winarno dan Kartawidjajaputra (2007) yang menyatakan bahwa pengeringan tidak selalu berpengaruh buruk. Stress oksidatif kemungkinan disebabkan oleh reaksi radikal bebas yang menghasilkan efek kerusakan terhadap membran, protein, enzim dan DNA dan telah berhasil dilakukan skrining terhadap banyaknya antioksidan yang ditemukan pada bahan makanan akibat pengeringan (Surai, 2003). Penambahan suhu 50 dan 55 °C mengalami peningkatan aktivitas antioksidan sejalan dengan meningkatnya waktu pengeringan namun nilai aktivitas antioksidannya lebih rendah dari suhu 45 °C selama 39 jam.

Aktivitas ACE-Inhibitor pada tepung putih telur hasil pan drying pada suhu dan waktu pengeringan yang berbeda

Hasil penelitian pada Gambar 2 menunjukkan adanya peningkatan antihipertensi (ACE-Inhibitor) pada tepung putih telur pada suhu dan waktu pengeringan yang berbeda. Pengeringan putih telur pada suhu 45°C mengalami peningkatan antihipertensi sejalan dengan bertambahnya waktu pengeringan.

Penambahan suhu 50°C meningkatkan aktivitas antihipertensi sejalan dengan bertambahnya waktu pengeringan 30, 36 dan 48 jam. Namun penambahan suhu 55°C menurunkan aktivitas antihipertensi yang dihasilkan. Meskipun pada suhu tersebut masih menunjukkan pola kenaikan antihipertensi yang meningkat dengan bertambahnya waktu pengeringan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu pemanasan pada waktu tertentu mempengaruhi pemecahan protein yang dapat menghasilkan urutan asam amino (peptida) dan diindikasikan bersifat sebagai antihipertensi. Suhu 55°C pada proses pengeringan putih telur kemungkinan telah mengubah struktur protein yang diindikasikan sebagai antihipertensi sehingga nilainya lebih rendah. Perubahan ini akibat adanya perubahan temperatur, fase, dan pengeringan yang diindikasikan menjadi penyebab kerusakan protein (Kearney *et al.*, 2008).



Gambar 2. Aktivitas antihipertensi tepung putih telur fermentasi pada suhu dan waktu pengeringan yang berbeda

Putih telur merupakan sumber pangan yang kaya akan gizi dan senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas biologis antara lain antihipertensi. Protein jika dipanaskan mengakibatkan protein terdenaturasi dan mengubah struktur protein yang terdiri dari susunan peptida peptida menjadi senyawa yang kemungkinan sebagai susunan urutan asam amino penghasil antihipertensi atau ACE-Inhibitor (Legowo dan Hayakawa, 2012; Yu *et al.*, 2011).

Aktivitas antihipertensi meningkat dengan bertambahnya waktu pengeringan, dan optimal pada suhu 50°C selama 48 jam pengeringan sebesar 75,06%. Hasil yang diperoleh lebih tinggi dari hidrolisis menggunakan enzim alcalase pada putih telur selama 180 menit menghasilkan aktivitas antihipertensi sebesar 58% (Liu *et al.*, 2010). Hal ini mungkin disebabkan oleh protein yang ada pada putih telur didominasi oleh protein sederhana dan konjugasi (Rojas *et al.*, 2006; Rihastuti *et al.*, 2011) yang jika dipanaskan akan lebih mudah terurai dibandingkan dengan menggunakan enzim alcalase. Pada legume perlakuan pemanasan 50 menit akan bermanfaat pada pelepasan peptide antihipertensi dari legume dan akan meningkatkan senyawa antihipertensi dibandingkan dengan legume segarnya (Akilloglu dan Karakaya, 2009).

Pengeringan menggunakan pan drying pada suhu 50°C selama 48 jam menghasilkan antihipertensi yang lebih rendah dari vakum-freeze drying dengan ketebalan cairan sample 6 mm dan tekanan 0,37 mbar yang menghasilkan aktivitas antihipertensi sebesar 94% (Nahariah

dkk., 2013). Hal ini disebabkan oleh senyawa antihipertensi pada vakum-freeze drying tidak banyak mengalami kerusakan meskipun ada perubahan struktur protein pada putih telur sehingga senyawa aktif lebih mudah terurai. Hal ini sesuai dengan George dan Datta (2002) bahwa, freeze drying merupakan jenis pengeringan dehidrasi yaitu pengeringan yang menggunakan metode sublimasi yang membawa kristal es dari bahan keluar ke ruang pengering yang bertekanan rendah dan tidak merusak bahan aktif yang dikeringkan. Freeze drying merupakan jenis pengeringan bertekanan rendah yang dapat menstabilkan produk yang dikeringkan, meskipun dapat mengakibatkan proses perubahan struktur jaringan bahan sehingga lebih mudah terekstraksi. Perubahan ini terutama pada senyawa yang bersifat non polar namun mengurangi kerusakan bahan aktif dan umumnya digunakan untuk kepentingan farmasi (Ganguly *et al.*, 2012; Gregorio *et al.*, 2011; Tsinontides *et al.*, 2004).

Hasil penelitian ini juga lebih rendah dari penelitian Cheng *et al.* (2008) yang menghasilkan aktivitas antihipertensi pada tulang kaki ayam dengan menggunakan metode hidrolisis enzim alcalase sebesar 84,33% selama 4 jam, pepsin sebesar 75,53% selama 6 jam dan trypsin sebesar 77,86 selama 8 jam hidrolisa. Hal ini kemungkinan adanya perbedaan sifat protein pada tulang kaki ayam dan protein putih telur. Protein tulang kaki ayam didominasi oleh kolagen yang mudah larut oleh enzim alcalase dibandingkan protein yang ada pada putih telur.

KESIMPULAN

Pengeringan putih telur ayam ras menggunakan pan drying menghasilkan aktivitas antioksidan yang tinggi pada suhu 45°C selama 39 jam sebesar 26,85%. Aktivitas antihipertensi ditemukan optimal pada proses pengeringan 50°C selama 48 jam sebesar 75,06%.

DAFTAR PUSTAKA

- Akillioglu, H. G and S. Karakaya. 2009. Effect of heat treatment and in vitro digestion on the angiotensin converting enzyme inhibitory of some legume species. *Eur. Food. Res. Technol.* 229: 915-921.
- Bakalivanov, S., E. Tsvetkova, T. Bakalivanova, T. Tsvetkov, N. Kaloyanov, S. Grigorova and V. Alexieva. 2008. Characteristic of freeze dried egg mélange long stored after irradiation. *Radiation Physics and Chem.*, 77: 58-63.
- Balasuriya, B. W. N and H. P. V. Rupasinghe. 2011. Plant flavonoid as angiotensin converting enzyme inhibitory in regulation of hypertension. *Functional Food in Healthy and Disease*, 5: 172-188.
- Caboni, M. F., E. Boselli, M. C. Messia, V. Velazco, A. Fratianni, G. Pantili, and E. Marconi. 2008. Effect of processing and storage on the chemical quality markers of spray dried whole egg. *Food Chem.*, 92: 293-303.
- Cheng, F.Y., Y.T. Liu, T.C. Wan, L.C. Lin, and R. Sakata. 2008. The development of angiotensin I-converting enzyme inhibitor derived from chicken bone protein. *Anim. Sci. J.*, 79 : 122-128.
- Ganguly, A and A. A. Alexeenko. 2012. Modeling and measurements of water-vapor flow and icing at low pressures with application to pharmaceutical freeze-drying. *Inter. J. Heat and Mass Transfer*, 55: 5503-5513.
- Girgih, A.T., C. C. Udenigwe, F. M. Hasan, T. A. Gill, and R. E. Aluko. 2013. Antioksidant properties of salmon (*salmo salar*) protein hydrolysate and peptide fractions isolated by reverse-phase HPLC. *Food Res. Int.*, 52: 315-322.
- George, J. P. and A. K. Datta. 2002. Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetables slices. *J. Food Eng.*, 52 : 89-93
- Gregorio, M. R. P., J. Requeiro, C. G. Barreiro, R. R. Otero, and J. S. Gandara. 2011. Change in antioksidant flavonoid during freeze -drying of red onions and subsequent store. *Food Control.*, 22: 1108-1113
- Hernandez, L. Zomeno, B. Arino, and Blasco. 2003. Antioxidant, lipolitic and proteolytic enzyme activities in pork meat from different genotypes. *Meat Sci.*, 66: 525- 529.
- Hintono, A., Sutaryo, Nahariah, dan A. M. Legowo. 2013. Evaluasi metode pengeringan vakum-freeze drying pada tekanan pengeringan dan ketebalan cairan sample yang berbeda terhadap karakteristik fungsional tepung putih telur. *Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Bioproses (SRKP) 2013.* Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang. Hal E-06-1 – E-06-6.
- Kearney, N., C. Stanton, C. Desmond, M. Coakley, J. K. Collins, G. Fitzgerald, and R. P. Ross. 2008. Challenges Associated with the Development of Probiotic-Containing Functional Foods. In: *Handbook of Fermented Functional Foods.* Farnworth, E.R. CRC Press. New York.
- Landfeld, A., P. Nesvadba, K. Kyhos, P. Novotna, J. Pruchova, and M. Houska. 2008. Sorption and thermal properties of dried egg whites. *J. Food Eng.*, 87: 59 -63.
- Lechevalier, V., R. Jeantet, A. Arhaliass, J. Legrand, and F. Nau. 2007. Egg White Drying: Influence of industry processing steps on protein structure and functionalities. *Engineering*, 83: 404 – 413.
- Legowo, A. M and S. Hayakawa. 2012. Functionalities of Animal Food Protein. *Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang, Semarang.* Jawa Tengah.
- Liu, J. B., Z. P. Yu, W. Z. Zhao, S. Y. Lin, E. L. Wang, Y. Zhang, H. Hao, Z. Z. Wang, and F. Chen. 2010. Isolation and identifikasi of angiotensin-converting enzyme inhibiting peptide from egg white protein hydrolysates. *Food Chem.*, 122: 1159 – 1163.
- Morelli, R., S. R. Volpe, N. Bruno, and R. L. Scalzo. 2003. Fenton-dependent damage to carbohydrates: Free radical scavenging activity of some simple sugars. *J. Agri. Food Chem*, 51: 7418-7425.
- Miranda, L. T., C. Rakovski and, L. M. Were. 2011. Effect of mailard reaction product on oxidation product in ground chicken breast. *Meat Sci.*, 90: 352 - 360.
- Nahariah, E. Abustam, dan R. Malaka. 2010. Karakteristik fisikokimia tepung putih telur hasil fermentasi *saccharomyces cereviceae* dan penambahan sukrosa pada putih telur segar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan.* 1(1): 35-42.
- Nahariah, A. Hintono, Sutaryo, A. M. Legowo, dan E. Abustam. 2013. Aktivitas angiotensin-converting enzyme inhibitor (ACE- Inhibitor) pada tepung putih telur hasil vakum-freeze drying. *Prosiding Seminar Nasional Peternakan Berkelanjutan 5: Peningkatan Produktivitas Sumber Daya Peternakan.* 12-13 November 2013. Fakultas Peternakan, Universitas Padjajaran. Bandung. Hal. 296-299.
- Nahariah, A. M. Legowo, E. Abustam, A. Hintono, V. P. Bintoro, dan Y. B. Pramono. 2014a. Endogenous antioxidant activity in the egg whites of various types of local poultry egg in South Sulawesi, Indonesia. *Int. J. Poultry. Sci.*, 13(1): 21-25.

- Nahariah, A. M. Legowo, E. Abustam, A. Hintono, V. P. Bintoro, dan Y. B. Pramono. 2014b. Evaluasi potensi aktivitas ACE-Inhibitor endogenous pada putih telur dari jenis unggas yang berbeda. Prosiding Seminar Nasional Optimasi Sumber Daya Lokal pada Peternakan Rakyat Berbasis Teknologi: Peningkatan Produktivitas Ternak Lokal. Tanggal 9-10 Oktober 2014. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. Makassar. Hal. 207-213.
- Pajak, P., R. Socha, D. Galkowska, J. Roznowski, and T. Fortuna. 2013. Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. *Food Chem.*, 143: 300-306.
- Rao, Q and T. P. Labuza. 2011. Effect of moisture content on selected physicochemical properties of two commercial hen egg white powders. *Food Chem.*, 132: 373 -384.
- Rihastuti, R. A., Indratiningsih dan S. Triatmojo. 2011. Dasar Teknologi Hasil Ternak. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Rojas, E. E. G., J. S. R. Coimbra and L. A. Minim. 2006. Hydrophobic interaction adsorption of hen egg white proteins albumin, conalbumin, and lysozyme. *J. Chromatography B.*, 80: 85- 93.
- Steel, R. G. D and J. H. Torrie. 1991. Principle and Procedure of Statistics. 2nd .ed. International Book Company. Tokyo.
- Surai, P. F. 2003. Natural Antioksidans In Avian Nutrition And Reproduction. Nottingham University Press. Nottingham.
- Talansier, E., C. Loisel, D. Dellavaile, A. Desrumaux, V. Lechevalier, and J. Legrand. 2009. Optimization of dry heat treatment of egg white in relation to foam and interfacial properties. *Food Sci. and Technol.*, 42: 496 -503.
- Tsinontides, S. C., P. Rajniak, D. Pham, W. A. Hunke, J. Placek, and S. D. Reynolds. 2004. Freeze Drying-Principle and Practice for Successful Scale- Up to Manufacturing. *Pharmaceutics.* 280: 1-16.
- Winarno, F.G dan F. Kartawidjajaputra. 2007. Pangan Fungsional dan Minuman Energi. M-BRIO Press. Bogor.
- Winarno, F.G dan S. Koswara. 2002. Telur, Penanganan dan Pengolahannya. M-BRIO Press. Bogor.
- Yu, Z., Y. Yin, W. Zhao, Y. Yu, B. Liu, J. Liu, and F. Chen. 2011. Novel peptide derived from egg white protein inhibiting alpha-glucosidase. *Food Chem.*, 129 : 1376 - 1382.