

STABILITAS ANTIOKSIDAN BUBUK KELUWAK (*Pangium edule* Reinw.) SELAMA PENGERINGAN DAN PEMASAKAN

*The Antioxidant Stability of Keluwak Powder (*Pangium edule* Reinw.) during Drying and Cooking*

Teti Estiasih dan Eva Sofia

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian – Fak. Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya

Jl. Veteran – Malang

*Penulis korespondensi: email teties@yahoo.co.id

ABSTRACT

*Keluwak (*Pangium edule* Reinw.) is one of the Indonesian traditional spices that has specific colour, taste, and flavour. Keluwak seeds contain antioxidant such as tocopherol, tocotrienol, and phenolic compounds. The utilization of keluwak traditionally has limitation due to short shelf life, time consuming preparation, and voluminous. Preparation of keluwak in the powder form can resolve these problems. However, the functional properties of keluwak as the source of antioxidant should be considered.*

The objectives of this research were to study the antioxidant stability during drying at keluwak powder preparation and the stability of antioxidant of keluwak powder during cooking. At keluwak powder preparation, two factors were elucidated i.e. drying method (foam mat drying and non foam mat drying) and maltodextrin concentration (10, 20, and 30% w/w). Completely Randomized Block Design that arranged factorially was used at keluwak powder preparation. The best treatment of keluwak powder preparation was used for the antioxidant stability assessment during cooking. The antioxidant stability of keluwak powder assessed during cooking were method of cooking, i.e. stirring (0, 3, 6, 9 minutes) and boiling (0, 30, 60, 90 minutes). Each treatments replicated three times. Descriptive method was used in this step.

The results showed that method of drying (foam mat and non foam mat) significantly affected phenolic content, tocopherol concentration, antioxidant activity, and yield of keluwak powder. The best keluwak powder produced (physico-chemical properties) was obtained from the combination of non foam-mat drying and 10% of maltodextrin concentration. It had 19.19 ppm of total phenol, 252.2 ppm of tocopherol, 76.67% of antioxidant activity, and 36.65% of yield. Stability of antioxidant activity keluwak powder decreased as time of heating (stirring and boiling) increased proportionally.

Keywords: keluwak, antioxidant activity, foam mat drying, antioxidant stability

PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia merupakan masyarakat majemuk dengan beragam bahasa, adat istiadat, dan makanan tradisional. Pada umumnya makanan tradisional diolah dari resep yang dikenal masyarakat setempat. Bahan-bahannya pun berasal dari sumber lokal dengan citarasa yang relatif sesuai dengan selera masyarakat tersebut.

Salah satu bumbu tradisional Indonesia yang memiliki sifat fungsional

adalah keluwak. Keluwak merupakan bumbu yang berasal dari proses fermentasi biji buah picung (Andarwulan *et al.*, 1999). Keluwak (*Pangium edule* Reinw) banyak terdapat di Indonesia dan Malaysia, merupakan bumbu masakan yang mengandung senyawa antioksidan alami. Menurut Andarwulan *et al.* (1997) pada keluwak terdapat senyawa antioksidan bersifat nonpolar yaitu tokotrienol dan tokoferol serta senyawa antioksidan bersifat polar yang diduga sebagai glikon senyawa fenolik konjugat.

Lebih lanjut Andarwulan *et al.* (1999) menyebutkan bahwa gamma tokotrienol merupakan vitamin E dominan dalam biji picung selama germinasi.

Antioksidan tokoferol dan tokotrienol (vitamin E) sangat dibutuhkan oleh tubuh kita, selain untuk menjaga kesehatan juga dapat mencegah dan mengobati berbagai penyakit. Menurut Idris (2005) kedua jenis antioksidan tersebut mempunyai sifat penangkapan radikal bebas, menurunkan pembentukan tumor, kerusakan DNA, dan kerusakan sel. Vitamin E merupakan antioksidan utama pada lipoprotein dan membran sel (Kallio *et al.*, 2002). Hasil penelitian Andarwulan *et al.* (1999) menunjukkan bahwa senyawa fenol yang ada dalam biji picung selama germinasi mempunyai aktivitas antioksidan.

Selama ini pemanfaatan keluwak sebagai bumbu tradisional dibatasi oleh ketersediaan dan penggunaan yang kurang praktis. Sebelum digunakan, keluwak harus dicuci terlebih dahulu, dipecah tempurungnya, dicicipi dulu daging buahnya, kemudian dihaluskan bersama bumbu lainnya baru ditambahkan ke dalam masakan. Hariyadi (2007) menyatakan bahwa potensi bumbu tradisional Indonesia sangat besar. Akan tetapi, dalam bentuk konvensional, bumbu tradisional mempunyai beberapa kendala untuk diaplikasikan antara lain resiko kontaminasi yang cukup tinggi, konsistensi mutu kurang terjamin, volume besar yang menyulitkan penanganan dan penyimpanan, serta stabilitas mutu yang rendah selama penyimpanan.

Berdasarkan permasalahan di atas perlu adanya suatu usaha untuk meningkatkan ketersediaan bumbu keluwak di pasaran untuk mempermudah penggunaannya. Akan tetapi, sifat fungsional keluwak sebagai sumber antioksidan harus diperhatikan. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengubah

keluwak segar menjadi bumbu tradisional bubuk.

Produk dalam bentuk bubuk memiliki beberapa kelebihan diantaranya terbebas dari pengotor, umur simpan lama, mudah dalam penyimpanan serta transportasi. Proses pengeringan merupakan salah satu proses penentu dalam pembuatan produk ini. Untuk itu stabilitas antioksidan selama pengeringan dikaji pada penelitian ini. Metode pengeringan yang dikaji adalah pengeringan non buih (*non foam mat drying*) dan pengeringan buih (*foam mat drying*) yang keduanya menggunakan pengering vakum. Selama proses pengeringan diperlukan bahan pengisi seperti maltodekstrin untuk mencegah kerusakan akibat panas, meningkatkan total padatan dan rendemen, serta mempercepat pengeringan. Oleh karena itu, pada penelitian ini juga dikaji pengaruh konsentrasi maltodekstrin terhadap stabilitas antioksidan.

Bubuk keluwak yang diperoleh dari proses pengeringan diharapkan merupakan bumbu tradisional mengandung antioksidan. Senyawa antioksidan yang berasal dari bumbu tersebut diharapkan tetap stabil sampai dikonsumsi sehingga dapat berperan secara fisiologis dalam tubuh. Oleh karena itu pada penelitian ini dikaji stabilitas antioksidan bubuk keluwak selama pemasakan yang meliputi penumisan dan perebusan pada lama pemasakan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan bubuk keluwak adalah keluwak yang diperoleh dari Pasar Besar Malang, putih telur, maltodekstrin, dan Tween 80.

Bahan untuk analisis meliputi Na_2CO_3 , asam sulfat anhidrat, H_2SO_4 , dietil eter, dan alkohol absolut (E-Merck, p.a.) akuades, DPPH (Sigma Co.), reagen Folin Ciocalteu (E-Merck) dan minyak sawit (yang belum ditambahkan

antioksidan) dari PT. Bimoli Intiboga Sejahtera di Surabaya.

Alat

Alat yang digunakan meliputi, timbangan analitik (Metler AE 160), pengering vakum, ayakan 20 mesh (Retsch 5657), vortex, sentrifusa, dan spektrofotometer merk Genesys TM LR 452274 USA, timbangan digital (Denver M-310), refluks, labu pemisah, dan peralatan gelas.

Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap, yaitu:

Tahap1. Pembuatan Bubuk Keluwak

- a) Sortasi dan pencucian
Biji keluwak diambil secara acak, kemudian dipilih keluwak yang agak berat dan bila dikocok berbunyi. Proses pencucian bertujuan untuk menghilangkan kotoran berupa abu dan kotoran-kotoran lain yang menempel pada tempurung keluwak.
- b) Pemecahan tempurung keluwak dan pencicapan
Proses pemecahan dilakukan untuk mendapatkan daging keluwak. Setelah itu dipisahkan antara tempurung dan daging keluwak. Pencicapan dilakukan untuk memperoleh daging keluwak yang bermutu baik. Keluwak yang pahit tidak digunakan karena akan mempengaruhi rasa produk.
- c) Penghalusan daging biji keluwak
Penghalusan dilakukan dengan menggunakan mortar bertujuan untuk mendapatkan daging biji keluwak yang halus sehingga dapat mempermudah pencampuran dengan bahan-bahan lain.
- d) Pencampuran
Pencampuran dilakukan dengan *mixer*. Keluwak yang telah halus dicampur dengan air 50% (v/b keluwak), maltodekstrin 10, 20, 30% (b/b keluwak), dan tween 80 3% (b/b

keluwak). Penambahan buih putih telur 5% (b/b keluwak) hanya dilakukan pada perlakuan dengan metode pengeringan buih.

- e) Perataan adonan pada loyang
Bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan bahan sehingga pengeluaran air (proses pengeringan) menjadi lebih mudah dan cepat.
- f) Pengeringan dalam pengering vakum
Pengeringan dilakukan pada suhu 60°C selama 6 jam dalam kondisi vakum (tekanan tidak diukur tetapi sama untuk setiap perlakuan).
- g) Penghancuran dan Pengayakan
Proses penghancuran dengan blender kering dan pengayakan dilakukan dengan ayakan 20 mesh.

Penelitian ini disusun secara faktorial dengan rancangan acak kelompok (RAK) terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama, metode pengeringan terdiri dari dua level (pengeringan buih dan pengeringan non buih) dan faktor kedua, konsentrasi maltodekstrin terdiri dari tiga level (10%, 20% dan 30% b/b keluwak). Perlakuan diulang 3 kali.

Analisis pada bubuk keluwak meliputi rendemen (Yuwono dan Susanto, 1998), total fenol (Singleton *et al.*, 1999 dalam Lestario *et al.*, 2003), tokoferol metode Furter Meyer (Apriyantono dkk., 1989), dan aktivitas antioksidan (Kim, 2005).

Perlakuan terbaik dipilih dengan menggunakan metode *multiple attribute* (Zeleny, 1982) kemudian dilakukan uji stabilitas antioksidan selama pemasakan (perebusan dan penumisan).

Tahap 2. Uji Stabilitas Antioksidan terhadap Pemanasan

Uji meliputi stabilitas antioksidan selama penumisan dan perebusan. Sebanyak 2,11 g bubuk keluwak dicampur dengan 1,5 ml minyak goreng tanpa antioksidan sehingga diperoleh pasta. Sampel ini merupakan kontrol untuk penumisan 0 menit atau tanpa penumisan. Untuk proses penumisan,

sebanyak 1,5 minyak goreng tanpa antioksidan dipanaskan sampai suhu 120°C, kemudian dimasukkan 2,11 g bubuk keluwak dan dipanaskan selama 3, 6, dan 9 menit dengan suhu dipertahankan 120°C. Pasta keluwak kemudian didinginkan sampai suhu 27°C dan kemudian dianalisis aktivitas antioksidannya dengan metode DPPH (Kim, 2005). Perlakuan diulang sebanyak 3 kali,

Sebanyak 2,11 g bubuk keluwak dicampur dengan akuades 100 ml, sehingga diperoleh larutan bubuk keluwak untuk dianalisis sebagai perlakuan perebusan 0 menit atau tanpa perebusan. Untuk uji stabilitas selama perebusan, sebanyak 100 ml akuades dipanaskan sampai suhu 100°C kemudian dimasukkan 2,11 g bubuk keluwak dan dipanaskan selama 30, 60, dan 90 menit pada suhu 100°C. Larutan kemudian didinginkan sampai suhu 27°C dan dianalisis aktivitas antioksidannya dengan metode DPPH (Kim, 2005). Perlakuan diulang 3 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik keluwak

Daging biji keluwak segar yang digunakan mempunyai karakteristik seperti dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi bahan baku

Parameter	Nilai
Kadar air (%)	58,72
Total fenol (ppm)	42,15
Tokoferol (ppm)	459,3
Aktivitas antioksidan (%)	85,43

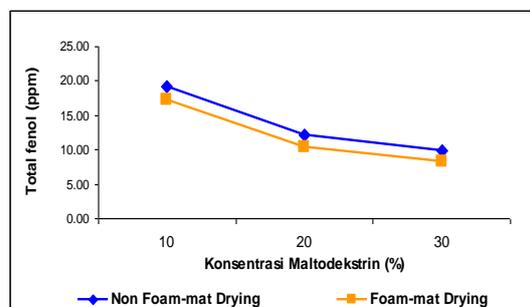
Hasil penelitian Andarwulan *et al.* (1999) menunjukkan bahwa kadar senyawa fenolik dan vitamin E (tokoferol dan tokotrienol) pada picung mengalami perubahan selama germinasi. Pada tahap akhir germinasi, kadar tokotrienol mencapai 96,71% sedangkan tokoferol sebesar 3,29%. Adapun senyawa fenol mengalami peningkatan dengan kadar

tertinggi dalam ekstrak metanol mencapai ±23 mg/g bk.

Stabilitas antioksidan selama pengeringan

Stabilitas antioksidan selama pengeringan dilakukan dengan menganalisis senyawa-senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan, meliputi fenol dan tokoferol, dan aktivitas antioksidan bubuk keluwak yang dihasilkan.

Perlakuan metode pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin yang diberikan menghasilkan kadar total fenol dalam bubuk keluwak berkisar antara 8,26–19,19 ppm seperti dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kadar total fenol bubuk keluwak pada berbagai metode pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin

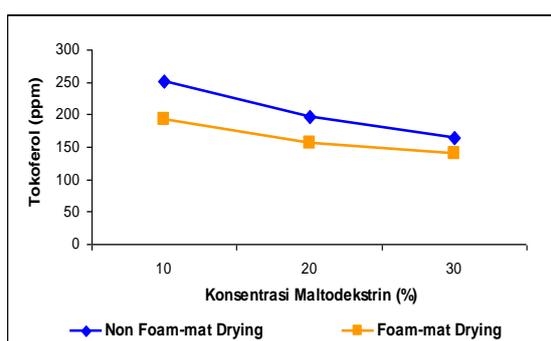
Metode pengeringan berpengaruh nyata terhadap kadar total fenol bubuk keluwak. Metode pengeringan buih menghasilkan kadar total fenol yang lebih rendah dibandingkan pengeringan non buih. Fenol yang terkandung di dalam keluwak dapat bereaksi dengan protein putih telur yang digunakan pada pengeringan buih. Protein akan mengikat senyawa fenol membentuk kompleks sehingga menurunkan total fenol yang terukur dalam produk.

Xu dan Chang (2008) menjelaskan bahwa selama proses pengolahan (perendaman, perebusan, dan pengukusan) *black bean* (*Phaseolus vulgaris*) terjadi penurunan kadar total fenol. Penurunan tersebut belum sepenuhnya diketahui tetapi kemungkinan disebabkan oleh perubahan

kimiawi, dekomposisi senyawa fenol, atau pembentukan kompleks fenol-protein akibat suhu dan tekanan. Sebelumnya Liyana-Pathirana dan Shahidi (2005) menjelaskan bahwa pada proses ekstraksi senyawa fenol dari gandum, hubungan antara suhu dan fenol terekstrak bersifat kuadratik. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan kadar total fenol sampai suhu tertentu kemudian peningkatan suhu lebih lanjut menyebabkan penurunan yang disebabkan dekomposisi senyawa fenol.

Konsentrasi maltodekstrin berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap kadar total fenol bubuk keluwak. Hal tersebut disebabkan oleh semakin banyaknya total padatan yang terkandung dalam bahan, yaitu maltodekstrin sebagai bahan pengisi sehingga total fenol yang terukur semakin sedikit.

Kadar tokoferol bubuk keluwak berkisar 140,5-252,2 ppm. Metode pengeringan yang berbeda dan penambahan berbagai konsentrasi maltodekstrin berpengaruh yang nyata ($\alpha=0,05$) terhadap tokoferol bubuk keluwak, sedangkan interaksi keduanya perlakuan tidak berpengaruh yang nyata ($\alpha=0,05$).



Gambar 2. Kadar tokoferol bubuk keluwak pada berbagai metode pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin

Kadar tokoferol pada pengeringan buih lebih rendah dibandingkan non buih. Menurut Chuna *et al.* (2006) proses pengolahan termal termasuk blansing dan

perebusan hanya sedikit pengaruhnya terhadap kadar vitamin E. Pada beberapa kasus, seperti blansing dan perebusan, kadar vitamin E dapat meningkat yang disebabkan oleh pelarutan sejumlah komponen larut air.

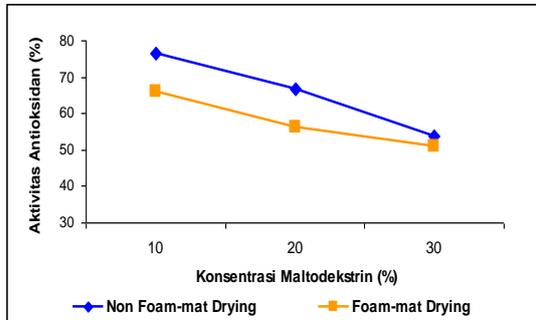
Pada penelitian ini, kadar tokoferol yang lebih rendah akibat pengeringan buih dibandingkan non buih diduga disebabkan oleh pada pengeringan buih, luas permukaan lebih tinggi sehingga kontak produk dengan udara semakin tinggi yang memungkinkan proses oksidasi lebih mudah terjadi. Selain itu, pada proses pengeringan buih dilakukan penambahan putih telur yang akan meningkatkan total padatan sehingga kadar tokoferol menjadi lebih rendah.

Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka tokoferol yang terukur semakin rendah. Hal ini diduga karena penambahan maltodekstrin mempengaruhi total padatan dalam produk. Semakin meningkat total padatan dalam suatu bahan, maka kadar tokoferol yang terukur akan semakin kecil.

Aktivitas antioksidan bubuk keluwak berkisar antara 50,96-76,67%. Metode pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap aktivitas antioksidan bubuk keluwak, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$).

Bubuk keluwak yang dihasilkan dengan metode pengeringan non buih memiliki nilai total fenol dan tokoferol yang lebih tinggi dibandingkan produk dengan pengeringan buih sehingga aktivitas antioksidannya lebih tinggi. Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh jumlah antioksidan yang terkandung dalam suatu bahan dan kemampuan senyawa antioksidan tersebut dalam menangkap radikal bebas. Menurut Pokorny *et al.* (2001), senyawa fenol mempunyai mekanisme penangkapan radikal bebas melalui reaksinya dengan gugus OH. Tokoferol merupakan salah satu antioksidan terbaik dan dapat

digunakan secara luas. Sebagai antioksidan, tokoferol mendonorkan hidrogen dari rantai hidroksil pada radikal peroksid lemak membentuk produk non radikal.

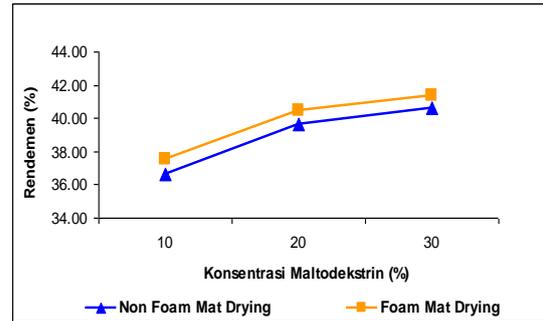


Gambar 3. Aktivitas antioksidan bubuk keluwak pada berbagai metode pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin

Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka aktivitas antioksidan yang terukur semakin rendah. Hal tersebut berhubungan dengan total padatan dalam suatu bahan, dimana semakin meningkat total padatan dalam bubuk keluwak, maka kadar senyawa antioksidan seperti fenol dan tokoferol yang terukur semakin sedikit, sehingga aktivitas antioksidan menurun.

Rendemen bubuk keluwak berkisar antara 36,65–41,40% berdasarkan berat total adonan keluwak sebelum pengeringan (Gambar 4). Perlakuan metode pengeringan yang berbeda dan penambahan berbagai konsentrasi maltodekstrin memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rendemen bubuk keluwak, sedangkan interaksi kedua perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=0,05$) terhadap rendemen bubuk keluwak.

Hal tersebut diduga karena penggunaan buih putih telur pada metode pengeringan buih. Penambahan putih telur pada metode pengeringan tersebut menyebabkan total padatan dalam produk meningkat sehingga rendemennya juga bertambah banyak.



Gambar 4. Rendemen bubuk keluwak pada metode pengeringan yang berbeda dan berbagai konsentrasi maltodekstrin

Semakin banyak penambahan konsentrasi maltodekstrin, maka rendemen akan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya total padatan karena penambahan maltodekstrin sebagai bahan pengisi. Bahan pengisi yang digunakan pada proses pengolahan berfungsi untuk memperbesar volume dan meningkatkan total padatan bahan sehingga rendemen yang diperoleh semakin besar.

Perlakuan Terbaik Pembuatan Bubuk Keluwak

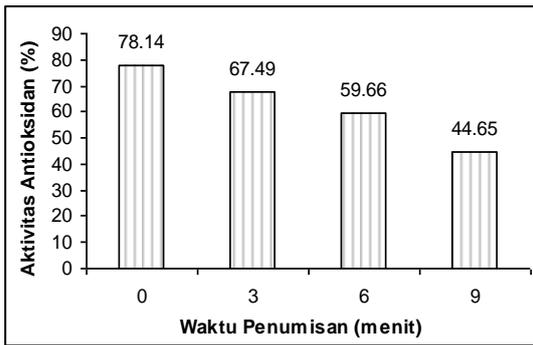
Penentuan perlakuan terbaik pada pembuatan bubuk keluwak menggunakan metode *multiple attribute* (Zeleny, 1982). Perlakuan terbaik adalah pengeringan non buih dan konsentrasi maltodekstrin 10%. Tabel 2 menunjukkan karakteristik bubuk keluwak perlakuan terbaik.

Tabel 2. Nilai parameter perlakuan terbaik bubuk keluwak

Parameter	Nilai
Total fenol	19,19 ppm
Tokoferol	252,2 ppm
Aktivitas antioksidan	76,67%
Rendemen	36,65%

Stabilitas Antioksidan selama Pemasakan

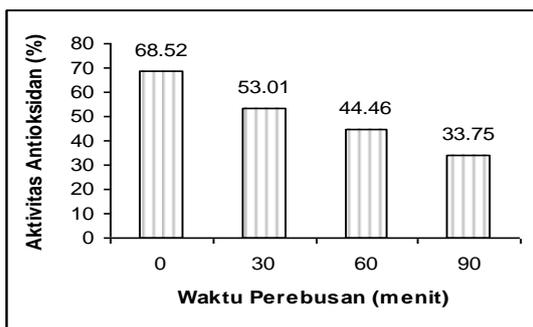
Penumisan bubuk keluwak dilakukan pada suhu 120°C dengan waktu penumisan yang berbeda-beda. Stabilitas antioksidan selama penumisan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Aktivitas antioksidan bubuk keluwak selama penumisan

Semakin lama waktu penumisan, aktivitas antioksidan bubuk keluwak semakin menurun. Penurunan aktivitas antioksidan tersebut diduga disebabkan perubahan pada senyawa antioksidan akibat proses pemanasan, yaitu tokoferol dan senyawa fenol yang lain. Ada kemungkinan pemanasan menyebabkan senyawa fenol termasuk tokoferol terdekomposisi atau berubah sehingga kemampuannya sebagai antioksidan mengalami penurunan.

Hasil penelitian Odriozola-Serrano *et al.* (2009) menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan pada buah stroberi mengalami degradasi secara termal yang menunjukkan bahwa suhu merupakan faktor yang dapat mempercepat degradasi.



Gambar 6. Aktivitas antioksidan bubuk keluwak selama perebusan

Hasil uji stabilitas perebusan terhadap perlakuan waktu yang berbeda-beda ditunjukkan dengan Gambar 6. Nilai tertinggi diperoleh dari perlakuan waktu perebusan 0 menit (kontrol) yaitu

sebesar 68.52%, sedangkan nilai terendah dihasilkan oleh perlakuan waktu perebusan selama 90 menit yakni 33.75%.

Aktivitas antioksidan dalam bubuk keluwak dipengaruhi oleh jumlah antioksidan yang terkandung di dalamnya dan juga kemampuan senyawa antioksidan tersebut dalam menangkap radikal bebas. Panas yang dihasilkan saat perebusan mempengaruhi kestabilan senyawa antioksidan dalam bubuk keluwak. Menurut Pokorny (2005), tokoferol, karoten, flavonoid dan senyawa antioksidan fenolik lainnya dapat rusak oleh proses pemanasan. Karena itu waktu kontak dengan panas perlu diminimumkan.

KESIMPULAN

Perbedaan metode pengeringan (buih dan non buih) dan konsentrasi maltodekstrin yang digunakan pada proses pembuatan bubuk keluwak berpengaruh terhadap kadar total fenol, tokoferol, aktivitas antioksidan, dan rendemen. Perlakuan terbaik diperoleh pada kombinasi perlakuan pengeringan non buih dan konsentrasi maltodekstrin 10% dengan kadar total fenol 19,19 ppm, tokoferol 252,2 ppm, aktivitas antioksidan 76,67%, dan rendemen 36,65%.

Uji stabilitas aktivitas antioksidan dari perlakuan terbaik bubuk keluwak terhadap penumisan dan perebusan, menunjukkan bahwa stabilitas aktivitas antioksidan bubuk keluwak semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu pemanasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, N., D. Fardiaz, G. A. Wattimena, S. Fardiaz, A. Apriantono dan P. Hariyadi. 1997. Biosintesis Senyawa Antioksidan Picung (*Pangium edule* Reinw). Hibah Bersaing VI. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor

- Andarwulan, N., D. Fardiaz, G. A. Wattimena, and K. Shetty. 1999. Antioxidant activity associated with lipid and phenolic mobilization during seed germination of *Pangium edule* Reinw. *J. Agric. Food Chem.* 47(8): 3158-3163
- Apriyantono, A. Fardiaz, S. Puspitasari dan Budianto, S. 1989. *Petunjuk Praktikum Analisis Pangan*. IPB, Bogor
- Chuna, J., J. Leeb, L. Yea, J. Exlerc, and R. R. Eitenmillera. 2006. Tocopherol and tocotrienol contents of raw and processed fruits and vegetables in the United States diet. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 96–204
- Hariyadi, P. 2007. Ekstraksi Rempah-Rempah Dengan CO₂ Superkritis. *FOODREVIEW Referensi Industri dan Teknologi Pangan*. Vol. II. No. 9
- Idris, A. 2005. Tokotrienol Penting Untuk Kesehatan. <http://www.naimppkk.blogspot.com/socheusm.2005/10/html>. Akses tanggal 10 September 2007
- Kallio, H., B. Yang, and P. Peippo. 2002. Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols, and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6136-6142
- Kim, O.S. 2005. Radical scavenging capacity and antioxidant activity of the E vitamer fraction in rice bran. *J. Food Sci.* 70(3): 208-213
- Lestario, L. N., P. Hastuti, S. Raharjo, dan Tranggono. 2003. Sifat antioksidatif ekstrak buah duwet (*Syzygium cumini*). *Agritek* 25(1): 24-31
- Liyana-Pathirana, C. and F. Shahidi. 2005. Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. *Food Chemistry* 93: 47–56
- Odriozola-Serrano, I., R. Soliva-Fortuny, and O. Mart In-Belloso. 2009. Influence of storage temperature on the kinetics of the changes in anthocyanins, vitamin C, and antioxidant capacity in fresh-cut strawberries stored under high-oxygen atmospheres. *J. of Food Sci.* 74(2): C184-C191
- Pokorny, J., N. Yanishlieva. and M. Gordon. 2001. *Antioxidant In Food*. CRC Press Boca Raton Boston, New York
- Xu, B. J. and S. K. C. Chang. 2008. Total Phenolic content and antioxidant properties of eclipse black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by processing methods. *J. of Food Sci* 73(2): H19-H27
- Zeleny, M. 1982. *Multiple Criteria Decision Making*. Mc Graw Hill Book Company, New York