



Pengaruh Penambahan Filler dan Suhu Pengeringan terhadap Kandungan Antioksidan pada Daun *Physalis angulata* yang Diperoleh dengan Ekstraksi Menggunakan Air Subkritik

Ratna Frida Susanti dan Desy Natalia

Program Studi Teknik Kimia, FTI, Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit No 94, Bandung

*E-mail: santi@unpar.ac.id

Abstract

Physalis angulata or ceplukan is a wild plant, typically grows in rice field, forest or yard. Before the planting season, farmers typically exterminate those plants. However, it was well known in folk medicine having bioactive compounds which can cure several diseases such as asthma, hypertension, boil etc. In this research, *Physalis angulata* extract can be obtained by extraction using subcritical water. Subcritical water was chosen as a solvent because it is nontoxic; abundant with adjustable polarity so can replace the toxic organic solvents such as methanol, ethanol, acetone etc. **The objective** of this research is to study the effect of filler type and concentration along with drying temperature to the total phenol, flavonoid and IC₅₀ in *Physalis angulata* leaves extract. Filler was added to absorb water and make the powder form of extract. Two kinds of fillers were used, aerosil and microcrystalline cellulose (MCC). The concentration of filler was varied from 0-30 wt% for MCC and 0-15 wt% for aerosil. The oven drying temperature was varied from 40-60 °C. **The results** show that an addition of filler improved the total phenol, flavonoid and antioxidant activity. The higher the concentration of filler, the better the total phenol, flavonoid and antioxidant activity. In the presence of filler, the total phenol improved by 5.5 folds for addition of 30 wt% MCC and 3.3 folds for 15 wt% aerosil at drying temperature of 60°C. Total flavonoid improved by 7.6 folds for addition of 30 wt% MCC and 7.3 folds for 15 wt% aerosil above the same drying temperature. The higher drying temperature led to shorter drying time which can protect antioxidant from deterioration.

Keywords: *Physalis angulata*, ceplukan, filler, antioxidant, subcritical water,

Pendahuluan

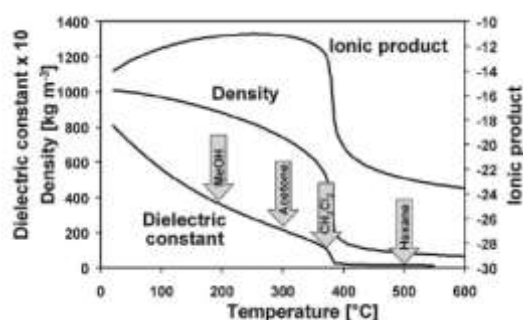
Indonesia merupakan negara *mega biodiversity* yang kaya akan berbagai keanekaragaman hayati. Dari 30.000 spesies tumbuhan yang hidup di hutan tropis Indonesia, 9600 spesies di antaranya merupakan tanaman obat dan sangat disayangkan hanya 200 spesies yang telah dimanfaatkan sebagai bahan baku obat tradisional (Jumari, Lilih K, Utami, S, 2003). Meskipun telah berkembang obat-obatan modern berbahan kimia namun obat-obatan tradisional yang berasal dari bahan alam tetap menjadi pilihan sebagian besar konsumen obat di Indonesia, karena harganya yang lebih murah, bahan baku yang mudah diperoleh, dan lebih aman dikonsumsi karena secara klinis dan pre-klinis tidak memiliki efek samping. Di samping itu, maraknya isu *back to nature* dan menurunnya daya beli masyarakat akibat adanya krisis ekonomi juga menjadi salah satu faktor pendorong digunakannya obat tradisional (Abdullah, Muhammad, 2010). Salah satu tanaman obat yang dapat ditemukan di berbagai daerah di Indonesia adalah *Physalis angulata* atau dikenal di Indonesia sebagai ceplukan.

Physalis angulata merupakan tanaman obat yang berasal dari Amerika yang saat ini banyak ditemukan di berbagai negara beriklim tropis (Hadisaputra, 2008). Seluruh bagian dari tanaman *Physalis angulata* berkhasiat dalam pengobatan. Buah *Physalis angulata* kaya akan vitamin C, asam sitrun, fisalin, zat gula, tanin, kriptoxantin, asam malat, dan alkaloid. Kulit buahnya mengandung senyawa C₂₇H₄₄-H₂O dan bijinya mengandung *elaidic acid*. Pohon *Physalis angulata* mengandung senyawa aktif antara lain saponin (pada tunas), flavonoid (daun dan tunas), polifenol dan fisalin (buah), withangulatin A (buah), asam palmitat dan stearat (biji), alkaloid (akar), asam klorogenik (batang dan daun), tannin (buah), kriptoxantin (buah), vitamin C dan gula (buah) (Santoso dan Budi, H, 2008). Sebagai tanaman obat, *Physalis angulata* memiliki berbagai khasiat dalam menyembuhkan bermacam penyakit seperti malaria, asma, hepatitis, dan diabetes (Chiang, H.C et al., 1992; Lin, Y.S. et al., 1992; Santos, J.A.A, et al., 2003; Soares, M.B.P, et al., 2003). Pada penelitian ini, bagian yang digunakan adalah daun.

Metode yang umum dilakukan untuk ekstraksi tanaman obat yakni ekstraksi dengan pelarut organik seperti metanol, etanol, etil asetat, akan tetapi pelarut-pelarut organik tersebut tergolong *Volatile Organic Solvent* (VOC)



yang berbahaya bagi kesehatan. Pada saat pemisahan pelarut dari ekstrak, tidak ada satu metodepun yang mampu menghilangkan pelarut sampai 100%, sehingga residu pelarut organik masih tertinggal di dalam produk obat-obatan. Air yang merupakan pelarut yang relatif aman, bersifat sangat polar pada kondisi ruangan, sehingga kurang menguntungkan dalam ekstraksi komponen fitokimia yang berperan sebagai antioksidan. Pada kondisi subkritik, polaritas air bisa diatur sesuai dengan suhu dan tekanan sehingga menyerupai pelarut organik. Pada **gambar 1** dapat dilihat grafik nilai tetapan dielektrik sebagai fungsi suhu yang menunjukkan bahwa air memiliki nilai dielektrik yang menyerupai pelarut organik pada suhu tertentu. Selain nilai tetapan dielektrik yang bisa divariasikan, viskositas dan tegangan permukaan air subkritik jauh lebih rendah serta difusivitas lebih tinggi jika dibandingkan dengan air pada kondisi normal, sehingga memungkinkan pelarut mampu melarutkan solut (senyawa fitokimia) yang terikat pada matriks padatan dengan lebih cepat dibanding pelarut organik yang membutuhkan waktu ekstraksi relatif lama. Penggunaan air subkritik sebagai pelarut dalam ekstraksi memberikan beberapa keuntungan seperti lebih efisien, tidak beracun, serta lebih ramah lingkungan dibandingkan ekstraksi konvensional dengan air ataupun pelarut organik. Manfaat penting lainnya yakni waktu ekstraksi yang lebih cepat, kualitas ekstrak yang didapat lebih baik serta dapat menekan biaya pelarut yang digunakan. Air subkritik terbukti mampu mengekstrak antioksidan pada tanaman (Ibanez, E, dkk, 2003; Kumar, dkk, 2011; Aliakbarian, B, 2012).



Gambar 1. Tetapan dielektrik air sebagai fungsi suhu (Kritzer dan Dinjus, 2001)

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat mencegah terjadinya reaksi oksidasi radikal bebas. Antioksidan dapat mengurangi kapasitas radikal bebas untuk menimbulkan kerusakan (Demian, 1997). Mekanisme kerja antioksidan dalam mengurangi aktivitas antioksidan yakni dengan mengurangi konsentrasi oksigen, mencegah inisiasi rantai pertama dengan menangkap radikal primer seperti radikal hidroksil, mengikat katalis ion logam, dan memutus rantai hidroperoksida. Antioksidan banyak ditemukan pada berbagai jenis buah dan sayuran seperti kol merah, bit, jeruk, dan apel (Shahidi F, 1997). Dalam penelitian ini, kandungan antioksidan dalam ekstrak ceplukan dipilih sebagai kondisi yang diukur untuk membandingkan berbagai variasi percobaan pengeringan. Pemanfaatan antioksidan alami dalam bentuk ekstrak dinilai sulit ditangani (Koswara, 2007). Untuk mengatasinya maka diperlukan penambahan *filler* (bahan pengisi). Bahan pengisi adalah zat inert yang ditambahkan pada tablet agar diperoleh bobot tablet yang rasional saat dicetak (Gennaro, A.R, 1995). Bahan pengisi ditambahkan jika jumlah zat aktif sedikit atau sulit dikempa. Penambahan bahan pengisi ke dalam ekstrak kental ceplukan perlu dilakukan untuk menjaga komponen aktif di dalam ekstrak tidak mengalami kerusakan ketika dilakukan pengeringan ekstrak pada suhu tinggi. Selain itu penambahan bahan pengisi juga dapat mempercepat proses pengeringan (Sembiring, B. dan Rizal, M., 2011). Semakin tinggi konsentrasi bahan pengisi yang ditambahkan maka bahan pengisi akan mengikat air (yang terdapat di dalam ekstrak) lebih banyak, akibatnya air akan lebih cepat menguap sehingga waktu pengeringan menjadi lebih singkat. Selain itu, bahan pengisi bermanfaat untuk melapisi komponen *flavor* dan meningkatkan jumlah total padatan. Beberapa bahan pengisi yang sering digunakan yakni sukrosa, laktosa, amilum, kaolin kalsium karbonat, dekstrosa, manitol, selulosa, sorbitol dan lain-lain (Banker, G.S and Anderson, N.R, 1986). Beberapa kriteria yang harus dipenuhi bahan pengisi yakni (1) ketersediannya cukup banyak (2) tidak beracun (3) harga murah (4) bersifat netral atau inert secara fisiologis dan (5) stabil secara fisik dan kimia. Bahan pengisi menyebabkan bentuk ekstrak lebih *compact* sehingga dapat dibentuk menjadi sediaan obat farmasi misalnya serbuk, kapsul ataupun tablet. Oleh karena itu, perlu diteliti jenis bahan pengisi apa yang mampu mempertahankan kualitas ekstrak ceplukan yang dihasilkan serta konsentrasi bahan pengisi yang dapat memberikan hasil yang optimum pada ekstrak yang diperoleh. Variabel yang dipelajari adalah suhu pengeringan (40, 50 dan 60 °C), jenis bahan pengisi yaitu *Microcrystalline Cellulose* (MCC) dan aerosil serta konsentrasi bahan pengisi (0, 10, 20 dan 30 wt% untuk MCC dan 0, 5, 10 dan 15 wt%).

Metode Penelitian

Bahan baku utama

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun *Physalis angulata* dan air. Daun *Physalis angulata* didapatkan dari Yogyakarta. Setelah dipisahkan dari batang dan bagian tanaman lain, daun dicuci bersih dan

dikeringkan dalam tray drier selama 24 jam pada suhu 40°C. Setelah dikeringkan, daun diblender sampai ukuran -20+30 M, kadar airnya dianalisa dengan *moisture analyzer*, kemudian disimpan sampai digunakan. Air yang digunakan adalah air *reverse osmosis*.

Metode

Ekstraksi dengan air subkritik

Percobaan ekstraksi *Physalis angulata* dengan pelarut air subkritik dilakukan pada rangkaian alat ekstraksi yang tersaji pada gambar 2. Reaktor yg digunakan memiliki volume 150 mL, bahan SUS316 dan dapat digunakan sampai tekanan 400 bar dan suhu maksimum 400°C. Daun *Physalis angulata* yang sudah dikeringkan dan dikecilkan ukurannya dimasukkan ke dalam keranjang yang ada di reaktor. Reaktor ditutup dan *dipurge* dengan gas nitrogen selama 10 menit untuk mengusir oksigen yang ada di reaktor dan perpipaan. Air kemudian dipompa ke reaktor dengan menggunakan pompa dan pemanas dinyalakan untuk mengatur suhu dan tekanan sesuai kondisi yang diinginkan (tekanan 100 bar dan temperatur 250°C). Setelah suhu dan tekanan tercapai waktu dihitung sebagai $t=0$, dan reaksi dilakukan selama selang waktu 15 menit. Setelah itu reaktor didinginkan dengan mengalirkan air pendingin dan kipas secara bersamaan. Ekstrak kemudian dikeluarkan dari reaktor, disaring dan diuapkan airnya dengan *rotary vacuum evaporator* sampai volume akhir 30 mL.

Pengeringan

Ekstrak keluaran dari *rotary vacuum evaporator* ditimbang dan beratnya digunakan sebagai basis perhitungan bahan pengisi yang ditambahkan. Setelah bahan pengisi ditambahkan sesuai variasi percobaan, campuran diaduk sampai homogen dan dikeringkan dalam *vacuum drying oven* pada suhu percobaan. Pengeringan dihentikan saat berat campuran ekstrak dan filler tidak berubah lagi selama 3 x 30 menit. Bahan pengisi yang digunakan adalah MCC dengan konsentrasi 0,10, 20 dan 30 wt% serta aerosil dengan konsentrasi 0, 5, 10 dan 15 wt%.



Gambar 2. Rangkaian alat ekstraksi dengan menggunakan air subkritik

Analisa

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa analisa dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh efek pengeringan terhadap kualitas antioksidan *Physalis angulata*. Analisa tersebut antara lain analisa total fenol, analisa total flavonoid dan uji aktivitas antioksidan.

Analisa Total Fenol

Kandungan total fenol dianalisa dengan metode Folin Ciocalteu. Ekstrak ditimbang dan dilarutkan dalam metanol pada konsentrasi tertentu, kemudian disaring. Sebanyak 0,5 ml ekstrak ditambahkan 2,5 mL Folin Ciocalteu dan 2 ml Na_2CO_3 (75 g/L). Campuran diinkubasi selama 30 menit pada 40°C lalu didinginkan. Larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-VIS pada 735 nm dan dibandingkan dengan standard asam galat yang *ditreatment* dengan cara yang sama dengan sampel.

Analisa Flavanoid

Ekstrak ditimbang dan dilarutkan dalam metanol pada konsentrasi tertentu, kemudian disaring. Sebanyak 0,25 ml ekstrak yang telah diencerkan ditambahkan dengan 1,25 ml aquadest dan 0,075 ml NaNO_2 5% dan dibiarkan selama 5 menit. Ekstrak ditambahkan 0,1 mL AlCl_3 dan didiamkan 6 menit kemudian ditambahkan 0,5 ml NaOH dan didiamkan selama 15 menit. Tambahkan aquadest sebanyak 1,775 mL sehingga total volume menjadi 4 mL dan

absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada 510 nm dan dibandingkan dengan standard quercetine yang ditreatment dengan cara yang sama dengan sampel

Analisa Aktivitas Antioksidan dengan DPPH

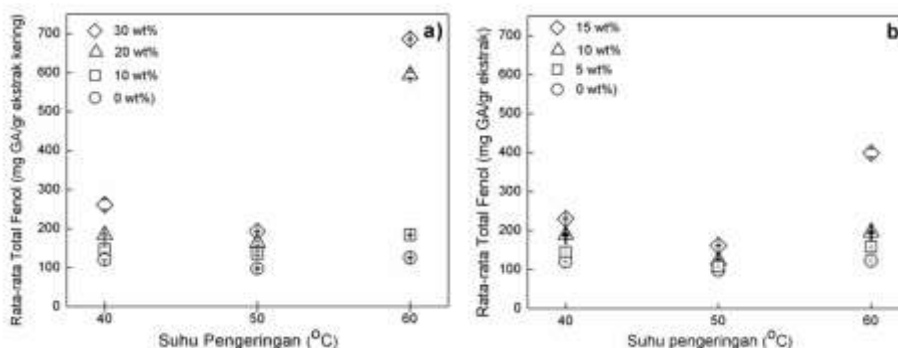
Ekstrak ditimbang dan dilarutkan dalam methanol pada konsentrasi tertentu, kemudian disaring. Ekstrak diencerkan dan dibuat dalam beberapa konsentrasi tertentu. Sebanyak 2 mL ekstrak yang sudah diencerkan dimasukkan ke dalam tabung reaksi bersama 2 mL larutan DPPH (0,2mM) kemudian diinkubasi selama 24 jam dalam ruang gelap. Absorban diukur pada 517 nm

Hasil dan Pembahasan

Total Fenol

Fenol merupakan senyawa yang memiliki sebuah cincin aromatik dan satu atau lebih gugus hidroksil. Fenol merupakan salah satu antioksidan karena memiliki kemampuan untuk menghambat radikal bebas dan radikal peroksida sehingga efektif dalam menghambat oksidasi lipida (Kinsella J.E. et al, 1993).

Gambar 3 menyajikan hasil analisa total fenol sebagai fungsi suhu pengeringan, konsentrasi filler dan jenis filler. Total fenol terbaik diperoleh pada temperatur pengeringan 60°C. Menurut Garau dkk, waktu pengeringan yang lama akan menyebabkan penurunan konsentrasi total fenol dalam pengeringan produk samping jeruk (Garau, dkk, 2007) Selain itu, suhu pengeringan yang rendah juga menyebabkan enzim oksidatif teraktivasi, sehingga senyawa fenol teroksidasi. Suhu pengeringan yang tinggi menyebabkan waktu pengeringan lebih singkat, misalkan pada pengeringan ekstrak ceplukan dengan penambahan MCC sejumlah 10 wt%, waktu pengeringan pada suhu 40°C adalah 5710 menit sedangkan pada suhu 60°C hanya dibutuhkan waktu 2535 menit.



Gambar 3. Grafik total fenol sebagai fungsi suhu pengeringan dan konsentrasi filler (a) MCC (b) Aerosil

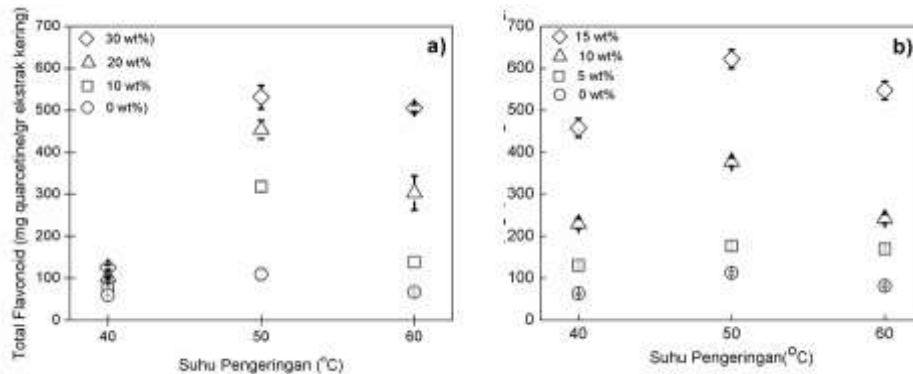
Dari **Gambar 3** dapat dilihat pula bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan pengisi maka jumlah fenol dalam ekstrak semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh waktu pengeringan ekstrak dengan konsentrasi bahan pengisi yang tinggi lebih singkat, karena sifat bahan pengisi yang mengikat air. Misalnya pada pengeringan ekstrak pada suhu 50°C tanpa bahan pengisi memerlukan waktu 4980 menit sedangkan dengan tambahan 15% aerosil hanya memerlukan waktu 900 menit. Selain pengaruh suhu dan konsentrasi bahan pengisi terhadap kualitas fenol, diamati pula pengaruh jenis bahan pengisi terhadap nilai total fenol yang diperoleh. Pada 10 wt%, penambahan aerosil memberikan kualitas antioksidan yang lebih baik dibandingkan dengan MCC. Misalnya pada suhu pengeringan 60°C, nilai total fenol adalah 184 mg GA/g ekstrak kering (MCC) dan 196 mg GA/g ekstrak kering (aerosil). Hal ini dikarenakan waktu pengeringan dengan bahan pengisi aerosil pada konsentrasi yang sama lebih cepat, yaitu 1470 menit, 2 kali lebih cepat dibanding dengan MCC (2535 menit).

Analisa Total Flavonoid

Prinsip dari analisa total flavonoid adalah dengan menggunakan prinsip kolorimetrik. Besarnya total flavonoid ditentukan dengan menggunakan kurva standar. Kurva standar dibuat dengan menggunakan standar quercetine.

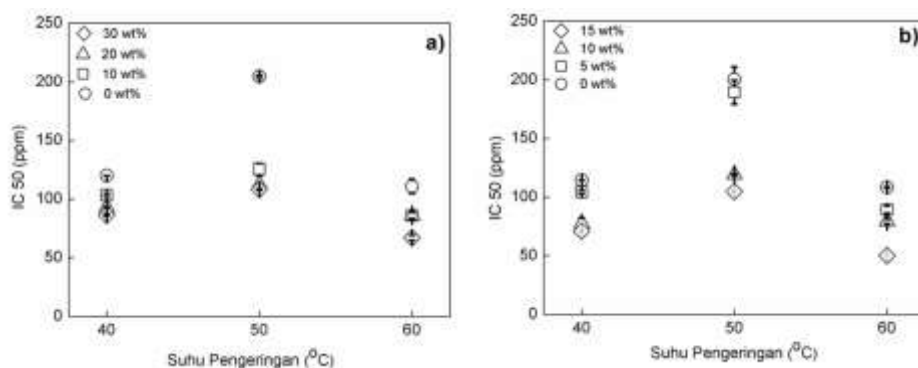
Gambar 4 menunjukkan pengaruh suhu pengeringan, konsentrasi bahan pengisi dan jenis bahan pengisi terhadap hasil analisa total flavonoid. Dari gambar tersebut terlihat bahwa kandungan total flavonoid tertinggi diperoleh pada suhu pengeringan 50°C. Pada temperatur 60°C telah terjadi degradasi pada senyawa flavonoid. Beberapa peneliti mengatakan bahwa proses pemanasan dapat mempengaruhi kerusakan senyawa fitokimia akibat adanya *thermal breakdown* yang akan merusak struktur sel (Zhang, D., & Hamazu, Y, 2004 dan Puupponen-Pimia, R, et al., 2005). Menurut Buchner, degradasi flavonoid bukan hanya disebabkan oleh suhu dan lama pengeringan, degradasi tersebut dapat pula bergantung pada parameter lainnya seperti pH, fitokimia, struktur bahan, dan keberadaan oksigen (Buchner, N dkk, 2006). Dari gambar 4 dapat dilihat pengaruh konsentrasi bahan pengisi terhadap hasil

analisa total flavonoid. Dari hasil tersebut terlihat kecenderungan yang sama seperti hasil analisa total fenol, yaitu total flavonoid semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi bahan pengisi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bagem Br. Sembiring yang menyatakan bahwa bahan pengisi dapat melindungi komponen aktif ekstrak dari kerusakan (Sembiring, Bagem Br. , 2009).



Gambar 4. Grafik total flavanoid sebagai fungsi suhu pengeringan dan konsentrasi filler (a) MCC (b) Aerosil

DPPH IC 50



Gambar 5. Grafik aktivitas antioksidan (IC₅₀) sebagai fungsi suhu pengeringan dan konsentrasi filler (a) MCC (b) Aerosil

Prinsip pengukuran aktivitas antioksidan dengan metode DPPH adalah berkurangnya intensitas warna ungu seiring meningkatnya jumlah antioksidan yang ditambahkan. Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam IC₅₀ yang menyatakan besarnya konsentrasi ekstrak yang diperlukan untuk meredam radikal bebas sebesar 50%. Artinya, semakin besar nilai IC₅₀, aktivitas antioksidannya semakin lemah. **Gambar 5** menunjukkan pengaruh suhu pengeringan, jenis dan konsentrasi bahan pengisi terhadap hasil analisa DPPH IC₅₀. Pada gambar tersebut terlihat bahwa hasil analisa DPPH IC₅₀ terbaik (nilai IC₅₀ terendah) diperoleh pada temperatur 60°C. Hal ini dikarenakan waktu pengeringan yang lebih singkat sehingga ekstrak lebih sedikit terekspos dengan panas. Semakin tinggi konsentrasi bahan pengisi maka nilai aktivitas antioksidan akan semakin meningkat. Pengeringan ekstrak kental dengan penambahan bahan pengisi pada konsentrasi tinggi akan memberikan peluang lebih besar bagi bahan pengisi untuk mengikat air dalam ekstrak, sehingga ekstrak akan lebih cepat menguap (Sembiring, Bagem Br. , 2009)

Kesimpulan

Ekstrak *Physalis angulata* yang berbentuk minyak (oleoresin) dapat dibuat menjadi bentuk *powder* dengan penambahan *filler* (bahan pengisi). Penelitian tentang berbagai efek variabel (suhu pengeringan, jenis dan konsentrasi bahan pengisi) pada pengeringan ekstrak *Physalis angulata* memberikan hasil bahwa semakin tinggi suhu, waktu pengeringan semakin cepat sehingga mempertahankan kandungan antioksidan pada ekstrak. Demikian pula penambahan bahan pengisi memberikan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan pengisi maka kandungan antioksidan semakin baik, karena bahan pengisi membantu menyerap air dan melindungi ekstrak dari kerusakan karena paparan panas. Total fenol dan IC₅₀ terbaik diperoleh pada suhu pengeringan 60°C, sedangkan total flavonoid terbaik diperoleh pada suhu 50 °C. Pada konsentrasi yang sama (10 wt%), aerosil memberikan nilai kualitas antioksidan yang lebih baik.



Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih atas dana riset dari Korea Institute of Science and Technology (KIST) melalui skema *KIST Alumnae Fund*.

Daftar Pustaka

- Abdullah, Muhammad. Inventarisasi Jenis-jenis Tumbuhan Berkhasiat Obat di Hutan Hujan Dataran Rendah Desa Nyamplung Pulau Karimunjaya. Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang. Semarang, 2010.
- Aliakbarian, B, Fathi, A, Perego, P, Dehghani, F. Extraction of antioxidants from winery wastes using subcritical water. *J. of Supercritical Fluids* 2012;65:18-24.
- Banker, G.S and Anderson, N.R. *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*, Lea and Febinger. Philadelphia, 1986.
- Buchner, N., Krumbein, A., Rhon, S. dan Kroh, L. W. Effect of thermal processing on the flavonols rutin and quercetin. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 2006; 20: 3229-3235.
- Chiang, H.C., Jaw, S.M. and Chen, C.F. Antitumor Agent, Physalin F from *Physalis angulata* L. *Anticancer Research* 1992; 12: 837-843.
- Demam, J.M. *Kimia Makanan*, ITB, Bandung: 1997.
- Garau, M. C., Simal, S., Roselló, C., & Femenia, A. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products. *Food Chem.* 2007; 104: 1014-1024.
- Gennaro, A.R. *Remington: The Science and Practice of Pharmacy*. Publishing Co Easton, PA, Mack. 1995; 19th Ed., Vol.2
- Hadisaputra, F.F. Uji Sitotoksik Ekstrak Etanol Kultir Akar Ciplukan (*Physalis angulata*) yang Ditumbuhkan pada Media Murashige-skoog dengan Peningkatan Konsentrasi Sukrosa terhadap Sel Myelemma. Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta, Skripsi, 2008.
- Ibanez, E, Kubatova, A, Senorans, F.J., Cavero, S, Reglero, G, Hawthorne, S.B. Subcritical Water Extraction of Antioxidant Compounds from Rosemary Plants. *J. Agric. Food Chem.* 2003; 51: 375-382.
- Jumari, Lilih K, Sri Utami. Biodiversitas Tumbuhan. Jurusan Biologi UNDIP, Semarang, 2003.
- Kinsella JE, Frankel E, German B, Kanner J. Possible mechanism for the protective role of the antioxidant in wine and plant foods. *Food Technol* 1993; 47: 85-89.
- Koswara, S. *Teknologi Enkapsulasi Flavor Rempah-rempah*, 2007
- Kritzer, P and Dinjus, E. An assessment of supercritical water oxidation (SCWO): Existing problems, possible solutions and new reactor concepts. *Chem. Eng. J* 2001; 83(3):207-214.
- Kumar, M.S.Y., Dutta, R., Prasad, D., Misra, K. Subcritical water extraction of antioxidant compounds from Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) leaves for the comparative evaluation of antioxidant activity. *Food Chem* 2011; 127: 1309-1316.
- Lin, Y.S., Chiang, H.C., Kan, W.S., Hone, E., Shih S.J., Won, M.H. Immunomodulatory Activity of Various Fractions Derived from *Physalis angulata* L. Extract. *American Journal Clinical Medicine* 1992; 20: 223-243.
- Puupponen-Pimia, R., Nuutila, A. M., Aarni, M., & Caldentey, O. K. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chemistry* 2003; 81(4): 485-493.
- Santoso dan Budi, H. *Ragam & Khasiat Tanaman Obat: Sehat Alami dari Halaman Asri*. Agromedia Pustaka, 2008, 12.
- Santos, J.A.A., Tomassini, T.C.B., Xavier, D.C.D., Ribeiro, L.M., Silva, M.T.G., Morais Filho, Z.B. Molluscicidal Activity of *Physalis angulata* L. Extracts and Fractions on *Biomphalaria tenagophila* (d'Orbigny, 1835) under Laboratory Conditions. *Memoria Instituto Oswaldo Cruz* 2003; 98: 425-428.
- Sembiring, B. dan Rizal, M. *Penyiapan Ekstrak Kering Jahe dan Temulawak sebagai Sumber Antioksidan*. *Symposium penelitian bahan obat alami XV*, Solo 9-10 November 2011: 338-348.
- Sembiring, Bagem Br. Pengaruh Konsentrasi Bahan Pengisi dan Cara Pengeringan terhadap Mutu Ekstrak Kering Sambiloto. *Bul.Litro*: 2009, 20 (2).
- Shahidi F. *Natural Antioxidants: an Overview*. In: Shahidi F, *Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects and Applications*. Champaign, IL: AOCS Press:1997, 1-7.
- Soares, M.B.P., Belintalini, M. C., Ribeiro, L.M., Tomassini, T.C.B., Santos, R.R. Inhibition of Macrophage Activation and Lipopolysaccharide-induced Death by Secosteroids Purified from *Physalis angulata* L. *European Journal of Pharmacology* 2003; 459: 107-112.
- Zhang, D., & Hamazu, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry* 2004; 88(4), 503-509.

