



The Optimization of Bioactive Compounds Continuous Extraction Conditions from *Phaleria macrocarpa* Fruit by Percolation Method

Susiana Prasetyo*, Fredi Santono, Tedi Hudaya

Undergraduate Programs in Chemical Engineering, Parahyangan Catholic University

Jl. Ciumbuleuit 94, Bandung 40141

Telp. (022)-2032655; Fax (022)-2032700

*E-mail: susianaprasetyo@yahoo.com

Abstract

Crown of god (Phaleria macrocarpa) one of many native Indonesia medicinal plants, possesses with a great potential as natural preservative, food supplement, and medicine due to its high bioactive compounds, especially antioxidant content. Despite of its high potential, local knowledge and applicable technology needed to isolate the precious content are still lacking. This study aimed to develop an effective method to get the highest possible yield of high quality extract from the Phaleria macrocarpa fruit. The method chosen was a non-destructive separation using liquid-solid extraction (leaching) operated in a continuous mode by percolation method. Fruits after some pretreatment were extracted using ethanol 70% v/v with the variation of 4 extraction conditions namely: temperature (26 to 52 °C), the ratio of bed length to column diameter (4 to 6), particle diameter (0,22 to 0,90 cm), and solvent flow rate (5 to 10 mL/min). The experimental design used was Response Surface Method-Box-Behnken design with 3 center points. The condition of extraction were varied in order to optimize % yield and DPPH equivalent. The optimum condition were found at temperature 39 °C; lb/dk 4; particle diameter 0,22 cm; solvent flow rate 10 mL/min with 93,25% yield and DPPH equivalent of 3,21 μmol DPPH/mg crude extract.

Keywords: antioxidant, ethanol 70 %, optimization, percolation method, *Phaleria macrocarpa*

Pendahuluan

Tanaman mahkota dewa dengan nama latin *Phaleria Macrocarpa* merupakan tanaman obat tradisional asli Indonesia yang berasal dari Papua. Tanaman ini dipercaya dapat mengobati berbagai penyakit, seperti kencing manis (diabetes melitus), hepatitis, penyakit jantung, kolesterol, hingga gangguan ginjal. Hal ini dikarenakan karena banyaknya zat aktif pada buah mahkota dewa (Harmanto, 2003). Zat aktif dalam buah mahkota dewa merupakan senyawa flavonoid yaitu kaempferol, myricetin, naringin, dan rutin. Senyawa-senyawa tersebut memiliki fungsi sebagai antioksidan yang dapat menangkal atau meredam senyawa radikal bebas dalam tubuh maupun makanan dengan menghambat proses oksidasi. Radikal bebas merupakan senyawa yang tidak stabil dan sangat aktif menyerang senyawa lain yang ada di sekitarnya. Selain menyebabkan berbagai penyakit berbahaya seperti kanker, radikal bebas dapat mengoksidasi senyawa lipid yang dapat mempercepat pembusukan makanan (Chasanah, 2010). Uji aktivitas antioksidan buah mahkota telah dilakukan oleh Hendra *et al* (2011). Uji aktivitas antioksidan secara kuantitatif akan menghasilkan suatu nilai yang dinamakan IC_{50} (disajikan pada Tabel 1), dapat dilihat bahwa buah mahkota dewa memiliki aktivitas antioksidan tertinggi bila dibandingkan dengan buah-buah lainnya. Antioksidan mahkota dewa dapat digunakan sebagai suplemen, kosmetik, farmasi, dan pengawet makanan alami.

Tabel 1 Perbandingan Nilai IC_{50} pada Beberapa Buah dan Mahkota Dewa

| Nama buah | Nilai IC_{50} (mg/mL) |
|----------------------------|-------------------------|
| Papaya | 3,500 |
| Belimbing | 3,800 |
| Jeruk | 5,400 |
| Pericarp buah mahkota dewa | 0,142 |
| Mesokarp buah mahkota dewa | 0,230 |

Sumber: Hendra *et al.*, 2011; Lim *et al.*, 2006



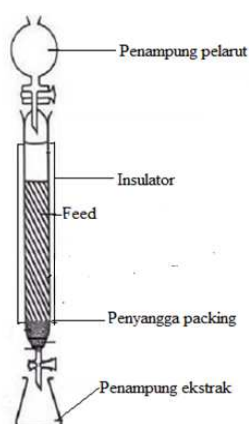
Ekstraksi senyawa bioaktif buah mahkota dewa umumnya dilakukan secara batch dengan pengontakan secara dispersi (Astuti *et al*, 2010). Lidya (2014) menggunakan pelarut etanol 70% v/v dan menghasilkan rendemen sebesar 0,4271 g *crude extract*/g umpan (basis kering) dan DPPH *equivalent* sebesar 2,6157 μmol DPPH/mg *crude extract* kering. Simanjuntak (2008) dengan menggunakan pelarut etil asetat menghasilkan ekstrak sebanyak 2,3vgram yang mengandung β sitosterol, stigmasterol dan sikloargentol. Penggunaan pelarut etanol 70% didasarkan pada penelitian Lidya (2014) sehingga menghasilkan *yield crude extract* yang dan DPPH *equivalent* yang maksimal dibandingkan dengan Ariffianli (2014) yang menggunakan pelarut etil asetat 8,85 %v/v dan Kurniawan (2014) yang menggunakan pelarut aseton 70% v/v.

Di Indonesia, pengolahan dan produksi produk dari bahan alami sebagian besar dilakukan oleh industri skala kecil sehingga kendala utama industri ini adalah kapasitas produksinya yang masih terbatas. Peningkatan kapasitas produksi dapat dilakukan dengan *scale-up*, namun memerlukan optimasi kondisi proses ekstraksi terlebih dahulu agar menghasilkan proses yang optimum dan efisien. Selain masalah kuantitas produk masalah kualitas juga menjadi kendala pada proses pengolahan dan produksi produk dari bahan alami. Usaha peningkatan kualitas produk dalam negeri sangat dibutuhkan, salah satunya adalah dengan meningkatkan teknologi pengolahan yang aplikatif untuk industri kecil menengah. Pada penelitian ini digunakan ekstraksi senyawa bioaktif buah mahkota dewa yang dilangsungkan secara kontinu dengan pengontakan secara perkolasi. Pada pengontakan secara perkolasi, padatan disusun menjadi unggun tetap, kemudian pelarut baru dialirkan secara kontinu dan kontak terjadi secara bertahap sehingga *driving force* selalu terjadi dan diharapkan dapat mengekstraksi hampir semua kandungan senyawa bioaktif buah mahkota dewa yang pada akhirnya menghasilkan *yield crude extract* yang maksimal.

Metodologi

Pada tahap awal penelitian dilakukan perlakuan awal terhadap buah mahkota dewa, meliputi pencucian, untuk menghilangkan pengotor yang melekat pada buah pasca panen; pemotongan untuk memisahkan buah dari biji karena biji mahkota dewa mengandung racun yang dapat membuat bibir kaku dan kejang-kejang (Harmanto,2003); pengecilan ukuran untuk meningkatkan kontak antara udara pengering dengan buah mahkota dewa sehingga pengeringan lebih efisien dan optimal, mendistribusikan komponen bioaktif pada permukaan sehingga meningkatkan luas permukaan kontak buah dengan pelarut sehingga memudahkan pelarut dan difusi komponen bioaktif ke fasa *bulk*; serta pengeringan menggunakan *tray drier* pada temperatur 40°C hingga kadar air 7-10% untuk menonaktifkan enzim menyebabkan pencoklatan yakni enzim polifenol oksidase (Goult, 2000) yang dapat mengoksidasi senyawa fenol dari buah mahkota dewa sehingga dapat mengurangi aktivitas antioksidan produk yang diperoleh.

Ekstraksi menggunakan pelarut etanol 70 %-v/v di dalam sebuah kolom perkolator dengan 3,5 cm dengan tinggi 21 cm (rangkaiannya disajikan pada Gambar 1). Rancangan percobaan yang digunakan adalah *Response Surface – Box-Behnken Design* dengan 3 *center points*. Variabel yang divariasikan adalah temperatur ekstraksi sebanyak tiga level (26; 39; dan 52 °C); rasio tinggi unggun terhadap diameter kolom (Lb/dk) sebanyak tiga level (4; 5; dan 6); diameter partikel sebanyak tiga level (0,22; 0,56; dan 0,90 cm); serta laju alir pelarut sebanyak tiga level (5; 7,5 dan 10 mL/s). Proses ekstraksi dilakukan selama empat jam. Respon yang diamati berupa *yield crude extract* (metode gravimetri) dan aktivitas antioksidan (metode DPPH). Ekstraksi dilakukan selama empat jam untuk mendapatkan kondisi optimum ekstraksi dengan nilai *yield* dan DPPH *equivalent* yang paling maksimal.



Gambar 1 Rangkaian kolom perkolator

Hasil dan Pembahasan

Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan bantuan *software Design Expert* versi 7.0.0, hasilnya disajikan pada Tabel 2. *Yield crude extract* merupakan salah satu parameter keberhasilan proses ekstraksi yang dilakukan. Semakin banyak *crude extract* yang diperoleh maka semakin optimal proses ekstraksi yang dilakukan. Persamaan model *yield crude extract* sebagai fungsi dari variabel kondisi ekstraksi adalah:

$$\begin{aligned} \% \text{ Yield} = & 78,65 + 4,75(T) - 3,64(\text{Lb/Dk}) - 2,97(\text{dp}) + 7,81(\text{Qs}) - 3,31(T*\text{Lb/Dk}) - 4,24(T*\text{Dp}) \\ & + 3,57(\text{Lb/Dk}*Dp) + 2,14(\text{Lb/Dk}*Qs) + 0,14(Dp*Qs) - 1,020(Dp^2) + 1,52(Qs^2) - 6,77(T*Dp^2) \end{aligned} \quad (1)$$

dengan *p-value* sebesar 0,0067 dan nilai *R-squared* dan *adjusted R-squared* sebesar 0,7806 dan 0,5926.

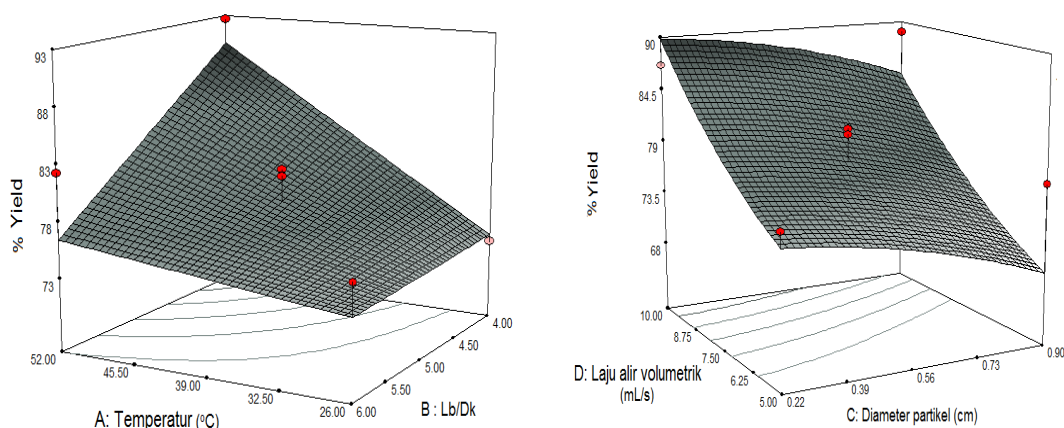
Tabel 2 Hasil Penelitian Kondisi Optimum Proses Ekstraksi

| Run | Faktor 1 | Faktor 2 | Faktor 3 | Faktor 4 | Respon 1 | Respon 2 |
|-----|----------|----------|----------|-----------|-----------|--|
| | T (°C) | Lb/Dk | Dp (cm) | Qs (mL/s) | Yield (%) | DPPH equivalent (µmol DPPH/ mg crude extract) |
| 1 | 39 | 4 | 0,90 | 7,5 | 70,7044 | 3,2154 |
| 2 | 39 | 6 | 0,56 | 5,0 | 60,5507 | 3,2408 |
| 3 | 39 | 5 | 0,56 | 7,5 | 75,5135 | 3,2375 |
| 4 | 39 | 5 | 0,22 | 5,0 | 75,9835 | 3,2304 |
| 5 | 39 | 5 | 0,90 | 10,0 | 88,8358 | 3,2402 |
| 6 | 26 | 4 | 0,56 | 7,5 | 73,5650 | 3,1528 |
| 7 | 26 | 5 | 0,22 | 7,5 | 74,9405 | 3,1522 |
| 8 | 26 | 5 | 0,90 | 7,5 | 79,4809 | 3,1741 |
| 9 | 39 | 6 | 0,56 | 10,0 | 85,2318 | 3,1782 |
| 10 | 26 | 5 | 0,56 | 5,0 | 70,9391 | 3,2125 |
| 11 | 39 | 4 | 0,22 | 7,5 | 93,2467 | 3,2420 |
| 12 | 39 | 4 | 0,56 | 5,0 | 72,8783 | 3,2137 |
| 13 | 39 | 5 | 0,56 | 7,5 | 80,9214 | 3,2134 |
| 14 | 26 | 6 | 0,56 | 7,5 | 76,4728 | 3,1932 |
| 15 | 52 | 6 | 0,56 | 7,5 | 82,3518 | 3,0495 |
| 16 | 39 | 6 | 0,90 | 7,5 | 67,7725 | 3,2127 |
| 17 | 52 | 5 | 0,56 | 5,0 | 74,5447 | 3,0641 |
| 18 | 52 | 5 | 0,22 | 7,5 | 79,3936 | 3,0862 |
| 19 | 39 | 5 | 0,56 | 7,5 | 81,5123 | 3,2159 |
| 20 | 26 | 5 | 0,56 | 10 | 83,1543 | 3,1380 |
| 21 | 39 | 5 | 0,90 | 5,0 | 77,1930 | 3,2078 |
| 22 | 52 | 5 | 0,90 | 7,5 | 66,9746 | 3,1166 |
| 23 | 39 | 5 | 0,22 | 10,0 | 87,0511 | 3,2018 |
| 24 | 52 | 4 | 0,56 | 7,5 | 92,6803 | 3,0513 |
| 25 | 39 | 6 | 0,22 | 7,5 | 76,0437 | 3,2183 |
| 26 | 52 | 5 | 0,56 | 10,0 | 92,5854 | 3,0306 |
| 27 | 39 | 4 | 0,56 | 10,0 | 89,0000 | 3,2202 |

ANOVA dan profil 3 dimensi pengaruh variabel kondisi ekstraksi terhadap *yield crude extract* disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur berbanding lurus terhadap *yield crude extract* yang diperoleh. Semakin tinggi temperatur, maka semakin besar pula *yield* yang dihasilkan (secara signifikan) karena semakin besar temperatur akan mengurangi viskositas pelarut dan *solute* sehingga pelarut dan *solute* menjadi lebih mudah berdifusi sehingga *resistance* perpindahan massa konvektif menurun dan semakin banyak *solute* yang dapat terekstrak dan berpindah ke fasa *bulk* (Treybal, 1981). Walaupun peningkatan temperatur akan menghasilkan *yield* yang tinggi, akan tetapi jika temperatur yang terlampaui tinggi akan mempengaruhi stabilitas *solute* karena komponen bioaktif mudah mengalami oksidasi maupun restukturisasi pada temperatur tinggi (Harborne, 1986). Temperatur tinggi dapat menyebabkan polimerisasi pada senyawa berikatan rangkap pada buah mahkota dewa (Dai dan Mumper, 2010). Senyawa fenolik dapat teroksidasi sehingga membentuk *quinone* yang akan terpolimerisasi lebih jauh menjadi senyawa polimer yang tidak larut, yaitu melanin (Jackson, 2000). Senyawa polimer ini akan menyebabkan *blocking* pada pori-pori maupun pada permukaan padatan sehingga menghalangi proses difusi pelarut ke dalam pori-pori matriks padatan sehingga akan membatasi jumlah pelarut yang dapat berkontak dengan *solute* yang pada akhirnya berdampak pada penurunan *yield*. Senyawa polimer yang terbentuk dapat meningkatkan kenonpolaran *solute* sehingga *solute* menjadi sukar larut sehingga diperlukan optimasi temperatur ekstraksi.

Tabel 3 ANOVA Pengaruh Kondisi Ekstraksi Terhadap *Yield Crude Extract*

| Sumber Perlakuan | Sum of Squares | DOF | Mean Square | F Value | p-value |
|---|----------------|-----|-------------|---------|---------|
| Temperatur (°C) | 180,7961 | 1 | 180,7961 | 6,4059 | 0,0240 |
| Lb/Dk | 158,7869 | 1 | 158,7869 | 5,6261 | 0,0326 |
| Diameter partikel (cm) | 106,1945 | 1 | 106,1945 | 3,7627 | 0,0728 |
| Laju alir volumetrik (mL/s) | 732,7209 | 1 | 732,7209 | 25,9616 | 0,0002 |
| Temperatur -Lb/Dk | 43,7997 | 1 | 43,7997 | 1,5519 | 0,2333 |
| Temperatur - Diameter partikel | 71,9049 | 1 | 71,9049 | 2,5477 | 0,1328 |
| Lb/Dk - Diameter partikel | 50,9157 | 1 | 50,9157 | 1,8040 | 0,2006 |
| Lb/Dk - Laju alir volumetric | 18,3158 | 1 | 18,3158 | 0,6490 | 0,4340 |
| Diameter partikel - Laju alir volumetrik | 0,0827 | 1 | 0,0827 | 0,0029 | 0,9576 |
| Diameter partikel ² | 6,6732 | 1 | 6,6732 | 0,2364 | 0,6343 |
| Laju alir volumetrik ² | 14,7830 | 1 | 14,7830 | 0,5238 | 0,4811 |
| Temperatur - Diameter partikel ² | 122,1206 | 1 | 122,1206 | 4,3270 | 0,0564 |
| Residual | 395,1256 | 14 | 28,2233 | | |
| Total | 1801,3454 | 26 | | | |



Gambar 2 Profil 3 dimensi pengaruh variabel ekstraksi terhadap *yield crude extract*

Semakin besar Lb/Dk akan meningkatkan gaya berat sehingga seringkali dijumpai fenomena pematatan unggun yang berdampak pada berkurangnya luas kontak antara pelarut dan padatan akibat mengecilnya fraksi lowong yang terbentuk yang pada akhirnya justru akan meningkatkan tahanan perpindahan massa dan menurunkan yield yang diperoleh walau sebenarnya terjadi peningkatan waktu tinggal (kontak).

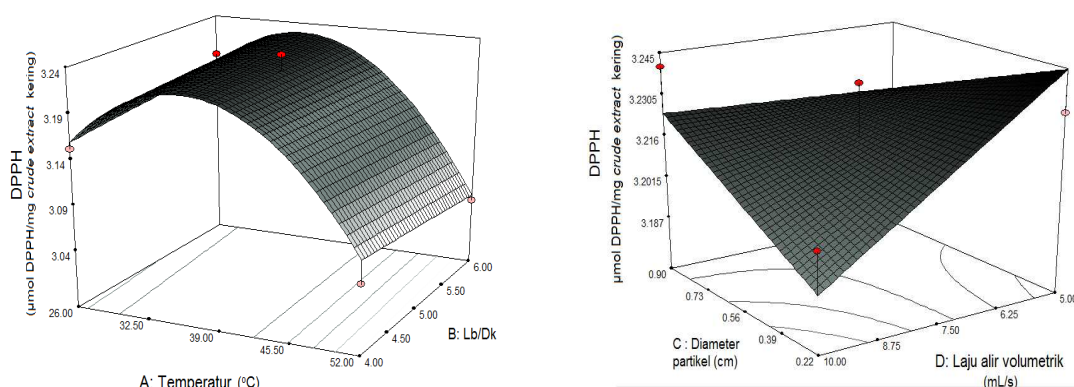
Bila ditinjau dari pengaruh diameter partikel padatan, hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter partikel berbanding terbalik dengan *yield* yang dihasilkan, namun pengaruhnya tidak signifikan. Pada prinsipnya, *solute* (komponen bioaktif mahkota dewa) terdapat di dalam organel sel, akan tetapi keberadaan dinding sel pada tanaman akan menghambat proses ekstraksi *solute* sehingga diperlukan pengecilan ukuran material biologis sebelum dilakukannya proses ekstraksi. Akan tetapi, ukuran yang terlalu kecil akan menyebabkan berkurangnya fraksi lowong sehingga akan meningkatkan tahanan perpindahan massa pada unggun. Oleh karena itu, dibutuhkan proses optimasi pada penggunaan diameter yang akan digunakan pada proses ekstraksi sehingga didapatkan *yield* yang maksimal. (Treybal, 1981; Geankoplis, 1993; Myint *et al*, 1995).

Bila ditinjau dari pengaruh laju alir volumetrik pelarut (Q_s), hasil penelitian menunjukkan bahwa laju alir volumetrik pelarut berbanding lurus terhadap *yield* secara signifikan dengan *yield* maksimal diperoleh pada laju alir 10 mL/s. Semakin besar laju alir pelarut akan memperbanyak molekul *solvent* yang dapat berinteraksi dengan *solute* yang terdapat pada permukaan maupun di dalam pori matriks padatan. Pada umumnya, proses ekstraksi akan berlangsung lebih efisien pada laju alir volumetrik yang rendah karena konsumsi energi yang rendah. Penggunaan volume pelarut dalam jumlah banyak untuk laju alir volumetrik pelarut yang besar membutuhkan energi yang lebih besar dan waktu yang lebih lama untuk memisahkan pelarut sehingga dapat menyebabkan pemborosan biaya dalam operasi ekstraksi. Selain konsumsi energi yang rendah, laju alir volumetrik pelarut yang rendah akan meningkatkan waktu tinggal di dalam perkolator sehingga memperbesar kontak antara pelarut dengan padatan yang seharusnya akan meningkatkan *yield* yang diperoleh sehingga optimasi laju alir volumetrik pelarut perlu dilakukan (Myint, *et al*, 1995; Yuliyanti, 2013).

Aktivitas antioksidan menunjukkan kualitas *crude extract* yang diperoleh. ANOVA pengaruh variabel ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan disajikan pada Tabel 4. Model yang dipilih memberikan nilai *p-value* sebesar 0,0032 dengan nilai *R-squared* dan *adjusted R-squared* sebesar 0,9151 dan 0,8701 dengan persamaan sebagai berikut:
 $DPPH\ equivalent\ (\mu mol\ DPPH/mg\ crude\ extract\ kering) = 0,1035 + 0,0325(T) + 0,0001(Lb/Dk) - 0,0001(dp) + 0,0021(Qs) + 0,004(T*Lb/Dk) + 0,0001(T*Dp) + 0,0004(T*Qs) + 0,0001(Lb/Dk*Qs) + 0,677(T^2)$ (2)

Tabel 4 ANOVA Pengaruh Temperatur, Lb/Dk, Diameter Partikel, dan laju alir volumetrik larutan terhadap DPPH Equivalent

| Sumber perlakuan | Sum of squares | Dof | Mean Square | F Value | p-value |
|---------------------------------|----------------|-----|-------------|----------|---------|
| Model | 0,1035 | 9 | 0,0115 | 20,3561 | 0,0032 |
| Temperatur | 0,0325 | 1 | 0,0325 | 57,5515 | 0,0032 |
| Lb/Dk | 0,0001 | 1 | 0,0000 | 0,0011 | 0,9741 |
| Diameter partikel | 0,0001 | 1 | 0,0001 | 0,1895 | 0,6688 |
| Laju alir volumetric | 0,0021 | 1 | 0,0021 | 3,7881 | 0,0683 |
| Temperatur-Lb/Dk | 0,0004 | 1 | 0,0004 | 0,7874 | 0,3873 |
| Temperatur-Diameter partikel | 0,0001 | 1 | 0,0000 | 0,0325 | 0,8590 |
| Temperatur-Laju alir volumetric | 0,0004 | 1 | 0,0004 | 0,7401 | 0,4016 |
| Lb/Dk-Laju alir volumetric | 0,0001 | 1 | 0,0001 | 0,1935 | 0,6655 |
| Temperatur ² | 0,0677 | 1 | 0,0677 | 119,9210 | 0,0001 |
| Residual | 0,0096 | 17 | 0,0006 | | |
| Total | 0,1131 | 26 | | | |



Gambar 3 Profil 3 Dimensi Pengaruh Variabel Ekstraksi Terhadap DPPH Equivalent

Pada Gambar 3 ditampilkan profil 3 dimensi pengaruh variabel ekstraksi terhadap *DPPH equivalent*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan mencapai kondisi maksimal pada temperatur 39°C. Temperatur ekstraksi yang semakin tinggi akan meningkatkan kelarutan *solute* sehingga kandungan senyawa bioaktif buah mahkota dewa yang dapat terekstrak akan semakin banyak dan variatif (Radojkovic *et al*, 2012) yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan aktivitas antioksidan. Namun, apabila temperatur yang terlampaui tinggi akan menurunkan selektivitas pelarut terhadap komponen bioaktif mahkota dewa karena komponen pengotor pun akan meningkat kelarutannya dan kemungkinan degradasi komponen bioaktif buah mahkota dewa akibat temperatur yang terlampaui tinggi yang pada akhirnya akan menurunkan aktivitas antioksidan. Sebagian besar senyawa antioksidan yang terdapat pada buah mahkota dewa bersifat polar yaitu senyawa flavonoid dan fenolik (Treybal, 1981; Radojkovic, *et al*, 2012). Dalam penelitian ini, temperatur 52°C belum mengalami degradasi yang signifikan, hanya menurunkan sedikit aktivitas antioksidannya bila dibandingkan dengan temperatur 39°C.

Aktivitas antioksidan tidak mengalami perubahan secara signifikan terhadap pengaruh rasio Lb/Dk, diameter partikel, dan laju alir volumetrik pelarut. Hal ini dikarenakan rasio Lb/Dk, diameter partikel dan laju alir volumetrik pelarut hanya mempengaruhi laju ekstraksi tanpa menggeser kesetimbangan sehingga tidak mempengaruhi kualitas ekstrak yang dihasilkan (ekstrak yang dihasilkan memiliki komposisi senyawa bioaktif yang sama) (Treybal, 1981; Geankoplis, 1993).



Kesimpulan

Hasil optimasi yang diperoleh dari *Design Expert* versi 7.0 menunjukkan bahwa kondisi ekstraksi yang menghasilkan respon *yield*, dan aktivitas antioksidan (DPPH *equivalent*) yang maksimal adalah pada temperatur sebesar 39 °C; rasio Lb/Dk sebesar 4; diameter partikel sebesar 0,2244 cm; dan laju alir volumetrik pelarut sebesar 10 mL/s dengan *yield* sebesar 93,25% dan DPPH *equivalent* 3,21 µmol DPPH/mg *crude extract* kering.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dikti) yang telah mendanai penelitian ini melalui proyek penelitian unggulan Ekstraksi, Isolasi, dan Uji Keaktifan Senyawa Aktif Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*) sebagai Pengawet Makanan Alami berdasarkan kontrak No 1102/K4/KM/2014 sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Daftar Notasi

T = Temperatur [°C]
Lb = Tinggi unggun [cm]
Dk = Diameter kolom [cm]
Qs = Laju alir volumetrik pelarut [mL/s]

Daftar Pustaka

- Ariffianli, D., 2014, Studi Ekstraksi Batch Pengontakan Dispersi Senyawa Bioaktif Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*) dengan Pelarut Etil Asetat 8,85 %-v/v, *Prosiding Seminar UPN 2014 (5 Maret)*
- Astuti, E., et al, (2006), Uji Sitotoksitas Ekstrak Daging dan Biji Buah *Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl terhadap Sel Mononuklir Normal Perifer Manusia, *Indo. J. Chem*, 6 (2), pp. 212-218
- Dai dan Mumper, 2010, Plant phenolics : Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties, *Molecules*, 15, pp. 7313-7352
- Dyah, N. dan Firman, 2008, *Mahkota Dewa dan Manfaatnya*, Bekasi : Ganeca
- Geankoplis, C.J., 1993, *Transport Processes and Unit Operation*, New Jersey : Prentice-Hall International, Inc.
- Hendra, R., et al, 2011, Antioxidant, Anti-inflammatory and Cytotoxicity of *Phaleria macrocarpa* (Boerl.) Scheff Fruit, *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 11, pp. 110-119
- Jackson, R.S., 2000, *Wine Science : Principles, Practice, Perception*, California : Academic Press
- Kurniawan, L., 2014, Studi Ekstraksi Batch Pengontakan Dispersi Senyawa Bioaktif Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*) dengan Pelarut Aseton 70%-v/v, *Prosiding Seminar UPN 2014 (5 Maret)*
- Lidya, M., 2014, Studi Ekstraksi Batch Pengontakan Dispersi Senyawa Bioaktif Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*) dengan Pelarut Etanol 70%-v/v, *Prosiding Seminar UPN 2014 (5 Maret)*
- Majumdar, G.C., et al, 1995 Modelling Solvent Extraction of Vegetable Oil in a Packed Bed, *Journal of American Oil Chemist Society*, 72 (9), pp 971-979
- Myint, S., et al, 1995, Determination of Optimal Conditions for Extraction of Alcohol-soluble Eugenol Containing Material from Cloves, *Pertanika J. Sci. & Technol*, 3 (1), pp. 99-106
- Radojkovic, et al., 2012, Optimization of Solid-Liquid Extraction of Antioxidants from Black Mulberry Leaves by Response Surface Methodology, *Food Technol. Biotechnol.*, 50 (2), pp. 167-176
- Shahidi, F., 1997, *Natural Antioxidant : Chemistry, Health Effects, and Applications*, USA : American Oil Chemists Society Press
- Simanjuntak, P., 2008, Identifikasi Senyawa Kimia dalam Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*), *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, Vol.6, No.1, pp 23-28
- Treybal, R.E., 1981, *Mass-Transfer Operations*, Singapore : McGraw-Hill, Inc.





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Suhartono (Universitas Jenderal Ahmad Yani Bandung)

Notulen : Handrian (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)

- Penanya : Sri Sudarmi (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)

Pertanyaan :
 - Berapakah diameter kolom ?
 - Pengaruh laju alir, tinggi kolom terhadap ekstraksi ?

Jawaban : Mengisi pelarut setinggi unggun dengan tidak mengalirkan pelarut sama sekali lalu pelarut tersebut dikeluarkan dan ditampung pada gelas ukur untuk mengukur volume yang tertampung.

Fraksi lowong =
$$= \frac{\text{Volume yang Tertampung}}{\text{Volume Kolom}} = \frac{\text{Volume yang Tertampung}}{\text{t.t.m.d}^2 \cdot h}$$
- Penanya : Suhartono (Teknik Kimia Universitas Jenderal Ahmad Yani Bandung)

Pertanyaan : Penjelasan dari Tabel ANAVA ?

Jawaban : Jika P Value < 0,05 menunjukkan variabel tersebut berpengaruh sangat signifikan.

