

## Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Adsorben terhadap Sifat Fisis Tablet Ekstrak Etanol Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L*) yang Dibuat dengan Metode Kempa Langsung

C.I.S. Arisanti, I.G.N.J.A. Prasetia, dan I.M.A.G. Wirasuta

Jurusan Farmasi, Fakultas MIPA, Universitas Udayana

Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80361

Email: cokorda\_arisanti@unud.ac.id

Diterima: 5-Apr-2017    Diperbaiki: 05-Mei-2017    Disetujui: 29-Mei-2017

### ABSTRAK

**Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Adsorben terhadap Sifat Fisis Tablet Ekstrak Etanol Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L*) yang Dibuat dengan Metode Kempa Langsung.** Kandungan antosianin ubi jalar ungu yang stabil dan dalam konsentrasi yang tinggi dibandingkan dengan sumber antosianin yang lain, membuat simplisia ini potensial dikembangkan menjadi sediaan tablet. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan tablet ekstrak ubi jalar ungu yang memenuhi persyaratan Farmakope Indonesia. Dalam penelitian ini ekstrak kering ubi jalar ungu diperoleh dengan menambahkan 5 jenis adsorben ke dalam ekstrak etanol ubi jalar ungu. Adsorben yang ditambahkan antara lain Avicel®, Aerosil®, amilum jagung, amilum singkong dan amilum singkong *fully pregelatinized* pada konsentrasi 50 dan 67%. Ekstrak kering yang memiliki sifat alir dan kompresibilitas yang baik kemudian dibuat menjadi tablet menggunakan metode kempa langsung. Tablet yang diperoleh kemudian diuji keseragaman bobot, keseragaman ukuran, kekerasan, kerapuhan dan waktu hancur. Jenis dan konsentrasi adsorben berpengaruh terhadap sifat fisik tablet ekstrak ubi jalar ungu yang dihasilkan. Tablet yang dibuat dengan amilum singkong *fully pregelatinized* pada konsentrasi 67% menghasilkan tablet yang paling memenuhi persyaratan sifat fisis tablet. Penggunaan adsorben untuk menghasilkan ekstrak kering ubi jalar ungu terbukti mampu menghasilkan tablet herbal yang memenuhi persyaratan Farmakope Indonesia.

**Kata kunci:** adsorben, amilum jagung, amilum singkong, *fully pregelatinized*, ubi jalar ungu

### ABSTRACT

**The Effect of Adsorbent Type and Concentration on Physical Properties of Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas L*) Ethanol Extract Tablet Prepared using**

***Direct Compression Method.*** The purple sweet potato anthocyanin content is stable and in high concentration compared to other anthocyanin sources, making this potentially developed into tablets. The purpose of this research is to get the purple sweet potato extract tablet that meets the requirements of Pharmacopoeia Indonesia. In this study, the extract of purple sweet potato extract was obtained by adding five types of adsorbent into purple sweet potato ethanol extract. Added adsorbents include Avicel®, Aerosil®, starch maize, cassava starch and cassava starch fully pre-gelatinized at concentrations of 50 and 67%. Dry extracts that have good flow and compressibility properties are then made into tablets using direct compression methods. The tablets obtained were then tested for uniformity of weights, size, hardness, fragility, and disintegration time. The type and concentration of adsorbent affect the physical properties of purple sweet potato extract tablets produced. Tablets made with cassava starch are fully pre-gelatinized at 67% concentration resulting in tablets that best meet the physical properties of tablets. The use of adsorbent to produce dried purple sweet potato extract proved able to produce herbal tablets that meet the requirements of Pharmacopoeia Indonesia.

***Keywords:*** adsorbent, corn starch, cassava starch, fully pre-gelatinized, purple sweet potato

## **PENDAHULUAN**

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L.*) merupakan simplisia yang memiliki warna ungu yang kuat akibat kandungan antosianin yang tinggi pada umbinya [1,2]. Penelitian terhadap farmakologi antosianin ini membuktikan bahwa senyawa kimia ini berfungsi sebagai hepatoprotektor melalui penekanan produksi mediator inflamasi sekaligus meningkatkan aktivitas enzim alanin aminotransferase dan aspartate aminotransferase [3]. Selain itu, tanaman ini juga mampu mencegah aterosklerosis dimana ekstrak umbi jalar ungu mampu menurunkan kolesterol total darah kelinci yang diinduksi dengan makanan tinggi kolesterol dan berperan sebagai ACE-inhibitor yang mampu menurunkan tekanan darah sistolik pada sukarelawan [4,5]. Pada penelitian lain antosianin juga terbukti sebagai anti-aging dan anti tumor [6]. Oleh sebab itu ubi jalar ungu sangat potensial dikembangkan menjadi sediaan yang populer di masyarakat misalnya sediaan tablet.

Selain mengandung antosianin, ubi jalar ungu juga mengandung gula reduksi yang cukup tinggi [7]. Diketahui bahwa zat yang mengandung gula yang tinggi dan memiliki berat molekul yang rendah, pada kelembaban udara yang tinggi akan bersifat higroskopis, kohesif sehingga akan kehilangan sifat alirnya. Ketika zat ini dikeringkan, maka akan terbentuk pasta yang akan menyulitkan pada proses pembuatan sediaan khususnya sediaan tablet [8].

Untuk mengatasi masalah tersebut maka dibutuhkan adsorben misalnya maltodekstrin, anticaking agent, maltodekstrin karbohidrat termodifikasi [9-12]. Bahan tambahan ini mampu menyerap cairan dalam jumlah yang besar [13]. Selain itu, penambahan adsorben juga dimaksudkan untuk melindungi zat berkhasiat dari pengaruh lembab, meningkatkan homogenitas campuran dan mengurangi gaya kohesi maupun adhesi akibat bahan dalam sediaan tablet [10,14]. Berdasarkan hal tersebut maka dalam penelitian ini digunakan adsorben sebagai pengering ekstrak dalam upaya mengembangkan sediaan tablet ubi jalar ungu. Adsorben yang digunakan pada penelitian ini adalah Aerosil®, Avicel® pH 101, amilum jagung, amilum singkong maupun amilum singkong *fully pregelatinized*. Kelima jenis adsorben ini merupakan bahan yang umum digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan sediaan farmasi, memiliki kemampuan mengikat air pada ekstrak dan bersifat ekonomis [15].

Amilum memiliki kemampuan mengikat air yang terdapat dalam ekstrak. Pada sediaan padat seperti tablet, amilum digunakan untuk meningkatkan daya alir, waktu hancur dan kekerasan tablet [15]. Penggunaan amilum jagung dengan perbandingan ekstrak dengan adsorben sebesar 1:2 mampu menghasilkan tablet ekstrak Liu Wei Di Huang dengan sifat fisis yang memenuhi persyaratan [14].

Avicel® PH 101 berfungsi sebagai bahan pengikat kering yang banyak digunakan dalam metode kempa langsung. Disamping itu bahan tambahan ini merupakan bahan penghancur dan pengisi pada tablet [15,16]. Avicel® PH 101 memiliki potensi dilusi yang baik dan bersifat deformasi plastis sehingga memiliki kompatibilitas yang baik pada tekanan yang rendah serta berfungsi sebagai pelumasan yang mampu meningkatkan kompatibilitas tablet [17,18]. Penggunaan Avicel® PH 101 pada perbandingan ekstrak : adsorben 2:1 mampu menghasilkan tablet dengan waktu hancur yang memenuhi persyaratan [16].

Aerosil® merupakan bahan yang dapat mengurangi interaksi partikel satu sama lain sehingga kohesifitas antara partikel akan berkurang. Meskipun Aerosil® dapat menarik lembab hingga 40% dari massanya, jenis bahan ini mampu mempertahankan daya alirnya [19,20]. Tablet ekstrak daun biji yang dibuat menggunakan Aerosil® sebagai bahan tambahan mampu menghasilkan tablet ekstrak daun jambu biji dengan kekerasan, kerapuhan dan waktu disintegrasi yang memenuhi persyaratan [17].

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan tablet ekstrak ubi jalar ungu menggunakan variasi adsorben yaitu Aerosil®, Avicel® PH 101, amilum jagung, amilum singkong, dan amilum singkong *fully pregelatinized* dengan perbandingan ekstrak dan adsorben masing-masing sebesar 50 dan 67% yang bertujuan untuk memperoleh tablet yang memenuhi persyaratan Farmakope Indonesia.

## **METODE PERCOBAAN**

### *Bahan dan Alat*

Umbi ubi jalar ungu dan singkong diperoleh dari Desa Sanggulan, Kecamatan Kediri, Kabupaten Tabanan, Bali. Etanol 70% diperoleh dari Bratachem. Asam sitrat, Kalium Klorida, Asam Klorida, Natrium asetat, Aerosil® Avicel® PH 101, amilum jagung dan magnesium stearat diperoleh dari CV Quadrant, Bandung.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan elektrik (ADAM AFP-360 L), oven (Binder), heater (Corning PC-420D), jangka sorong digital (KRISBOW KW0600351), stopwatch, spektrofotometer UV-vis (CAMAG), mesin tablet *single punch*, alat penguji waktu hancur (Erweka Tipe ZT X 20), alat penguji kerapuhan (Erweka Tipe TA/TR 120), alat penguji kekerasan (Erweka Tipe TBH 225).

### *Ekstraksi Umbi Ubi Jalar Ungu*

Metode ekstraksi yang digunakan merupakan metode yang dikembangkan oleh Kristina dkk [21]. Sebanyak 1 kg serbuk umbi ubi jalar ungu dimaserasi dengan 3 L etanol 70% yang diasamkan dengan asam sitrat 3% pada perbandingan 85:15 (v/v). Campuran kemudian ditempatkan dalam toples kaca sambil sesekali diaduk. Setelah 24 jam, campuran disaring dengan kertas saring dan ampas dimaserasi kembali. Maserat yang diperoleh dikumpulkan dan dipekatkan dengan *vacuum rotary evaporator* pada suhu 40°C dengan tekanan  $\pm 70$ -80 mbar. Maserat yang telah dipekatkan tersebut kemudian diuapkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 48 jam.

### *Pembuatan Tablet Ekstrak Etanol Ubi Jalar Ungu*

Ekstrak kental ubi jalar ungu yang diperoleh dicampur dengan lima jenis adsorben yaitu Aerosil®, Avicel® PH 101, amilum jagung, amilum singkong dan amilum singkong fully pregelatinized pada perbandingan antara ekstrak dan adsorben 1:1 dan 1:2. Campuran kemudian digerus hingga homogen. Ke dalam massa serbuk yang terbentuk kemudian ditambahkan magnesium stearat. Campuran yang dihasilkan kemudian diuji sifat alir dan kompresibilitasnya sebelum dikempa menjadi tablet.

### *Uji Waktu Alir, Sudut Diam, dan Kompresibilitas Serbuk*

Untuk uji waktu alir, sebanyak 25 g serbuk ekstrak etanol ubi jalar ungu dimasukkan secara perlahan melalui tepi corong ke dalam corong. Kemudian, tutup corong bagian bawah, dibuka secara perlahan-lahan dan serbuk dibiarkan mengalir keluar. Waktu (detik) yang diperlukan sampai semua serbuk ekstrak ubi jalar ungu melewati corong dihitung menggunakan stopwatch [22] dan dicatat.

Uji sudut diam dilakukan dengan cara menuangkan secara perlahan 25 g serbuk kering ekstrak etanol umbi ubi jalar ke dalam corong yang bagian bawahnya tertutup melalui tepi corong. Tutup corong bagian bawah dibuka secara perlahan-lahan dan serbuk ekstrak umbi ubi jalar ungu dibiarkan mengalir keluar hingga membentuk kerucut. Jari-jari dan tinggi serbuk ekstrak umbi ubi jalar ungu yang berbentuk kerucut tersebut lalu diukur [22].

Kompresibilitas ditentukan dari bobot jenis nyata dan bobot jenis mampat. Kompresibilitas serbuk ditentukan dengan menghitung persen kompresibilitas.

#### *Uji Sifat Fisis Tablet Ekstrak Ubi Jalar Ungu*

Keseragaman ukuran tablet yang dihasilkan diuji dengan mengambil secara acak 20 tablet, lalu diukur ketebalan dan diameter masing-masing tablet [23]. Keseragaman bobot diukur dengan cara menimbang 20 tablet dengan seksama dan dihitung bobot rata-ratanya. Kemudian 20 tablet tersebut ditimbang satu per satu dan dibandingkan dengan bobot rata-rata tablet. Persyaratan keseragaman bobot tablet yang ditetapkan untuk tablet dengan bobot lebih dari 300 mg adalah tidak lebih dari 2 tablet yang bobotnya menyimpang dari bobot rata-rata lebih besar dari 5% dan tidak ada satu tablet pun yang bobotnya menyimpang dari bobot rata-rata lebih dari 10% [24].

Uji kekerasan tablet dilakukan menggunakan alat uji kekerasan. Sebanyak 10 tablet diletakkan satu persatu pada landasan mesin uji kekerasan. Angka yang ditunjukkan pada skala menunjukkan kekerasan tablet dalam satuan kg [25].

Uji kerapuhan tablet dilakukan dengan penimbangan tablet dengan bobot keseluruhan mendekati 650 mg. Kemudian seluruh tablet dimasukkan ke dalam alat uji kerapuhan dan alat dijalankan pada kecepatan 25 rpm selama 4 menit. Setelah selesai, tablet dibersihkan dari debu dan ditimbang kembali dengan seksama dan dihitung persen bobot tablet yang hilang [25].

Uji waktu hancur tablet dilakukan dengan memasukkan tablet ke dalam keranjang alat disintegrator dan satu cakram dimasukkan pada tiap tabung. Media yang digunakan di dalam tabung adalah air bersuhu  $37 \pm 2^\circ\text{C}$ . Waktu hancur tablet dihitung dari mulai saat keranjang tercelup sampai semua tablet harus hancur sempurna [24]. Sebanyak 6 tablet yang diambil secara acak diuji waktu hancurnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari Tabel 1 kita dapat mengetahui sifat alir ekstrak kering ubi jalar ungu yang diperoleh melalui penambahan beberapa jenis adsorben pada dua

macam konsentrasi. Sifat alir ekstrak ubi jalar ungu dapat diketahui dengan melakukan pengukuran sifat alir dan kompresibilitas serbuk. Umumnya partikel yang memiliki kecepatan alir lebih dari 4-10 g/detik, sudut diam kurang dari 31-35°, kompresibilitas 12-16% dan rasio Hausner kurang dari 1,25 memiliki sifat alir yang baik [23]. Sifat alir yang baik sangat diperlukan dalam mengembangkan sediaan tablet yang menggunakan metode kempa langsung. Sifat alir yang baik akan mempengaruhi keseragaman bobot tablet yang selanjutnya akan mempengaruhi keseragaman dosis pada setiap sediaan yang dihasilkan [26].

**Tabel 1.** Sifat alir dan kompresibilitas serbuk kering ubi jalar ungu

<b>Nama Sampel</b>	<b>Kecepatan alir (g/detik)</b>	<b>Sudut diam (derajat)</b>	<b>Indek Kompresibilitas (%)</b>	<b>Rasio Hausner</b>
<b>A</b>	2,60 ± 0,04	49,67 ± 0,19	20,38 ± 2,16	1,27 ± 0,02
<b>B</b>	3,85 ± 0,08	45,52 ± 0,56	16,9 ± 0,04	1,33 ± 0,02
<b>C</b>	4,80 ± 0,03	38,84 ± 0,57	15,43 ± 0,17	1,32 ± 0,01
<b>D</b>	9,56 ± 0,09	26,78 ± 0,44	14,52 ± 0,85	1,27 ± 0,02
<b>E</b>	Tidak mampu mengalir	Tidak membentuk sudut diam	28,61 ± 2,93	1,38 ± 0,02
<b>F</b>	Tidak mampu mengalir	Tidak membentuk sudut diam	30,52 ± 0,35	1,35 ± 0,01
<b>G</b>	6,70 ± 0,07	31,35 ± 0,31	14,54 ± 0,38	1,38 ± 0,02
<b>H</b>	10,68 ± 0,11	26,94 ± 0,06	12,12 ± 0,30	1,23 ± 0,03
<b>I</b>	2,99 ± 0,02	32,83 ± 0,12	14,59 ± 1,61	1,23 ± 0,02
<b>J</b>	4,95 ± 0,07	31,79 ± 0,03	12,89 ± 0,31	1,18 ± 0,01

Rasio antara ekstrak dengan adsorben dan jenis adsorben mempengaruhi laju alir ekstrak kering ubi jalar ungu secara signifikan. Penggunaan amilum singkong meningkatkan laju alir ekstrak kering ubi jalar ungu secara signifikan. Di sisi lain, Aerosil® menurunkan laju alir secara signifikan. Aerosil berfungsi sebagai pengikat, penghancur dan pengisi namun tidak memiliki fungsi sebagai bahan pelicin [14,15]. Konsentrasi adsorben yang ditambahkan ke ekstrak akan mempengaruhi nilai kadar air. Semakin tinggi konsentrasi adsorben ditambahkan ke ekstrak, maka kemampuan adsorben untuk mengikat air yang terkandung dalam ekstrak semakin besar, sehingga kandungan lembab serbuk berkurang dan akhirnya meningkatkan sifat alirnya [23].

Kompresibilitas akan mempengaruhi sifat aliran ekstrak kering ubi jalar ungu. Semakin kecil kompresibilitasnya akan memiliki sifat aliran yang lebih baik. Kompresibilitas merupakan salah satu faktor penting untuk mengetahui kemampuan material menjadi lebih kompres jika mendapat tekanan, kemudahan bahan untuk menyusun dirinya memasuki mesin tablet [23]. Formula E dan F memiliki nilai kompresibilitas lebih dari 21%, menunjukkan sifat aliran yang buruk, sedangkan Formula J memiliki

memiliki kompresibilitas kurang dari yang paling kecil dimana hal ini menunjukkan bahwa penggunaan amilum singkong menghasilkan serbuk yang dapat mengalir.

Jenis dan perbandingan antara ekstrak dengan pengaruh adsorben terhadap nilai kompresibilitas ekstrak kering ubi jalar berpengaruh secara nyata. Penggunaan amilum singkong mengurangi nilai kompresibilitas secara signifikan. Amilum singkong memiliki ukuran partikel lebih besar dibandingkan dengan Aerosil®, Avicel® PH 101 maupun amilum jagung [15]. Ukuran partikel akan mempengaruhi kelembaban ekstrak kering ubi jalar ungu. Meningkatkan ukuran partikel akan mengurangi luas permukaan kontak dengan kelembaban [27]. Kelembaban rendah menghasilkan kohesivitas yang lebih rendah sehingga bila dikompres akan menghasilkan kompresibilitas yang lebih rendah [28].

Setelah sifat alir dan kompresibilitas serbuk kering ekstrak etanol ubi jalar ungu diketahui, maka formula yang memiliki sifat alir yang baik dikempa menjadi tablet dengan metode kempa langsung. Adapun sifat fisis tablet yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Sifat fisis tablet ekstrak ubi jalar ungu

Nama Sampel	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Kerapuhan (%)	Kekerasan (kg)	Waktu Hancur (menit)	Bobot (mg)
<b>C</b>	12,4±0,03	5,45±0,06	0,96±0,19	4,67±0,23	14,28±0,24	5,26±3,96
<b>D</b>	12,30±0,00	6,84±0,05	0,59±0,02	6,58±0,02	8,32±0,11	784, 85±7,35
<b>G</b>	12,10±0,00	5,12±0,04	0,26±0,09	6,34±0,13	5,42±0,08	535,45±15,57
<b>H</b>	12,20±0,00	6,59±0,03	0,30±0,07	7,83±0,09	4,41±0,08	773,05±19,55
<b>I</b>	12,10±0,00	4,90±0,09	0,31±0,03	7,18±0,11	9,22±0,47	535,50±6,41
<b>J</b>	12,20±0,00	6,62±0,04	0,19±0,06	7,89±0,05	7,53±0,58	792,50±5,34

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa keseragaman bobot tablet memenuhi persyaratan Farmakope Indonesia Edition IV yang menunjukkan bahwa tidak ada tablet yang memiliki berat lebih dari 10% dan tidak lebih dari dua tablet yang menyimpang dari bobot 5%. Jenis dan rasio antara ekstrak dengan adsorben berpengaruh terhadap keseragaman bobot tablet secara signifikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak ubi jalar ungu dari keenam formula tersebut memenuhi persyaratan kekerasan yang baik yaitu 4-8 kg [26]. Penggunaan amilum singkong *fully pre-gelatinized* meningkatkan kekerasan tablet sementara penggunaan amilum jagung menurunkan kekerasan tablet secara signifikan. Amilum singkong memiliki kemampuan pengikat yang sangat baik dan mengalami deformasi plastis saat dikompres sehingga menimbulkan *interlocking* yang merupakan kekuatan ikatan antara partikel sehingga kekerasan tablet akan meningkat. Adanya komponen amilopektin di dalam amilum singkong *fully pre-gelatinized* menyebabkan

ikatan antar partikel menjadi semakin kuat sehingga tablet yang dihasilkan akan memiliki kekerasan yang semakin tinggi

Dari hasil uji statistik menunjukkan bahwa jenis adsorben dan ekstrak dengan rasio adsorben tablet 1:1 dan 1:2 berpengaruh signifikan terhadap kerapuhan tablet. Peningkatan jumlah adsorben dalam formula menyebabkan penurunan kerapuhan. Kandungan amilopektin dalam amilum singkong *fully pre-gelatinized* mencegah pelepasan tablet partikel kecil kg [26]. Rasio amilum jagung 1:1 tidak dapat memberikan kapasitas ikatan yang cukup untuk mempertahankan kekuatan ikatan permukaan partikel tablet.

Semua formula tablet dalam penelitian ini memiliki waktu disintegrasi kurang dari 15 menit dan memenuhi persyaratan Farmakope Indonesia IV. Jenis dan rasio adsorben mempengaruhi waktu hancur tablet. Semakin tinggi konsentrasi amilum singkong *fully pregelatinized* yang digunakan, waktu hancur tablet yang lebih cepat. Formula C memiliki waktu disintegrasi paling lama mungkin disebabkan pada saat amilum jagung kontak dengan medium maka akan menghasilkan gel yang akan mencegah penetrasi air ke dalam tablet sehingga memperpanjang waktu hancur tablet [25].

## **KESIMPULAN**

Jenis dan konsentrasi adsorben berpengaruh terhadap sifat fisik tablet ekstrak etanol ubi jalar ungu yang dihasilkan. Penggunaan adsorben amilum singkong *fully pregelatinized* mampu meningkatkan kekerasan serta menurunkan nilai kerapuhan tablet. Penggunaan rasio ekstrak dengan adsorben yang lebih besar yaitu 1:2 akan meningkatkan nilai kekerasan, menurunkan kerapuhan dan mempercepat waktu hancur tablet ekstrak umbi ubi jalar ungu yang dihasilkan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Universitas Udayana melalui pembiayaan DIPA untuk dana penelitian Unggulan Udayana.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Philpott M, Gould KS, Markham KR, Lewthwaite SL, Ferguson LR. Enhanced coloration reveals high antioxidant potential in new sweet potato cultivars. *J Sci Food Agric* 2003;83:1076-82.



- 
- [2]. Furuta S, Suda I, Nishiba Y, Yamakawa O. High tert-butylperoxyl radical scavenging activities of sweet potato cultivars with purple flesh. *Food Sci Technol Int Tokyo* 1998;4:33-5.
- [3]. Hwang YP, Choi JH, Yun HJ, Han EH, Kim HG, Kim JY, Park BH, Khanal T, Choi JM, Chung YC, Jeong HG. Anthocyanins from purple sweet potato attenuate dimethylnitrosamine-induced liver injury in rats by inducing Nrf2-mediated antioxidant enzymes and reducing COX-2 and iNOS expression. *Food Chem Toxicol* 2011;49(1):93-9.
- [4]. Budiasa IMJK. Ekstrak air umbi ubi jalar ungu maenurunkan total kolesterol serta meningkatkan total antioksidan darah kelinci. *Jurnal Veteriner* 2011;12(2):120-5.
- [5]. Yamakawa O, Suda I, Yoshimoto M. Development and utilization of sweet potato cultivars with high anthocyanin content. *Foods Food Ingredients J* 1998;178:69-77.
- [6]. Zhao JG, Yan QQ, Lu LZ, Zhang YQ. In vivo antioxidant, hypoglycemic, and anti-tumor activities of anthocyanin extracts from purple sweet potato. *Nutr Res Pract* 2013;7(5):359-65.
- [7]. Ginting E, Widodo Y, Siti A. Karakteristik pati beberapa varietas ubi jalar. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 2005;24(1):8-18.
- [8]. Bhandari BR, Datta N, Croocks R, Howes T, Rigby S. A semi-empirical approach to optimize the quantity of drying aid required of spray drying sugar rich food. *Drying Technol* 1997;15:2509-25.
- [9]. Tonon RV, Freitas SS, Hubinger MD. Spray drying of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) juice: Effect of inlet air temperature and type of carrier agent. *J Food Process Preserv* 2011;35:691-700.
- [10]. Kim M, Kerr WL. Vacuum-belt drying of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) slurries: Influence of drying conditions on physical and quality properties of blueberry powder. *Food Bioprocess Technol* 2013;6(11):3227-37.
- [11]. Kim HW, Kim JB, Cho SM, Chung MN, Lee YM, Chu SM, Che JH, Kim SN, Kim SY, Cho YS, Kim JH, Park HJ, Lee DJ. Anthocyanin changes in the Korean purple-fleshed sweet potato, Shinzami, as affected by steaming and baking. *Food Chem* 2012;130(4):966-72.
- [12]. Du J, Ge ZZ, Xu Z, Zou B, Zhang Y, Li CM. Comparison of the efficiency of five different drying carriers on the spray drying of persimmon pulp powders. *Drying Technol* 2014;32(10):1157-66.
- [13]. Indrawati T, Rosliani S. Pembuatan granul ekstrak kering buah mahkota dewa (*Phaleria macrocara* (Scheff.) boerl) dengan variasi konsentrasi adsorben. *J Ilmu Kefarmasian* 2010;1(1):10-8.
- [14]. Jearasakulpol V, Tipduangta P, Teekachunhatean S, Chiranthanut N, Chansakaow S. Development of a tablet from liu wei di huang extract. *Int J Pharm Pharm Sci* 2015;7(1):276-81.

- [15]. Rowe RC, Sheskey PJ, Quinn ME. Handbook of pharmaceutical excipients. Sixth Edition. Pharmaceutical Press: USA 2009.
- [16]. Gallo L, Ramirez-Rigo MV, Pina J, Palma S, Allemandi D, Bucala V. Valeriana officinalis dry plant extract for direct compression: Preparation and characterization. *Sci Pharm* 2012;80:1013-26.
- [17]. Teopilus Y. Penggunaan aerosil, amylum manihot kering dan avicel PH 101 sebagai bahan pembantu pada pembuatan tablet ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava*). Skripsi. Universitas Surabaya, Surabaya 1987.
- [18]. Oyeniyi YJ, Itiola OA. The physicochemical characteristic of microcrystalline cellulose, derived from sawdust, agriculture waste products. *Int J Pharm Pharm Sci* 2012;4(1):197-200.
- [19]. Sulaiman TNS. Teknologi Formulasi Sediaan Tablet. Yogyakarta: Laboratorium Teknologi Farmasi UGM 2007.
- [20]. Gallo L, Ramirez-Rigo MV, Wilson E, Piña J, AllemandiD, Bucalá V. Spray-dried cascara sagrada extract for direct compression: Tablet formulation and a simple HPLC method for tablet performance evaluation. *Int J Res Pharm Biomed Sci* 2013;4(4):1361-70.
- [21]. Kristiana HD, Ariviani S, Khasanah LU. Ekstraksi pigmen antosianin buah senggani (*Melastoma malabathricum Auct. non Linn*) dengan variasi jenis pelarut. *J Teknosains Pangan* 2012;1(1):105-9.
- [22]. Voigt R. Buku pelajaran teknologi farmasi. Yogyakarta: Gajah Mada University Press 1994.
- [23]. Aulton ME. Pharmaceutic the science of dosage form design. ELBS, Hongkong 1988:607-14.
- [24]. Depkes RI. Farmakope Indonesia. Edisi empat. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta 1995.
- [25]. Ansel HC. Pengantar bentuk sediaan farmasi. Edisi keempat. Universitas Indonesia, Jakarta 1989.
- [26]. Lachman L, Lieberman HA, Kanig JL. Teori dan praktek farmasi industri. 3rd Edition. Penerjemah: Siti Suyatmi. UI Press, Jakarta 1994.
- [27]. Siregar CJP, Wikarsa S. Teknologi farmasi sediaan tablet: Dasar-dasar praktis. EGC, Jakarta 2010.
- [28]. Ganesan V, Rosentrater KA, Muthukumarappan K. Flowability and handling characteristic of bulk solid and powders-a review with implications for DDGS. *Biosyst Eng* 2008;101:425-35.