

sPreparasi dan Karakterisasi Tepung Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume.) Serta Analisis Potensinya sebagai Bahan Pembuatan Cangkang Kapsul

Rijki Riyanto, Gita Cahya Eka Darma, Ratih Aryani

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Bandung, Indonesia

email: ¹rijkir48@gmail.com, ²g.c.ekadarma@gmail.com, ³Ratih_aryani@ymail.com

ABSTRACT: Iles-iles is a local plant from Indonesia, that has very good potential for use in the pharmaceutical world. Iles-iles contains glucomannan compounds which are biodegradable and can form gelatinization, so it can replace the function of gelatin for the material for making hard capsule shells. But in these iles-iles there is a dangerous compound, that is calcium oxalate which if consumed will cause disruption of the urinary system. This study aim to prepare to remove calcium oxalate from iles-iles, then characterize the flour and study the potential of glucomannan iles-iles to be used as material for making capsule shells. The method to reduce calcium oxalate is soaking method and then extracted using maceration extraction method. The results showed a reduction of calcium oxalate iles-iles flour after soaking with lime and calcium carbonate in a ratio of 1: 2. The results of the characterization of iles-iles flour contained 3.84% ash content and 1.68% water content.. Based on the results of literature studies, glucomannan which is extracted from iles-iles flour has potential as a material for making capsule shells, because glucomannan has biodegradable characteristics, forms gelatinization and the ability to form edible films that can dissolve in water.

Keywords: Iles-iles, Glucomannan, Calcium oxalate, Reduction.

ABSTRAK: Iles-iles merupakan tanaman lokal asli dari Indonesia yang memiliki potensi sangat baik untuk digunakan di dunia farmasi. Iles-iles mengandung senyawa glukomanan yang bersifat *biodegradable* dan mampu membentuk gelatinisasi sehingga dapat menggantikan fungsi gelatin untuk bahan pembuatan cangkang kapsul keras. Namun didalam umbi iles-iles ini terdapat senyawa berbahaya yaitu kalsium oksalat yang apabila dikonsumsi akan mengakibatkan gangguan sistem urinasi. Penelitian ini memiliki tujuan melakukan preparasi terhadap umbi iles-iles untuk menghilangkan kalsium oksalatnya, kemudian dikarakterisasi tepungnya dan mengkaji potensi glukomanan umbi iles-iles dapat dijadikan bahan pembuatan cangkang kapsul. Metode untuk mereduksi kalsium oksalat yaitu metode perendaman dan selanjutnya diekstraksi menggunakan metode ekstraksi maserasi. Hasil penelitian menunjukkan adanya reduksi kalsium oksalat tepung iles-iles setelah dilakukan perendaman dengan jeruk nipis dan kalsium karbonat dengan perbandingan 1:2. Hasil karakterisasi tepung iles-iles mengandung kadar abu 3,84% dan kadar airnya 1,68%. Berdasarkan hasil studi literatur bahwa glukomanan yang diekstraksi dari tepung iles-iles memiliki potensi sebagai bahan pembuatan cangkang kapsul, karena glukomanan memiliki karakteristik *biodegradable*, membentuk gelatinisasi dan kemampuan membentuk *edible film* yang larut air.

Kata kunci : Iles-iles, Glukomanan, Kalsium oksalat, Reduction

1. PENDAHULUAN

Umbi iles-iles atau disebut juga umbi porang merupakan tanaman asli dari Indonesia karena tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah tropis. Umbi iles-iles ini memiliki potensi yang sangat baik untuk digunakan dalam berbagai bidang terutama bidang farmasi. Akan tetapi, umbi iles-iles ini di Indonesia belum tereksplor dalam pemanfaatannya sehingga hanya dilakukan ekspor ke negara-negara maju seperti Jepang yang digunakan sebagai bahan pembuatan shirataki. Kelebihan dari umbi iles-iles ini adalah budidayanya termasuk mudah tanpa memerlukan naungan khusus dan hanya memerlukan tanah kering berhumus dengan pH 6-7 (Hidayat, 2013: 1).

Umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume.) merupakan tanaman penghasil karbohidrat, protein, mineral dan serat pangan. Tanaman ini memiliki kandungan glukomanan yang tinggi dan dapat membentuk lapisan film yang baik, *biocompatibly* yang baik, *biodegradable* serta memiliki kemampuan untuk membentuk gel. Sehingga tanaman ini dapat dijadikan bahan dasar pembuatan cangkang kapsul.

Glukomanan adalah polisakarida hidrokoloid yang terdiri dari residu D-glukosa dan D-manosa. Sifat umbi iles-iles sebagai *biopolymer* dapat dimanfaatkan di bidang farmasi yaitu sebagai bahan pembuatan cangkang kapsul alternatif penggunaan gelatin. Namun kendala dalam pengolahannya yaitu terdapatnya kalsium oksalat didalam umbi iles-iles sehingga apabila terkena kulit akan menyebabkan gatal dan jika terkonsumsi berlebihan kedalam tubuh akan mengganggu sistem urinasi (Indriyani, 2010). Menurut (Mawarni dan Widjanarko, 2015) kalsium oksalat yang dapat diterima oleh tubuh harus kurang dari 1,25 gram. Oleh karena itu umbi iles-iles harus diolah dengan benar agar aman saat dikonsumsi dan tepung glukomanannya aman untuk digunakan sebagai bahan baku sediaan farmasi (Nakata, 2003).

Kapsul merupakan salah satu jenis sediaan farmasi yang terdiri dari bahan aktif yang dibungkus dengan cangkang keras atau lunak yang dapat larut didalam cairan tubuh. Cangkang kapsul biasanya terdiri dari bahan utamanya adalah gelatin, namun dengan banyaknya perdebatan

pengenai kehalalannya banyak yang mengembangkan pembuatan cangkang kapsul untuk alternatif penggunaan gelatin salah satunya menggunakan polisakarida.

Berdasarkan paparan diatas, dapat diidentifikasi masalah yaitu bagaimana cara menurunkan kadar kalsium oksalat yang terkandung pada umbi iles-iles serta diamati secara mikroskopik, bagaimana kandungan tepung iles-iles setelah mengalami perlakuan reduksi, dan apakah glukomanan yang terkandung didalam umbi iles-iles dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan cangkang kapsul keras.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mampu menurunkan kandungan kalsium oksalat, mengkarakterisasi tepung iles-iles setelah perlakuan reduksi kalsium oksalat, dan mengkaji dengan studi literatur bahwa glukomanan yang terkandung didalam umbi iles-iles memiliki potensi digunakan sebagai bahan pembuatan cangkang kapsul keras.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu mereduksi kalsium oksalat yang terdapat didalam umbi iles-iles, mengetahui kandungan tepung iles-iles dan mengetahui manfaat penggunaan glukomanan didalam bidang farmasi.

2. LANDASAN TEORI

Iles-iles memiliki nama latin *Amorphophallus muelleri* Blume. Merupakan famili dari *araceae* yang tumbuh di daerah tropis. Iles-iles dapat tumbuh pada ketinggian 250-700 mdpl dan dapat tumbuh tingginya mencapai 150 cm (Kurniawan, 2012). Siklus hidup iles-iles dengan rincian: waktu semai 1,5-2 bulan, pertumbuhan dalam polybag 1,5-2 bulan, tumbuh dilapangan pertama 5-6 bulan, dorman pertama 4 bulan, tumbuh dilapangan kedua 5-6 bulan, dorman kedua 4 bulan, tumbuh dilapangan ketiga 5-6 bulan, dorman ketiga 4 bulan, pembungaan sampai buah masak 8-9 bulan (Jansen dkk, 1996).

Tumbuhan iles-iles, sama seperti halnya dengan tanaman umbi-umbian lain juga mengandung karbohidrat, lemak, protein, mineral, vitamin dan serat pangan. Karbohidrat merupakan komponen penting pada umbi iles-iles yang terdiri atas pati, glukomanan, serat kasar dan gula reduksi. Kandungan glukomanan didalam umbi

METODOLOGI

iles-iles ini relatif tinggi yang merupakan ciri spesifik dari umbi iles-iles yang memiliki kandungan glukomanan sekitar 55% dalam basis kering (Koswara, 2013).

Glukomanan merupakan polisakarida yang ukuran granulanya 10-20 kali lebih besar daripada pati. Glukomanan tersusun oleh unit D-glukosa dan D-manosa. Bentuk ikatan yang Menyusun pilimer mannan adalah -1,4-glikosida dan -1,6-glikosida (Chan, 2009). Glukomanan dapat dimanfaatkan pada berbagai industry pangan, kimia, dan farmasi, diantaranya untuk produk makanan seperti konyaku, sebagai bahan tambahan pada berbagai produk kue, es krim, permen, jeli dan lain-lain; bahan pengisi dan pengikat tablet; dan sebagai bahan pelapis (*coating* dan *edible film*) (Wang dan Johnson, 2003).

Umbi iles-iles mengandung kristal kalsium oksalat yang tinggi. Oksalat yang ditemukan dalam bentuk terlarut (asam oksalat) dan tidak larut asam (kalsium oksalat). Kalsium oksalat berbentuk jarum sehingga menyebabkan lidah dan tenggorokan terasa gatal dan panas saat dikonsumsi (Nakata, 2003).

Kapsul adalah sediaan padat yang terdiri atas obat dalam cangkang keras dan lunak yang dapat larut. Cangkang umumnya terbuat dari gelatin, tetapi dapat juga terbuat dari pati atau bahan lain yang sesuai (Depkes RI, 2014: 49).

Ekstraksi adalah penarikan kandungan kimia yang dapat larut dalam pelarut yang sesuai sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larutnya. Senyawa aktif yang terdapat dalam berbagai simplisia dapat digolongkan kedalam golongan minyak atsiri, alkaloida, flavonoida dan lain-lain. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan memudahkan pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat (Depkes RI, 2000).

Untuk mengidentifikasi gugus fungsional spesifik glukomanan dari hasil ekstraksi dapat menggunakan instrumen *Fourier transform infrared spectrometer* (FTIR) (An dkk, 2010). Spektrofotometer inframerah merupakan instrumen yang digunakan mengukur resapan radiasi inframerah pada berbagai Panjang gelombang (Fessenden, 1982: 315).

Bahan utama yaitu umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume.) yang diperoleh dari Gunung Payung, Kampung Gentong, Kecamatan Cibaheuy, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. Kemudian dilakukan preparasi bahan dimulai dari pengumpulan bahan, pencucian, pemotongan, pereduksian, dan penepungan. Kemudian diamati kandungan kalsium oksalat menggunakan mikroskop, lalu diekstraksi dan pengkajian glukomanan sebagai bahan pembuatan cangkang kapsul.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tahap awal dari penelitian ini adalah pengumpulan bahan yaitu umbi iles-iles dan selanjutnya dilakukan determinasi untuk pemastian bahan yang digunakan. Determinasi umbi iles-iles dilakukan di Gedung Herbarium Bandungense dan Museum Zoologi SITH-ITB Jatinangor. Hasilnya adalah bahan yang digunakan memiliki nama latin *Amorphophallus muelleri* Blume.

Setelah itu dilakukan preparasi bahan yang dimulai dari pencucian bahan untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada umbi setelah pascapanen. Lalu dikupas kulit terluarnya dan dipotong membentuk seperti dadu dengan ukuran lebih kurang 1-2 cm. Tujuan pemotongan ini untuk memperluas kontak antara umbi iles-iles saat dilakukan perlakuan reduksi pada tahap selanjutnya dengan cara perendaman. Setelah dipotong membentuk dadu, dilakukan pereduksian kalsium oksalat agar rasa gatal yang ditimbulkan diharapkan dapat hilang. Perendaman menggunakan jeruk nipis dan kalsium karbonat (CaCO_3) dengan beberapa variasi seperti yang tertera pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Reduksi kalsium oksalat

Penanganan	Jeruk nipis + aqua dm	Kalsium karbonat + aqua dm
1	7,5 mL + 250 mL	7,5 mL + 250 mL
2	12,5 mL + 250 mL	12,5 mL + 250 mL
3	17,5 mL + 250 mL	17,5 mL + 250 mL
Kontrol	-	-

Setelah dilakukan perendaman umbi iles-iles kemudian dikeringkan dengan cara dimasukkan kedalam oven dengan suhu 60°C sampai kadar airnya $> 10\%$. Selanjutnya umbi iles-iles kering dilakukan pengecilan ukuran menggunakan blender. Tujuan dari pengecilan ukuran ini agar memperluas kontak antara tepung iles-iles dengan

pelarutnya sehingga glukomanan dapat tertarik lebih banyak.

Selanjutnya diamati kandungan kalsium oksalat hasil pereduksian sebelumnya dibawah mikroskop untuk melihat penurunannya seperti terdapat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil pengamatan mikroskopik

Penanganan	Jumlah jarum kalsium oksalat
1	++
2	++
3	+
kontrol	+++

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopik terjadi penurunan kadungan kalsium oksalat jika dibandingkan dengan tepung kontrol yang tidak dilakukan pereduksian. Hasil reduksi kalsium oksalat terbaik yaitu pada penanganan 3 dengan volume jeruk nipis dan kalsium karbonatnya 17,5 mL.

Tepung iles-iles terbaik selanjutnya dilakukan karakterisasi berupa rendemen tepung. Untuk hasil rendemen tepung tertera pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil rendemen tepung

Penanganan	Bobot umbi iles-iles (gram)	Bobot tepung iles-iles (gram)	Rendemen tepung iles-iles (%)
1	125	17,67	14,13
2	125	18,67	14,93
3	125	20,11	16,08
Kontrol	125	19,87	15,89

Dari hasil tersebut rendemen tepung terbaik terdapat pada penanganan ketiga sebesar 16,08%. Jika dibandingkan dengan penelitian Pratama dkk (2020) yang melakukan penelitian tentang pengaruh ketebalan pemotongan chips iles-iles dengan ketebalan 1-3 mm memperoleh rendemen tepung terbaik sebesar 8,67%, rendemen tepung yang peneliti lakukan lebih baik. Namun pengaruh ketebalan pemotongan ini berpengaruh kepada derajat putih tepung iles-iles karena apabila pemotongan terlalu tebal akan menyebabkan proses pengeringan lebih lama dan berpengaruh kepada derajat tepungnya yang kurang baik.

Selanjutnya penetapan kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat. Hasil karakterisasi yang diperoleh dari Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan seperti yang tertera pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil karakterisasi tepung iles-iles

No	Jenis uji	Hasil (% ,b/b)
1	Kadar abu	2,84
2	Kadar air	1,68
3	Kadar lemak	0
4	Kadar protein	3,77
5	Kadar karbohidrat	91,71

Hasil penetapan kadar air dan kadar abu diperoleh masing-masing 1,68% dan 2,84%, sehingga jika dibandingkan dengan literatur SNI *serpih porang* 7939.2013 kelas mutu I memenuhi syarat.

Untuk ekstraksi glukomanan yang terkandung dalam tepung iles-iles digunakan metode maserasi atau perendaman dengan menggunakan pelarut aquadest. Perendaman dilakukan dengan melarutkan 50 gram tepung iles-iles ke dalam 500 mL aquadest atau 1:10, kemudian diaduk sampai glukomanan tertarik oleh pelarut yang ditandai dengan diperolehnya seperti lapisan lender kental yang akan membentuk lapisan *edible film*. Alasan digunakan pelarut aquadest adalah glukomanan merupakan polisakarida hidrokoloid sehingga dapat larut dalam air dan aquadest ini termasuk pelarut yang mudah ditemukan dan murah. Akan tetapi dalam saat penelitian hasil ekstraksi yang diperoleh ternyata kurang baik derajat putihnya dikarenakan warnanya tidak sesuai yaitu harusnya tidak berwarna. Faktor yang menyebabkan hasil ekstraksinya kurang baik yaitu pelarut yang digunakan terlalu panas dan derajat putih tepung iles-ilesnya juga kurang baik.

Glukomanan yang diperoleh dari hasil ekstraksi ini dapat dijadikan sebagai bahan alternatif pengganti gelatin untuk dijadikan bahan pembuatan cangkang kapsul keras. Karena glukomanan ini termasuk salah satu polisakarida dan menjadi alternatif pengganti gelatin (Suryani, 2015). Glukomanan merupakan polisakarida hidrokoloid yang larut air yang terdiri dari D-glukosa dan D-manosa. Berdasarkan strukturnya tersebut glukomanan dapat dijadikan *edible film* yang bersifat *biodegradable* yang berpotensi sebagai bahan pembuatan cangkang kapsul keras. *Edible film* yang berpotensi sebagai bahan untuk pembuatan cangkang kapsul harus memiliki sifat *biodegradable* yang baik agar sistem penghantaran obatnya baik (Rakhman dan Darni, 2017). Bahan atau senyawa yang mengalami gelatinisasi dapat diaplikasikan sebagai bahan baku pembuat

cangkang kapsul. Sehingga dapat disimpulkan dari pernyataan tersebut glukomanan merupakan salah satu bahan yang berpotensi untuk dijadikan bahan utama pembuat cangkang kapsul keras alternatif penggunaan gelatin. Dan menurut Zhou, 2008 menyatakan bahwa sistem penghantaran obat harus dari bahan yang memiliki *biodegradable* yang baik dan biokompatibilitas tinggi.

Glukomanan yang diperoleh dari hasil ekstraksi tidak dilakukan identifikasi gugus fungsional spesifik dikarenakan adanya pandemik. Akan tetapi ciri untuk menentukan gugus fungsional glukomanan dilakukan menggunakan analisis instrumen FTIR. Menurut hasil penelitian Ani Faridah (2014) memperoleh spektrum IR glukomanan dari tepung porang dengan pita -OH pada 3390,63 cm^{-1} ; pita CH_2 pada 1460,01 cm^{-1} ; pita C=O pada 1741,60 cm^{-1} ; pita C-O-C (eter) pada 1026,06 cm^{-1} dan 1043,42 cm^{-1} . Sedangkan menurut Huiqun dkk (2007) memperoleh hasil bilangan gelombang glukomanan pada 3336 cm^{-1} berdasarkan jenis getaran -OH; bilangan gelombang 2922, 1376, 1062 cm^{-1} berdasarkan jenis getaran $-\text{CH}_2-$; bilangan gelombang 1735 cm^{-1} berdasarkan getaran C=O dan bilangan gelombang 1151, 1027 cm^{-1} berdasarkan jenis getaran C-O-C.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Dari penelitian ini diperoleh hasil pereduksian kalsium oksalat yang terbaik yaitu menggunakan kalsium karbonat dan jeruk nipis pada jumlah 17,5 mL.
2. Hasil dari karakterisasi tepung iles-iles dengan kandungan kalsium oksalat paling rendah yaitu kadar abunya 3,84% dan kadar airnya 1,68% sehingga memenuhi standar SNI tepung iles-ilesnya.
3. Berdasarkan hasil studi literatur bahwa glukomanan yang diekstraksi dari tepung iles-iles memiliki potensi sebagai bahan pembuatan cangkang kapsul, karena glukomanan memiliki karakteristik *biodegradable*, membentuk gelatinisasi dan kemampuan membentuk *edible film* yang larut air.

5. SARAN

Penelitian ini masih membutuhkan data yang lebih akurat dengan melakukan prosedur lanjutan untuk mendapatkan kesimpulan yang lebih kuantitatif untuk memastikan bahwa glukomanan yang terkandung didalam umbi iles-iles dapat digunakan sebagai bahan pembuat cangkang kapsul.

DAFTAR PUSTAKA

- An, N. T., Thien, D., T., Dong, N. T., Duna, P., L., and Du, N., V. (2011). *Isolation and characteristics of polysaccharide from Amorphophallus corrugatus in Vietnam*, Carbohydrate Polym. pp. 84, 64–68.
- Chan, A.P.N. (2009). Konjact Part I. Cultivation to Commercialization of Components. *J. Food Eng.* 106. pp. 245-252.
- Departemen Kesehatan RI. (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Direktorat Jendral Pengawas Obat dan Makanan, Jakarta.
- Departemen Kesehatan RI. (2014). *Farmakope Indonesia*, Edisi V, Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan, Jakarta.
- Faridah, A. (2014). Identifikasi Porang Glukomanan Hasil Optimasi Ekstraksi Menggunakan FTIR, SEM, dan NMR. Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat.
- Fessenden, R.J., and Joan S., Fessenden (1986). *Kimia Organik*. Penerbit Erlangga.
- Hidayat, R., Deru, D., dan Hartojo. (2013). *Tanaman Porang: Karakter, Manfaat dan Budidaya*. Graha Ilmu, Yogyakarta. Hal: 1-2.
- Huiqun, Y., H. Yihong, Y. Hou dan X. Chaobo. (2007). Preparation and Characterization of a Quaternary Amonium Derivative of Konjac Glucomannan. *Carbohydrate Polymers*, 69: 29-40.
- Indriyani, S., E. Arisoelaningsih, T. Wardiyati, dan H. Purnobasuki. (2010). *Hubungan Faktor Lingkungan Habitat Porang (Amorphophallus muelleri Blume) pada Lima Agroforestry di Jawa Timur dengan Kandungan Oksalat Umbi*. *Proceeding Book Volume 1*. 7th Basic Science National Seminar. Fakultas Matematika dan Ilmu

- Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya, Malang.
- Jansen, P.C.M., C. van der Wilk, and W.L.A. Hetterscheid. (1996). *Amorphophallus Blume ex Decaisne*. In Flach, M. and F. Rumawas (eds.). *PROSEA: Plant Resources of South-East Asia No 9. Plant Yielding Non-seed Carbohydrates*. Leiden: Backhuys Publisher.
- Koswara, S. (2013). *Modul: Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian Bagian 2: Pengolahan Umbi Porang*. Southeast Asian Food And Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center, Universitas Pertanian Bogor.
- Kurniawan, A., dan Ni Putu S.,A. (2012). *Araceae di Pulau Bali*, Lipi Press, Bali.
- Mawarni, R.T dan Widjanarko, S.B. (2015). Penggilingan Metode Ball Mill dengan Pemurnian Kimia Terhadap Penurunan Oksalat Tepung Porang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Hal: 571-581.
- Nakata, P.,A. (2003). Advances in Our Understanding of Calcium Oxalate Crystal Formation and Function in Plant. *Journal Plant Science*. pp. 164, 901–909
- Pratama, M. Z., Agustina, R., dan Munawar, A. A. (2020). Kajian Pengerangan Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Berdasarkan Variasi Ketebalan Lapisan Menggunakan Tray Dryer. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Aceh.
- Rakhman, F., A. dan Darni, Y. (2017). Aplikasi Edible Film dari Rumput Laut *Eucheumma cottonii* dan Pati Sorgum dengan Plasticizer Gliserol dan Filler CaCO₃ Sebagai Bahan Pembuat Cangkang Kapsul. Fakultas Teknik Universitas Lampung, Lampung
- Standardisasi Nasional Indonesia (SNI). (2013). Serpih Porang (SNI 7939-2013). Badan Standardisasi Nasional.
- Suryani, R., dan F. C. Nisa. (2015). Modifikasi Pati Singkong (*Manihot esculenta*) dengan Enzim Alfa Amilase sebagai Agen Pembuih serta Aplikasinya pada Proses Pembuatan Marshmallow. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 723-733.
- Wang, W., and A. Johnson. (2003). *Konjac Introduction*. (<http://www.cybercolloids.netnibrarylkonja>) diakses pada tanggal 2 Januari 2020.
- Zhou, Y. (2008). Nanotubes: A New Caier for Drug Delivery System. *The Open National Journal*. 2: 1-5.