

**PENGARUH RASIO AMILUM: AIR TERHADAP SPESIFIKASI
AMILUM SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz) FULLY PREGELATINIZED**

Arisanti, C. I. S.¹, Dewi, D. P. R. P.¹, Prasetia, I. G. N. J. A.¹

¹Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Udayana, Bukit Jimbaran 80364, Bali

corresponding author:

E-mail addresses: desakraka92@gmail.com, Kode Pos. 81151, Tel.: 081805683359

ABSTRAK

Amilum singkong alami dimodifikasi menjadi amilum singkong *fully pregelatinized* untuk memperbaiki sifat alir dan kompresibilitasnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio amilum dan air terhadap spesifikasi amilum singkong *fully pregelatinized*.

Pada penelitian ini eksipien amilum singkong *fully pregelatinized* dibuat dengan rasio amilum dan air masing-masing 2:1; 2:2; 2:4 dan dipanaskan pada suhu 100°C. Selanjutnya dilakukan uji spesifikasi terhadap amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized*. Selanjutnya data yang diperoleh diuji statistik dengan uji non parametrik menggunakan *Kruskal-Wallis* dan *Mann-Whitney*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio amilum dan air dapat mengubah spesifikasi amilum singkong *fully pregelatinized*. Peningkatan jumlah air pada proses gelatinasi akan mengubah ukuran partikel, meningkatkan kadar air, dan meningkatkan pH secara signifikan ($P < 0,05$).

Kata kunci: Amilum singkong, *fully pregelatinized*, spesifikasi.

1. PENDAHULUAN

Salah satu eksipien yang dapat digunakan dalam pembuatan sediaan farmasi adalah amilum. Amilum alami merupakan salah satu eksipien yang sering digunakan sebagai bahan pengisi, penghancur dan pengikat dalam pembuatan tablet. Amilum merupakan eksipien yang bersifat inert dan murah (Plackett, 2011; Rowe *et al.*, 2003). Namun, amilum alami memiliki beberapa kelemahan seperti sifat kompresibilitas dan sifat alir yang rendah serta tidak mudah larut dalam air dingin (Anwar dkk., 2006). Oleh sebab itu perlu dilakukan modifikasi untuk menghasilkan amilum dengan sifat yang lebih baik. Salah satu modifikasi dapat dilakukan melalui proses *pregelatinized*.

Amilum *pregelatinized* adalah amilum yang dibuat dengan pemanasan suspensi amilum pada suhu gelatinasinya, kemudian dikeringkan (Juheini dkk., 2004). Terdapat 2 jenis amilum *pregelatinized*, yaitu *partially pregelatinized* dan *fully pregelatinized*. Amilum *fully pregelatinized* adalah amilum yang dimodifikasi secara fisik dengan cara penambahan air pada amilum dan pemanasan di atas suhu gelatinasinya. Proses ini akan menyebabkan pecahnya seluruh ikatan dari butir-butir amilum sehingga memiliki sifat mengalir (Rowe *et al.*, 2009).

Salah satu amilum yang umum digunakan adalah amilum singkong. Amilum singkong memiliki kemampuan sebagai pengikat yang lebih baik dibandingkan dengan amilum jagung dan amilum kentang, hal ini disebabkan karena kandungan amilopektin pada amilum singkong lebih besar dibandingkan pada amilum jagung dan amilum kentang (Junaedi, 2012; Yamini, *et al.*, 2011). Amilopektin bersifat lebih lekat dibandingkan dengan amilosa dan cenderung membentuk gel jika disuspensikan dengan air sehingga sangat baik digunakan sebagai bahan pengikat pada tablet (Sugiyono, 2011).

Salah satu faktor yang memegang peranan penting dalam pembuatan amilum *pregelatinized* adalah rasio amilum dan air. Amilum *pregelatinized* yang baik akan terbentuk dengan perbandingan jumlah air dan amilum yang tepat. Pada pembuatan amilum *partially pregelatinized* dengan rasio amilum dan air sebesar 1:1 yang dipanaskan pada suhu 50°C, 55°C, dan 60°C, amilum yang dihasilkan memenuhi persyaratan kadar air dan pH (Sari dkk., 2011). Rasio antara amilum kecambah beras merah dan air 1:1 memberikan kelarutan amilum *pregelatinized* yang paling baik dibandingkan dengan konsentrasi 2:1 dan 3:1 (Chainat, 2011).

Dari penelitian di atas dapat diketahui bahwa rasio amilum dan air ini berpengaruh terhadap spesifikasi amilum yang dihasilkan, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai spesifikasi dari amilum singkong *fully pregelatinized* yang dihasilkan dengan rasio amilum dan air sebesar 2:2, dan dengan peningkatan serta penurunan jumlah air pada formula sehingga dibuat 3 formula dengan variasi rasio amilum dan air sebesar 2:1; 2:2 dan 2:4 yang dipanaskan pada suhu 100°C.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah amilum singkong yang dikumpulkan dari perkebunan di daerah Sanggulan, akuades, dan iodium.

2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Pembuatan Amilum Singkong Alami

Pembuatan amilum singkong alami sesuai dengan metode pembuatan amilum oleh Soebagio dkk. (2009).

2.2.2. Pembuatan Amilum Singkong *Fully Pregelatinized*

Amilum singkong *fully pregelatinized* dibuat dengan berbagai variasi rasio amilum : air dengan perbandingan 2:1; 2:2; 2:4. Amilum singkong *fully pregelatinized* dengan rasio amilum : air adalah 2:1 dibuat dengan cara sebanyak 100 mL akuades ditambahkan dengan amilum singkong sebanyak 200 g lalu campuran diaduk hingga terbentuk suspensi homogen. Suspensi dipanaskan pada suhu 100°C selama 10 menit hingga terbentuk massa kental. Massa kental tersebut dikeringkan dengan alat oven pada suhu 50°C selama 48 jam. Setelah kering, amilum lalu diayak dengan ayakan *mesh* no 20. Dengan cara yang sama dilakukan pula pada rasio jumlah amilum : air yang lain sesuai dengan rasio perbandingan diatas.

2.2.3. Uji Spesifikasi Amilum Singkong Alami dan Amilum Singkong *Fully Pregelatinized*

Uji identifikasi amilum, uji organoleptik, uji mikroskopik, penetapan kadar air, dan uji kelarutan amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized* dilakukan

Pengaruh Rasio Amilum:Air terhadap Spesifikasi
Amilum Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) *Fully Pregelatinized*
(Arisanti, C. I. S., Dewi, D. P. R. P., Prasetia, I. G. N. J. A.)

sesuai dengan Farmakope Indonesia IV. Uji ukuran partikel pada amilum dilakukan dengan mengayak 100 gram amilum menggunakan *electromagnetic Sieve Shaker* EMS-8 Electro pharma. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter oakton pH 510 *series*. Selanjutnya data ukuran

partikel, kadar air, dan pH yang diperoleh dianalisis secara statistik. Analisis statistik dilakukan dengan uji non parametrik menggunakan *Kruskal-Wallis* dan *Mann-Whitney* dengan taraf kepercayaan 95%.

3. HASIL

Tabel 3.1. Hasil Uji Spesifikasi Amilum

Uji Spesifikasi Amilum	Amilum singkong alami	Hasil		
		Amilum singkong <i>fully pregelatinized</i> (Rasio Amilum dan Air 2:1)	Amilum singkong <i>fully pregelatinized</i> (Rasio Amilum dan Air 2:2)	Amilum singkong <i>fully pregelatinized</i> (Rasio Amilum dan Air 2:4)
Uji Identifikasi Amilum	Terbentuk warna biru tua-biru keunguan Berwarna putih, tidak berbau dan tidak berasa Hilus terletak di tengah, lamela tidak	Terbentuk warna biru tua-biru keunguan Berwarna putih, tidak berbau dan tidak berasa Hilus terletak di tengah, lamela tidak	Terbentuk warna biru tua-biru keunguan Berwarna putih, tidak berbau dan tidak berasa Hilus terletak di tengah, lamela tidak	Terbentuk warna biru tua-biru keunguan Berwarna putih, tidak berbau dan tidak berasa Hilus terletak di tengah, lamela tidak
Uji Organoleptik	terbentuk, tidak berbau dan tidak berasa Hilus terletak di tengah, lamela tidak	terbentuk, tidak berbau dan tidak berasa Hilus terletak di tengah, lamela tidak	terbentuk, tidak berbau dan tidak berasa Hilus terletak di tengah, lamela tidak	terbentuk, tidak berbau dan tidak berasa Hilus terletak di tengah, lamela tidak
Uji Mikroskopik	jelas, susunan amilum tunggal dan bergerombol			
Uji Ukuran Partikel (μm)	286,95 \pm 0,44	477,29 \pm 1,70	536,71 \pm 0,75	528,21 \pm 3,31
Penetapan Kadar Air (%)	14,03 \pm 0,04	8,53 \pm 0,15	9,27 \pm 0,11	9,32 \pm 0,10
Pengukuran pH	4,60 \pm 0,06	4,94 \pm 0,04	5,14 \pm 0,03	5,24 \pm 0,04
Uji Kelarutan dalam Air	Praktis tidak larut	Praktis tidak larut	Praktis tidak larut	Praktis tidak larut

Proses gelatinasi amilum singkong menghasilkan amilum singkong *fully pregelatinized* dengan organoleptik, mikroskopik serta kelarutan yang sama dengan amilum alami. Rasio amilum dan air pada proses gelatinasi amilum *fully pregelatinized* dapat mengubah

spesifikasi amilum singkong *fully pregelatinized*. Peningkatan jumlah air dalam proses gelatinasi amilum menyebabkan berubahnya ukuran partikel amilum, peningkatan kadar air serta peningkatan pH amilum singkong *fully pregelatinized*.

4. PEMBAHASAN

4.1. Uji identifikasi amilum

Uji identifikasi amilum bertujuan untuk mengidentifikasi dan memastikan bahwa bahan yang digunakan adalah amilum. Hasil uji identifikasi amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized* menunjukkan hasil positif dengan terbentuknya warna biru tua-warna biru keunguan.

Senyawa kompleks warna biru tua-biru keunguan menunjukkan dalam amilum terkandung amilosa dan amilopektin. Kompleks warna biru tua terbentuk karena komponen amilosa yang berbentuk spiral akan bereaksi dengan iodine (I_2). Timbulnya kompleks yang berwarna biru tua menunjukkan amilum terdiri atas polimer glukosa yang berukuran lebih besar. Amilopektin yang berikatan dengan iodine memberikan warna biru keunguan atau ungu (Depkes RI, 1995; Evans, 2000; Winarno, 1986).

4.2. Uji organoleptik

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui ciri-ciri fisik amilum yang kemudian disesuaikan dengan Farmakope Indonesia edisi IV (1995). Uji ini meliputi warna, bau dan rasa amilum. Hasil pengujian organoleptik menunjukkan bahwa amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized* memiliki ciri-ciri fisik yang sama yaitu berwarna putih, tidak berbau dan tidak berasa. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan dalam Farmakope Indonesia edisi IV dan *Handbook of Pharmaceutical Excipient* (Depkes RI, 1995; Rowe *et al.*, 2009).

4.3. Uji Mikroskopik

Hasil pengujian mikroskopik amilum singkong menunjukkan bahwa amilum singkong alami dan amilum singkong

fully pregelatinized memiliki hilus yang terletak di tengah berupa titik, garis lurus dan bercabang tiga serta lamela yang tidak jelas. Hal ini sesuai dengan mikroskopik amilum yang dinyatakan dalam Farmakope Indonesia edisi IV (Depkes RI, 1995).

Ditinjau dari segi susunan amilum, amilum singkong *fully pregelatinized* memiliki lebih banyak susunan amilum yang bergerombol dibandingkan dengan amilum singkong alami. Hal ini disebabkan oleh adanya pemanasan pada saat proses gelatinisasi amilum. Pemanasan ini menyebabkan terjadinya kerusakan ikatan hidrogen yang berfungsi untuk mempertahankan struktur dan integritas granul amilum. Kerusakan ikatan hidrogen pada amilum menyebabkan air masuk secara perlahan ke dalam granul, yang ditandai dengan pengembangan granul dengan cepat. Selain itu dengan adanya pemanasan dapat meningkatkan pembengkakan amilum sehingga amilosa keluar sedangkan amilopektin tetap terperangkap dalam matriks amilosa. Hal inilah yang membentuk gel dan mendorong terbentuknya susunan granul amilum yang bergerombol (Hapsari, 2008).

4.4. Uji ukuran partikel

Uji ukuran partikel bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan ukuran dari amilum singkong. Uji ukuran partikel pada amilum singkong dilakukan dengan menggunakan pengayakan bertingkat. Berdasarkan hasil uji ukuran partikel amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized* diperoleh bahwa diameter rata-rata amilum singkong *fully pregelatinized* lebih besar dari diameter rata-rata amilum singkong alami (Tabel 3.1).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan ukuran partikel yang signifikan ($P < 0,05$) antara amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized*. Amilum singkong alami memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan dengan amilum singkong *fully pregelatinized*. Hal ini disebabkan karena amilum singkong alami tidak mengalami proses gelatinasi yang dapat menyebabkan pengembangan pada amilum (Hapsari, 2008).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat pengaruh rasio amilum dan air terhadap ukuran partikel dari amilum singkong *fully pregelatinized*. Dengan penambahan jumlah air akan meningkatkan ukuran partikel dari amilum singkong *fully pregelatinized*. Amilum singkong *fully pregelatinized* dengan rasio amilum dan air 2:2 memiliki ukuran partikel yang paling besar. Amilum singkong *fully pregelatinized* dengan rasio amilum dan air 2:2 memiliki ukuran partikel yang lebih besar dibandingkan dengan amilum singkong *fully pregelatinized* dengan rasio amilum dan air 2:1 karena jumlah air yang ditambahkan pada proses gelatinisasi amilum singkong *fully pregelatinized* dengan rasio amilum dan air 2:2 lebih besar sehingga pengembangannya lebih besar dan menghasilkan ukuran partikel yang lebih besar. Namun amilum singkong *fully pregelatinized* dengan rasio amilum dan air 2:4 memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dari amilum singkong *fully pregelatinized* dengan rasio amilum dan air 2:2. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh terlalu banyaknya air yang ditambahkan saat proses gelatinasi pada suhu 100°C menyebabkan pengembangan amilum yang sangat tinggi, pengembangan tersebut akan menekan granul dari dalam sehingga granul akan pecah dan menghasilkan

partikel dengan ukuran yang lebih kecil (Purnamasari dan Januarti, 2010).

4.5. Penetapan kadar air

Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan amilum melekat pada permukaan *die* dan *punch* pada saat pencetakan tablet. Selain itu kadar air yang tinggi dapat memicu adanya reaksi enzimatik maupun pertumbuhan mikroba yang menyebabkan terjadi pembusukan atau degradasi senyawa yang terdapat dalam amilum sehingga dapat mempengaruhi stabilitas amilum saat penyimpanan (Depkes RI, 1994; Lieberman dkk., 1989). Data pada Tabel 3.1 menunjukkan bahwa amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized* telah memenuhi persyaratan kadar air yang dapat terkandung di dalam amilum, dimana kadar air dari amilum tidak diperbolehkan lebih dari 15% (b/b) (Depkes RI, 1995).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar air yang signifikan ($P < 0,05$) antara amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized*. Amilum singkong *fully pregelatinized* memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan amilum alami (Tabel 3.1). Hal ini disebabkan oleh adanya proses gelatinasi yang dapat menyebabkan ikatan hidrogen intermolekular antara rantai amilosa dan rantai cabang amilopektin melemah dan rusak. Rusaknya ikatan hidrogen tersebut, menyebabkan saat proses pengeringan amilum, air lebih mudah terlepas dari gugus hidroksil amilum dan menyebabkan penurunan kandungan air dari amilum (Hapsari, 2008).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat pengaruh rasio amilum dan air terhadap kadar air dari amilum singkong *fully pregelatinized*. Semakin tinggi

jumlah air yang ditambahkan pada proses gelatinisasi maka kadar air dari amilum singkong *fully pregelatinized* akan semakin tinggi. Berdasarkan uji statistik diperoleh bahwa tidak terdapat perbedaan kadar air yang signifikan antara amilum singkong *fully pregelatinized* rasio 2:2 dengan amilum singkong *fully pregelatinized* rasio 2:4 ($P > 0,05$).

4.6. Pengukuran pH

Data hasil pengujian pH pada Tabel 3.1 menunjukkan pH amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized* memenuhi persyaratan, dimana pH amilum yaitu 4-8 dan pH amilum pregelatin yaitu 4,5-7 (Rowe *et al*, 2009).

Berdasarkan hasil uji statistik diketahui bahwa terdapat perbedaan pH yang signifikan ($P < 0,05$) antara amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized*. Amilum singkong alami memiliki pH yang lebih rendah dibandingkan dengan amilum singkong *fully pregelatinized* (Tabel 3.1). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Adedokun dan Itiola (2010) yang menyatakan bahwa pH amilum alami lebih rendah dibandingkan dengan pH amilum *pregelatinized*.

Berdasarkan hasil uji statistic diketahui bahwa terdapat pengaruh rasio amilum dan air terhadap pH dari amilum *fully pregelatinized*. Peningkatan jumlah air pada proses gelatinasi akan meningkatkan pH amilum. Hal ini disebabkan karena pada proses gelatinasi molekul amilosa terdorong keluar (Hapsari, 2008). Amilosa memiliki rantai berbentuk heliks yang pada bagian dalamnya mengandung atom H (Bastian, 2011). Berkurangnya molekul amilosa dalam amilum akan menyebabkan menurunnya jumlah atom H sehingga pH amilum akan meningkat.

pH amilum mengalami peningkatan yang signifikan ($P < 0,05$) namun masih memenuhi persyaratan. Hal ini menunjukkan amilum akan stabil atau dapat bertahan lama dalam penyimpanan (Wiradewi, 2014).

4.7. Uji kelarutan

Berdasarkan hasil pengujian kelarutan, amilum singkong alami dan amilum singkong *fully pregelatinized* memiliki sifat praktis tidak larut dalam air. Amilum singkong alami praktis tidak larut dalam air dingin. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan dalam Farmakope Indonesia edisi IV (Depkes RI, 1995). Berdasarkan penelitian diperoleh hasil bahwa amilum singkong *fully pregelatinized* praktis tidak larut dalam air dingin. Hal ini tidak sesuai dengan pustaka yang menyebutkan bahwa amilum *fully pregelatinized* sangat mudah larut dalam air dingin (Anwar dkk., 2006).

Penelitian yang dilakukan Purnamasari dan Januarti (2010) menyatakan bahwa kelarutan terkait dengan kemudahan molekul air untuk berinteraksi dengan molekul dalam granul amilum dan menggantikan interaksi hidrogen antar molekul sehingga granul akan lebih mudah menyerap air dan mempunyai pengembangan yang tinggi. Adanya pengembangan tersebut akan menekan granul dari dalam sehingga granul akan pecah dan molekul amilum terutama amilosa akan keluar. Amilum singkong *fully pregelatinized* yang dihasilkan memiliki sifat yang praktis tidak larut dalam air dingin karena dalam pembuatan amilum singkong *fully pregelatinized*, perlakuan tersebut belum menyebabkan pecahnya granul amilum secara keseluruhan, sehingga menyebabkan amilum singkong *fully pregelatinized* yang dihasilkan praktis tidak larut dalam air.

5. KESIMPULAN

Rasio amilum dan air berpengaruh terhadap spesifikasi amilum singkong *fully pregelatinized*. Peningkatan jumlah air yang ditambahkan pada proses gelatinasi menyebabkan perubahan ukuran partikel, peningkatan kadar air, dan peningkatan pH yang signifikan ($P < 0,05$).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Pasek Budiadnya, Anggi Heru Pradipta, Dwi Ratna Sutriadi selaku laboran, Ni Wayan Nik Asih selaku koordinator perpustakaan, Elisabeth Ceme selaku koordinator administrasi atas semua bantuan, kebersamaan, semangat dan doa dalam penyelesaian tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adedokun, M.O. and Itiola, O. A. 2010. Material Properties and Compaction Characteristics of Natural and Pregelatinized Forms of Four Starches. *Carbohydrate Polymers*. 79(2010). P. 818-824.
- Anwar, E., K. Khotimah, dan A. Yanuar. 2006. An Approach on Pregelatinized Cassava Starch Phosphat Esters as Hydrophilic Polymer Excipient for Controlled Release Tablet. *J. Med. Sci.* 6(6). P. 923-929.
- Bastian, F. 2011. *Teknologi Amilum dan Gula-Hibah Penulisan Buku Ajar Bagi Tenaga Akademik Universitas Hasanuddin*. Makassar: Universitas Hasanuddin. Hal: 17, 25, 33, 59-60.
- Chainat. 2011. Effects of Pregelatinization on Physico-chemical Properties of Flour of Germinated Brown Rice cv. *Agricultural Sci. J.* 42(2). P. 425-428.
- Depkes RI. 1994. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 661-MENKES/SK/VII-1994 Tentang Persyaratan Obat Tradisional*. Jakarta: Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan Departemen Kesehatan RI.
- Depkes RI. 1995. *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Hal: 107-108, 1039.
- Evans, C.W. 2000. *Pharmacognosy*. 5th Edition. New York: Elsevier Science.
- Hapsari, T. P. 2008. Pengaruh Pregelatinasi Terhadap Karakteristik Tepung Singkong. *Primordia*. Volume 4. No.2. Hal.92-105.
- Juheini, Iskandarsyah, J. A. Animar, dan Jenny. 2004. Pengaruh Kandungan Pati Singkong Terpregelatinasi Terhadap Karakteristik Fisik Tablet Lepas Terkontrol Teofilin. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol.1, No.1. Hal: 21-26.
- Junaedi. 2012. *Preparasi dan Karakterisasi Eksipien Koproces Karagenan (Kappa dan Iota) dengan Pregelatinasi Amilum Singkong Propionat sebagai Eksipien dalam Sediaan Tablet mengapung Famotidin* (Tesis). Jakarta : Universitas Indonesia.

Pengaruh Rasio Amilum:Air terhadap Spesifikasi
Amilum Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Fully Pregelatinized
(Arisanti, C. I. S., Dewi, D. P. R. P., Prasetia, I. G. N. J. A.)

- Kurniadi, T. 2010. *Kopolimerasi Grafiting Monomer Asam Aklirat pada Onggok Singkong dan Karakteristiknya* (Skripsi). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Lieberman, H. A., L. Lachman., J. B. Schwartz. 1989. *Pharmaceutical Dosage Form: Tablets*, Volume 1.2nd edition. The United States of American: Marcel Dekker, Inc. Hal: 132, 148-150.
- Plackett, D. 2011. *Biopolymers-New Materials for Sustainable Films and Coatings*. USA : Wiley. P. 15.
- Purnamasari, I. dan H. Januarti. 2010. *Pengaruh Hidrolisa Asam-Alkohol dan Waktu Hidrolisa Asam terhadap Sifat Tepung Tapioka* (Skripsi). Semarang: Universitas Diponegoro.
- Rowe, R. C., P. J. Shekey, and P. J. Weller. 2003. *Handbook of Pharmaceutical Excipients 4th Edition*. USA: Pharmaceutical Press. P. 603-610.
- Rowe, R. C., P. J. Shekey, and M. E. Quinn. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients 6th Edition*. USA: Pharmaceutical Press. P. 685-687, 691-692.
- Sari, L. K., I. G. N. J. A. Prasetia, dan C. I. S. Arisanti. 2011. *Pengaruh Rasio Amilum:Air dan Suhu Pemanasan terhadap Sifat Fisik Amilum Singkong Pregelatin yang Ditujukan Sebagai Eksipien Tablet* (Skripsi). Bukit Jimbaran: Universitas Udayana.
- Soebagio, B. Sriwododo, dan A. S. Adhika. 2009. *Uji Sifat Fisikokimia Amilum Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr) Alami dan Modifikasi Secara Hidrolisis Asam* (Skripsi). Bandung: Universitas Padjajaran.
- Sugiyono. 2011. Pengaruh Variasi Kadar Amilum Biji Durian (*Durio zibethinus*, Murr) sebagai Bahan Pengikat Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tablet Parasetamol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Semarang: Universitas Wahid Hasyim. Hal: 67.
- Winarno, F.G. 1986. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT.Gramedia. Hal: 30-33.
- Wiradewi, N. M. A. 2014. *Pengaruh Perbandingan Amilum Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Fully Pregelatinized dan Gom Akasia terhadap Sifat Fisik Eksipien Co-Processing* (Skripsi). Jimbaran: Universitas Udayana. Hal: 33.
- Yamini, K., V.N. Chalapathi., N.R. Lakshmi., K.V. Lokesh., S.P.K. Reddy, and V.Gopal. 2011. Formulation Of Diclofenac Sodium Tablets using Tapioca Starch Powder- A Promising Binder. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 01 (03). P. 125-127.