

FORMULASI SEDIAAN GRANUL DENGAN BAHAN PENGIKAT PATI KULIT PISANG GOROHO (*Musa acuminata* L.) DAN PENGARUHNYA PADA SIFAT FISIK GRANUL

Victoria Elisabeth¹⁾, Paulina V. Y. YamLean¹⁾, Hamidah Sri Supriati²⁾

¹⁾Program Studi Farmasi FMIPA UNSRAT Manado, 95115

²⁾STIKES Muhamadiyah Manado, 95115

ABSTRACT

Banana plants are known for their high content of starch. In the granular formulation, starch has been widely used as fillers, binder, as well as disintegrant. The objective of this study is to formulate granule with Goroho Banana peels starch as binder material and its effect on the physical properties of the granules, which are made in five formulations with the variation of 6% for formulation I, 7% for formulation II, 8% for formulation III, 9% for formulation 4, and 10% for formulation V. In formulation I, 6.22 seconds of flow time was obtained, angle of repose 30°, moisture content 20,96%, and bulk density 0,47 g/mL. In formulation II, 5.66 seconds flow time was obtained, angle of repose 29°, moisture content 18,79%, and bulk density 0.45 g/mL. In formulation III, 5.50 seconds flow time was obtained, angle of repose 27°, moisture content 25,49%, and bulk density 0.44 g/mL. In formulation IV 5.38 seconds flow time was obtained, angle of repose 26°, moisture content 19,92%, and bulk density 0.43 g/mL. In formulation V, 6.18 seconds flow time was obtained, angle of repose 26°, moisture content 21,15%, and bulk density 0.42g/mL. Banana Goroho starch can be used to formulate granule and have fit the requirement criteria for organoleptic, flow time, angle of repose evaluation, but did not fit the moisture content evaluation criteria.

Keywords: Goroho Banana (*Musa acuminata* L.), starch, granules

ABSTRAK

Tumbuhan Pisang dikenal akan kandungan patinya yang tinggi. Dalam formulasi sediaan granul, pati telah digunakan secara luas sebagai bahan pengisi, bahan pengikat, maupun sebagai bahan penghancur. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan sediaan granul dengan bahan pengikat pati dari kulit Pisang Goroho dan pengaruhnya terhadap sifat fisik granul yang dibuat dalam lima formulasi dengan variasi konsentrasi bahan pengikat 6% untuk formulasi I, 7% untuk formulasi II, 8% untuk formulasi III, 9% untuk formulasi IV dan 10% untuk formulasi V. Pada formulasi I didapatkan hasil pengujian waktu alir 6,22 detik, sudut diam 30°, kandungan lembab 20,96%, dan *bulk density* 0,47 g/mL. Pada formulasi II didapatkan hasil pengujian waktu alir 5,66 detik, sudut diam 29°, kandungan lembab 18,79%, dan *bulk density* 0,45 g/mL. Pada formulasi III didapatkan hasil pengujian waktu alir 5,50 detik, sudut diam 27°, kandungan lembab 25,49%, dan *bulk density* 0,44 g/mL. Pada formulasi IV didapatkan hasil pengujian waktu alir 5,38 detik, sudut diam 26°, kandungan lembab 19,92%, dan *bulk density* 0,43 g/mL. Pada formulasi V didapatkan hasil pengujian waktu alir 6,18 detik, sudut diam 26°, kandungan lembab 21,15%, dan *bulk density* 0,42g/mL. Sediaan granul dapat diformulasikan dengan pati kulit Pisang Goroho dan memenuhi syarat uji organoleptik, uji waktu alir, uji sudut diam namun tidak memenuhi syarat uji kandungan lembab.

Kata kunci: Pisang Goroho (*Musa acuminata* L.), pati, granul

PENDAHULUAN

Granul merupakan gumpalan-gumpalan dari partikel-partikel yang lebih kecil dengan bentuk tidak merata dan menjadi seperti partikel tunggal yang lebih besar (Ansel, 1989). Granulasi serbuk ialah proses membesarkan ukuran partikel kecil yang dikumpulkan bersama-sama menjadi agregat (gumpalan) yang lebih besar, secara fisik lebih kuat dan partikel orisinil masih teridentifikasi dan membuat agregat mengalir bebas. Metode yang terpenting dari granulasi farmasetik, dapat digolongkan ke dalam tiga kategori utama, yakni proses basah, proses kering (disebut juga *slugging*) dan proses lain (*humidification, priling, melt peletization*). Granulasi basah ialah proses menambahkan cairan pada suatu serbuk atau campuran serbuk dalam suatu wadah yang dilengkapi dengan pengadukan yang akan menghasilkan aglomerasi atau granul, sedangkan granulasi kering adalah proses granulasi serbuk tanpa menggunakan cairan granulasi (Siregar, 2010).

Proses pembuatan granul memerlukan berbagai eksipien untuk memenuhi persyaratan formulasi antara lain bahan pengisi, pengikat, disintegran, lubrikan dan glidan. Dalam proses granulasi basah, bahan pengikat meningkatkan pembesaran ukuran untuk membentuk granul sehingga dapat memperbaiki mampu alir campuran selama proses pembuatan (Siregar, 2010). Bahan-bahan pengikat tersebut dapat dibedakan dalam 3 golongan yaitu polimer alam, polimer sintesis dan gula.

Eksipien polimer alam yang sering digunakan sebagai bahan pengikat dalam pembuatan granul ialah pati. Pati merupakan

karbohidrat yang tersebar dalam tanaman terutama tanaman berklorofil yang terdiri dari amilosa dan amilopektin (Winarno, 1997). Pati yang umumnya digunakan ialah pati singkong, Jagung, gandum, kentang dan beras (Wade and Weller, 1994).

Penelitian tentang beberapa bahan pengikat menggunakan pati untuk granulasi basah telah dilakukan sebelumnya, seperti penggunaan pati biji Durian (*Durio zibethinus* Murr.) oleh Jufri, dkk (2006), pati biji Nangka oleh Firmansyah, dkk (2007) dan pati biji Cempedak oleh Sapri, dkk (2012). Penelitian serupa dilakukan oleh Komariyatun, dkk (2017) dengan menggunakan tepung bonggol Pisang Kepok sebagai bahan pengikat tablet Parasetamol dengan konsentrasi 10%, 12,5%, 15%, 17,5% dan 20%.

Tanaman lain yang diharapkan untuk menghasilkan pati sebagai bahan pengikat granul ialah Pisang Goroho (*Musa acuminata* L.). Pisang Goroho merupakan buah dengan karbohidrat relatif tinggi dan hal ini menjadi titik tolak dilakukannya penelitian dalam pembuatan granul untuk tablet dengan metode granulasi basah menggunakan bahan pengikat pati kulit Pisang Goroho dan pengaruhnya pada sifat fisik granul.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah timbangan analitik (aeADAM®), *Aluminium foil* (Klin Pak), batang pengaduk, oven (*Ecocell*), alat-alat gelas (*Pyrex*), corong gelas, blender (Miyako), kertas grafik, ayakan 10 dan 200 mesh, pisau stainless, alu dan lumpang.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini ialah kulit Pisang Goroho, akuades, laktosa, explotab, magnesium stearat, talkum.

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel

Sampel yang digunakan adalah limbah kulit pisang Goroho yang didapatkan dari sekitaran daerah Kelurahan Airmadidi bawah. Sampel yang digunakan ialah kulit Pisang Goroho segar 11 kg.

Pembuatan pati kulit Pisang Goroho

Kulit Pisang Goroho segar sebanyak 11 kg dicuci lalu direndam dengan air kapur selama 5 menit, kemudian dibilas hingga bersih dan ditiriskan. Kulit dicincang halus dengan pisau stainless lalu dijemur hingga didapatkan bobot konstan. Kulit Pisang Goroho kering diblender hingga menjadi serbuk kemudian disuspensikan dalam air dan dilewatkan melalui ayakan 200 mesh untuk memisahkan fase padat yang mengandung serat dan fase cair yang mengandung pati. Fase cair dibiarkan untuk mengendap selama 3 jam dan beningnya dibuang. Cairan yang masih tertinggal dengan endapan pati dicuci sebanyak 3 kali dengan akuades baru, kemudian pati dipisahkan dari air pencucian. Pati dikeringkan dalam oven pada 40⁰C hingga didapatkan bobot konstan.

Preparasi larutan pengikat

Larutan pengikat disiapkan dengan cara melarutkan bubuk pati dalam air. Bahan pengikat disiapkan dengan mendispersikan

c. Uji sudut diam

Sudut diam diperoleh dengan mengukur tinggi dan jari-jari tumpukan granul yang terbentuk ($\alpha = \tan^{-1}H/R$). Bila sudut diam yang terbentuk $\leq 30^\circ$ menyatakan bahwa sediaan

sampel bubuk pati sesuai dengan persentase b/v dalam 100 mL air panas. Kemudian larutan didinginkan

Preparasi granul

Granul dibuat dengan metode granulasi basah tanpa zat aktif. Explotab (pengembang dalam) dan laktosa dimasukkan ke dalam lumpang, digerus hingga homogen, kemudian ditambahkan larutan pengikat pati kulit Pisang Goroho sedikit demi sedikit sambil digerus, kemudian granulat diayak dengan ayakan mesh 10, lalu dikeringkan pada suhu 40-60⁰C. Granul kering ditimbang dan ditambahkan magnesium stearat, talkum dan explotab (pengembang luar).

Pengujian granul

a. Uji organoleptik

Dilihat secara langsung mulai dari bentuk, warna, bau dan rasa dari granul yang dihasilkan. Bentuk, warna yang dihasilkan sedapat mungkin sama antara satu dengan yang lainnya.

b. Uji waktu alir

Prosedur kerja untuk memperoleh granul dengan kualitas yang baik yaitu sebanyak 100 g granul dimasukkan ke dalam corong yang tertutup bagian bawahnya. Penutup dibuka dan alat pencatat waktu dihidupkan hingga semua granul keluar dari corong dan membentuk timbunan di atas kertas grafik, kemudian alat pencatat waktu dimatikan. Aliran granul yang baik adalah jika waktu yang diperlukan untuk mengalirkan 100 gram tidak lebih dari 10 detik (Voight, 1994).

dapat mengalir bebas dan bila sudut yang terbentuk $\geq 40^\circ$ menyatakan bahwa sediaan memiliki daya alir yang kurang baik. Dari nilai sudut diam dapat menunjukkan suatu nilai indikasi bisa diterimanya sifat aliran yang

dimiliki oleh suatu bahan (Banker dan Anderson, 1986).

dihasilkan ialah sebanyak 83 g, dan digunakan sebanyak 12 g.

d. Uji kandungan lembab

Perhitungan kadar air atau kandungan lembab didasarkan pada perhitungan bobot kering:

$$\% \text{ kandungan lembab} = \frac{\text{bobot air dalam sampel}}{\text{bobot sampel kering}} \times 100$$

Syarat kandungan lembab yang baik ialah 1-5%.

e. Bulk Density

Densitas didapatkan dengan cara menimbang bobot granul, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur untuk dilihat volumenya.

$$D_b = \frac{m(\text{massa})}{V(\text{volume})}$$

Pembuatan granul

Bahan	FI	FII	FIII	FIV	FV
Pati kulit Pisang Goroho (<i>binder</i>)	6 %	7%	8 %	9%	10 %
Explotab (<i>disintegrant</i>)	4 %	4 %	4 %	4 %	4 %
Talkum (<i>glidant</i>)	1%	1%	1%	1%	1%
Magnesium stearat (<i>lubricant</i>)	1%	1%	1%	1%	1%
Laktosa (<i>filler</i>)	ad 100 %	ad 100 %	ad 100 %	ad 100 %	ad 100 %

Jumlah granul per formulasi yang dibuat ialah 120 g.

Tabel 1. Formulasi Granul

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi tumbuhan

Klasifikasi tumbuhan dilakukan di Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi dan dinyatakan bahwa tumbuhan yang digunakan kulitnya dalam penelitian ini ialah *Musa acuminata* L.

Pembuatan pati dari kulit Pisang Goroho

Sebanyak 11 kg kulit Pisang Goroho yang telah direndam air kapur dicuci bersih, ditiriskan, dicincang, kemudian dijemur sehingga menghasilkan sebanyak 1.121 g serbuk kulit Pisang Goroho kering. Serbuk kulit Pisang Goroho yang telah kering diendapkan dalam air dalam wadah kaca kemudian dibilas sebanyak tiga kali dengan akuades dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 40°C. Pati kulit Pisang Goroho yang

Uji waktu alir

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengalirkan 100 g granul melalui sebuah

Uji organoleptik

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengamati bentuk, warna, bau dan rasa dari granul yang dihasilkan. Bentuk dan warna granul yang dihasilkan sedapat mungkin teratur.

Tabel 2. Hasil pengujian organoleptik granul

Formulasi	Warna	Bentuk	Rasa	Bau
I	Putih tulang	Bulat	Manis	Khas pati kulit PG
II	Putih tulang	Bulat	Manis	Khas pati kulit PG
III	Putih tulang	Bulat	Manis	Khas pati kulit PG
IV	Putih tulang	Bulat	Manis	Khas pati kulit PG
V	Putih tulang	Tidak merata	Manis	Khas pati kulit PG

Keterangan: PG = Pisang Goroho

corong dengan 3 kali pengulangan. Syarat waktu alir granul yang baik ialah tidak lebih dari 10 detik untuk 100 g granul. Pengujian

terhadap kelima formulasi granul ialah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian waktu alir granul

Formulasi	Waktu alir (detik)			Rata-rata (detik)	Keterangan
	1	2	3		
I	6.60	5.80	6.27	6.22	Memenuhi syarat
II	5.80	5.50	5.69	5.66	Memenuhi syarat
III	5.50	5.46	5.53	5.50	Memenuhi syarat
IV	5.43	5.34	5.37	5.38	Memenuhi syarat
V	6.30	6.10	6.15	6.18	Memenuhi syarat

Uji sudut diam

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur jari-jari dan tinggi dari tumpukan granul yang terbentuk ketika dialirkan melalui corong dengan ketinggian 10 cm dari atas kertas grafik.

Tabel 4. Hasil pengujian sudut diam granul

Formulasi	h (cm)			r (cm)			Rata-rata		Sudut diam (°)
	1	2	3	1	2	3	H	R	
I	3,60	3,60	3,40	6,15	6,00	5,95	3,53	6,03	30
II	3,50	3,50	3,40	6,30	6,50	6,35	3,47	6,38	29
III	3,30	3,50	3,40	6,55	6,55	6,60	3,40	6,57	27
IV	3,30	3,20	3,20	6,70	6,75	6,80	3,23	6,75	26
V	3,50	3,30	3,50	7,00	7,05	7,25	3,43	7,10	26

Keterangan: h=tinggi tumpukan granul; r=jari-jari tumpukan granul

Uji kandungan lembab

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung bobot granul basah dan bobot pada setiap jam pengeringan hingga didapatkan bobot konstan. Suhu pengeringan yang digunakan ialah 40°C – 60°C selama 8 jam. Berdasarkan bobot granul selama proses pengeringan pada tabel 13, kandungan lembab setiap formulasi granul dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Bobot granul selama proses pemanasan

Pemanasan	Formulasi I	Formulasi II	Formulasi III	Formulasi IV	Formulasi V
0 jam	123,14	135,56	134,29	135,56	141,75
1 jam	117,25	132,52	129,46	131,76	135,46
2 jam	113,10	129,07	124,98	128,09	131,38
3 jam	108,05	124,76	119,93	123,00	127,04
4 jam	104,55	120,43	115,77	118,48	122,20
5 jam	102,76	116,38	112,99	114,79	118,53
6 jam	102,09	114,48	112,50	113,54	117,21
7 jam	101,96	114,16	112,48	113,11	117,17
8 jam	101,80	114,12	112,45	113,04	117,00

Tabel 6. Hasil perhitungan kandungan lembab

Formulasi	Kandungan Lembab (%)
I	20,96
II	18,79
III	25,49
IV	19,92
V	21,15

Bulk Density

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung massa sejumlah granul per volume granul pada gelas ukur.

Tabel 7. Hasil perhitungan *bulk density*

Formulasi	Bulk Density (g/mL)
I	0,47
II	0,45
III	0,44
IV	0,43
V	0,42

Pembahasan

Pembuatan granul dengan menggunakan bahan pengikat dari pati kulit Pisang Goroho (*Musa acuminata* L.) bertujuan untuk menghasilkan suatu bahan pengikat sediaan granul dan tablet yang bersumber dari alam dan mudah didapatkan serta ekonomis, karena merupakan pemanfaatan sampah organik sebagai suatu bahan yang berguna untuk industri farmasi. Pembuatan granul dengan bahan pengikat pati kulit Pisang Goroho ini menggunakan metode granulasi basah, karena tidak mengandung zat aktif dan eksipien yang digunakan bukan merupakan zat-zat yang tidak tahan air maupun panas. Bahan-bahan yang digunakan dalam formulasi antara lain pati kulit Pisang Goroho sebagai

bahan pengikat, Explotab sebagai bahan penghancur, magnesium stearat sebagai lubrikan, talk sebagai glidan dan laktosa sebagai bahan pengisi. Bahan penghancur Explotab digunakan secara intragranular dan ekstragranular dengan perbandingan 75%:25%. Penggunaan bahan penghancur 100% intragranular akan meningkatkan kekerasan dan waktu hancur tablet, sedangkan penggunaan bahan penghancur secara ekstragranular 100% akan menyebabkan tablet sangat mudah pecah, karena itu perlu diketahui kombinasi yang tepat untuk kemudian menghasilkan tablet dengan waktu hancur dan sifat fisis lainnya yang paling efektif (Ordu, *et al*, 2011). Sebanyak lima formulasi dibuat dengan perbandingan bahan pengikat pati kulit

Pisang Goroho 6%, 7%, 8%, 9% dan 10% untuk melihat konsentrasi manakah yang menghasilkan granul yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Setelah didapatkan campuran yang homogen dari laktosa, explotab intragranular dan larutan pati, massa granul basah diayak dengan ayakan mesh 10 untuk meningkatkan luas permukaan partikel sehingga mempermudah proses pengeringan pada suhu 40⁰C - 60⁰) (Siregar, 2010). Massa granul kering

Uji Organoleptik

Hasil pengujian organoleptik granul dengan bahan pengikat pati kulit Pisang Goroho merupakan bentuk umum sediaan sebelum melalui tahap pengempaan. Kelima formulasi memiliki warna putih tulang yang homogen, rasa manis dan bau khas pati kulit Pisang Goroho. Semakin tinggi konsentrasi bahan pengikat, granul lebih kompak dengan ukuran partikel lebih besar dibandingkan formulasi dengan bahan pengikat yang konsentrasinya lebih rendah. Bentuk dan warna yang dihasilkan Formulasi I hingga IV granul dengan perbandingan bahan pengikat pati Pisang Goroho 6%, 7%, 8%, 9% telah sedapat mungkin sama satu dengan yang lainnya, sehingga keempat formulasi dapat dinyatakan memenuhi syarat sesuai dengan pernyataan bahwa uji organoleptik dilihat secara langsung dari bentuk, warna dan bau dari granul yang dihasilkan (Anonim, 1995). Sedangkan untuk Formulasi V dengan bahan pengikat pati kulit Pisang Goroho 10%, bentuk granul yang dihasilkan kurang merata, ini diakibatkan tingginya konsentrasi bahan pengikat pati kulit Pisang Goroho sehingga partikel yang dihasilkan lebih besar dan distribusi partikel kurang merata. Perbedaan ukuran granul dapat mempengaruhi sifat fisik

kemudian dicampur dengan lubrikan, glidan dan bahan penghancur ekstragranular. Pencampuran lubrikan yang terlalu lama atau *overblending* dapat menyebabkan penurunan laju disintegrasi dan disolusi, mengurangi kohesivitas antarpartikel, meningkatkan kerapuhan tablet dan mengurangi kekerasan tablet, sehingga disarankan lama pencampuran tidak lebih dari 5 menit (Triwantoro, 2006).

granul dan bagaimana ruang antara partikel-partikel diisi.

Uji Waktu Alir

Waktu alir merupakan waktu yang dibutuhkan sejumlah granul untuk mengalir melewati corong, yang dinyatakan sebagai banyaknya serbuk yang mengalir tiap satuan waktu (Banker and Anderson, 1986). Sifat aliran dipengaruhi oleh bentuk partikel, ukuran partikel dan kohesivitas antarpartikel. Granul yang baik ialah granul yang dapat mengalir bebas sehingga dapat kemudian dikempa menjadi sediaan tablet. Semakin kecil konsentrasi bahan pengikat, maka ukuran, viskositas dan massa jenis semakin kecil, sehingga meningkatkan gaya kohesi antar partikel granul atau serbuk. Gaya kohesi yang tinggi menyebabkan granul sulit mengalir bebas. Massa jenis yang kecil berarti bobot molekul juga kecil, menyebabkan kurangnya pengaruh gaya gravitasi pada massa tersebut, karena gaya kohesivitas lebih tinggi dari gaya gravitasi sehingga granul tidak dapat mengalir bebas. (Anshory *et al*, 2007). Rata-rata waktu alir Formulasi I ialah 6.22 detik, Formulasi II selama 5,66 detik, Formulasi III selama 5,50 detik, Formulasi IV selama 5,38 detik dan Formulasi V selama 6.18 detik. Pada umumnya semakin bulat bentuk granul maka

waktu alirnya akan semakin baik. Formulasi V mempunyai bentuk yang kurang merata pada uji organoleptik karena tingginya konsentrasi bahan pengikat pati kulit Pisang Goroho, sehingga waktu alir Formulasi V relatif lebih tinggi dibandingkan formulasi II, III dan IV. Kelima formulasi menunjukkan hasil <10 detik sehingga dapat dinyatakan bahwa kelima formulasi memenuhi syarat waktu alir yang baik untuk sediaan granul.

Uji Sudut Diam

Sudut diam adalah sudut maksimum yang dibentuk permukaan granul pada permukaan horizontal. Sudut diam Formulasi I ialah 30° , Formulasi II sebesar 29° , Formulasi III sebesar 27° , Formulasi IV sebesar 26° dan Formulasi V sebesar 26° . Menurut Anggraini, et al (2016), penggunaan pati Singkong 7% menghasilkan sudut diam $25,17^{\circ}$ dan $24,70^{\circ}$ untuk konsentrasi 9%. dimana nilai ini menunjukkan bahwa bahan pengikat dengan pati kulit Pisang Goroho memberikan sudut diam lebih besar yaitu 29° dan 26° . Besar kecilnya sudut yang terbentuk dipengaruhi oleh ukuran partikel, besarnya gaya tarik-menarik dan gaya gesek antar partikel (Lee, 2001). Semakin kecil ukuran partikel maka gaya kohesivitas semakin tinggi. Tingginya kohesivitas menyebabkan granul sulit mengalir dan menyebabkan sudut diam yang terbentuk semakin besar (Anshory et al, 2007).

Uji kandungan lembab

Kandungan lembab atau *Moisture Content* adalah pernyataan kandungan air berdasarkan bobot kering, yang menunjukkan kadar air yang terkandung dalam suatu granulat. Granul yang memiliki kandungan lembab <5% akan stabil dan baik pada saat penyimpanan (Rowe, et al, 2009). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Formulasi I

Konsentrasi pati kulit Pisang Goroho yang paling rendah menghasilkan sudut diam paling besar. Ini diakibatkan karena kecilnya konsentrasi bahan pengikat menyebabkan ukuran partikel granul lebih kecil dan meningkatkan kohesivitas serta gaya gesek antar partikel granul. Formulasi granul dengan konsentrasi bahan pengikat lebih tinggi menunjukkan granul dapat mengalir lebih bebas, karena ukuran partikel granul lebih besar dibandingkan formulasi dengan konsentrasi bahan pengikat lebih kecil. Namun, sudut diam Formulasi V walaupun dengan konsentrasi bahan pengikat pati kulit Pisang Goroho paling tinggi, mempunyai sudut diam sama dengan Formulasi IV. Bentuk granul mempengaruhi waktu alir maupun tumpukan granul yang terbentuk. Kurang meratanya bentuk granul pada formulasi V mengakibatkan granul sulit mengalir bebas sehingga sudut diam yang terbentuk lebih besar dari yang diharapkan. Pati kulit Pisang Goroho memberikan kohesivitas lebih tinggi Sudut diam yang ditunjukkan oleh kelima formulasi granul telah memenuhi syarat, dimana sudut yang dihasilkan tidak melebihi 40° . Formulasi I memiliki sudut diam yang cukup baik, namun Formulasi II, III, IV dan V memiliki nilai sudut diam dengan kategori sangat baik yaitu $25 < \alpha < 30^{\circ}$.

hingga Formulasi V memiliki kandungan lembab di atas 5%, yaitu 20,96%, 18,79%, 25,49%, 19,92%, 21,15% secara berurutan. Kandungan lembab yang sebenarnya yaitu pengukuran menggunakan *moisture analyzer*, untuk menentukan kadar air atau pelarut organik lainnya dalam granul yang suhu penguapannya tinggi dan tidak menguap saat pengeringan granul yang hanya menggunakan

suhu 40°C – 60°C. Kandungan lembab di atas 5% disebabkan degradasi sediaan sangat besar. Hal ini dapat terjadi karena konsentrasi bahan pengikat terlalu kecil sehingga ukuran dan massa jenis sediaan juga kecil. Air larutan pengikat pati kulit Pisang Goroho dalam granul dengan jumlah berlebih akan menyebabkan terganggunya sifat granul seperti timbulnya kohesivitas antarpartikel yang menyebabkan aliran granul menjadi buruk dan kekompakan granul menjadi terlalu tinggi. Sebaliknya jika kandungan lembab <1%, akan terjadi *capping*, yaitu membelahnya tablet di bagian atas (Syamsuni, 2006). Variasi kandungan lembab dari Formulasi I hingga Formulasi V disebabkan karena hasil perhitungan sangat dipengaruhi bobot granul yang ditimbang, dimana ketika ada sejumlah granul yang terbuang, maka akan meningkatkan persentase kandungan lembab granul.

Bulk density

Kerapatan (densitas) terbagi menjadi kerapatan curah (*bulk density*) dan kerapatan mampat (*tapped density*). *Bulk density* merupakan sebuah pengukuran kerapatan yang dapat berubah-ubah tergantung dari cara menangani materi. Sebagai contoh, sejumlah granul yang dituangkan ke dalam sebuah gelas wadah akan memiliki kerapatan curah tertentu.

KESIMPULAN

1. Sediaan granul dapat diformulasikan menggunakan bahan pengikat pati kulit Pisang Goroho dengan perbandingan konsentrasi 6%, 7%, 8%, 9% dan 10%.
2. Hasil evaluasi sifat fisik granul menggunakan bahan pengikat pati kulit Pisang Goroho dengan perbandingan konsentrasi 6%, 7%, 8%, 9% dan 10%

Namun jika wadah terganggu, partikel granul akan bergerak dan biasanya menjadi lebih dekat bersama-sama sehingga kerapatan curahnya lebih tinggi. Formulasi I memiliki kerapatan sebesar 0,47 g/mL, Formulasi II sebesar 0,45 g/mL, Formulasi III sebesar 0,44 g/mL, Formulasi IV sebesar 0,43 g/mL dan Formulasi V sebesar 0,42 g/mL. Semakin besar konsentrasi bahan pengikat pati kulit Pisang Goroho, semakin besar pula ukuran partikel sehingga menyebabkan kerapatan semakin kecil. Penelitian Anggraini, et al (2016) menggunakan bahan pengikat dari pati singkong 7% dan 9% membunyai nilai bulk density sebesar 0,5058 gr/mL dan 0,5028 gr/mL. ini menunjukkan bahwa pati kulit Pisang Goroho sebagai bahan pengikat menghasilkan kerapatan yang lebih kecil dan ukuran partikel lebih besar dibandingkan granul dengan bahan pengikat pati Singkong. Perhitungan *bulk density* saja tidak dapat digunakan untuk menentukan harga penetapan, namun dibutuhkan pula nilai *tapped density* untuk mendapatkan indeks kompresibilitas seperti *Carr's index* dengan menggunakan rumus $100\% \times (tapped\ density - bulk\ density) / tapped\ density$, atau Hausner's ratio dengan rumus $tapped\ density / bulk\ density$.

memenuhi syarat uji organoleptik, uji waktu alir, uji sudut diam namun tidak memenuhi syarat uji kandungan lembab.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kandungan kimia kulit Pisang Goroho, cara pembuatan pati sehingga tidak terjadi reaksi pencoklatan (*browning*), dan

lama sedimentasi pati untuk hasil yang optimal.

2. Perlu dilakukan formulasi lebih lanjut menjadi tablet yang dibuat dengan

memenuhi standar Farmakope Indonesia dan syarat-syarat pembuatan sediaan tablet.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1995. *Farmakope Indonesia* Edisi 4. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Anggraini, N., et al. 2016. *Farmagazine*. Formulasi dan Evaluasi Fisik Sediaan Tablet Allopurinol Menggunakan Pati Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) sebagai bahan Pengikat. Vol 3, No. 2 : 21-28
- Ansel, H. C. 1989. *Introduction to Pharmaceutical Dosage Form*. Georgia: Lea and Ferbinger.
- Ansel, H. C., et al. 2011. *Ansel's Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems* 9th edition. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins.
- Anshory, H., et al. 2007. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. Formulasi tablet Effervescent dari Ekstrak Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum*) dengan Variasi Kadar Pemanis Aspartam. Vol. 4, No. 1.
- Banker, G. S. and Anderson, N. R. 1986. *Tablet in the Theory and Practice of Industrial Pharmacy* by Lachman, L., et al 3rd edition. Philadelphia: Lea and Ferbinger
- Depkes RI. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan
- Firmansyah, dkk. 2007. *Ketersediaan Hayati Tablet Parasetamol dengan Menggunakan Pati Nangka (*Arthocarpus heterophyllus* Lamk.) sebagai Bahan Pembantu*. Vol. 12, No. 2.
- Jufri, M., dkk. 2006. *Majalah Ilmu Kesehatan*. Studi Kemampuan Pati Biji Durian sebagai bahan Pengikat dalam Tablet Ketoprofen secara Granulasi Basah. Vol. 3, No. 2: 78-86.
- Komariyatun, S., dkk. 2017. *Media Farmasi Indonesia*. Formulasi Tablet Parasetamol Menggunakan Tepung Bonggol Pisang Kepok (*Musa paradisiacal* cv. Kepok) sebagai Bahan Pengikat. Vol. 2, No. 1: 1156-1166.
- Kraut, H., et al. 2005. *Food Composition and Nutrition Tables* 6th Edition. Stuttgart: Medpharm GmbH Scientific Publishers.
- Lachman, L., et al. 1994. *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*. Philadelphia: Lea and Ferbinger.
- Latha, S. M., et al. 2016. *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. Formulation and Comparative Evaluation of Aceclofenac Tablets by Two Granulation Methods. Vol 8, No. 7: 649-654
- Lee, R. E. 2001. *Effervescent Tablets : Key Facts About A Unique, Effective Dossage Form*. New Hope: Amerilab Technologies
- Ordu, J. L. dan Ocheme, E. J. 2011 *Evaluation of the Disintegrant and Dissolution Properties of Powder and Cellulose Obtained from Cocoa Pod Husk on Paracetamol Tablets*. Vol. 10: 82-90
- Parrott, E.L. 1971. *Pharmaceutical Technology Fundamental Pharmaceutics*, 3th Edition. Minneapolis: Burgess Publishing Company
- Rowe, R. C., dkk. 2006. *Handbook of Pharmaceutical Excipients* 5th Edition. London: Pharmaceutical Press

- Sapri, dkk. 2012. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*. Pengaruh Penggunaan Pati Biji Cempedak (*Arthocarpus champeden* Lour) sebagai Bahan Pengikat terhadap Sifat Fisik Tablet Parasetamol secara Granulasi Basah. Vol. 2, No. 1: 47-61.
- Shah, R. B., et al. 2008. *AAPS PharmSciTech*. Comparative Evaluation of Flow for Pharmaceutical Powders and Granules. Vol 9, No. 1: 250-258
- Siregar, C. 2010. *Teknologi Farmasi Sediaan Tablet: Dasar-Dasar Praktis*. Jakarta: EGC.
- Vidyasagar, G., et al. 2011. *International Journal of PharmTech Research*. Isolation and Evaluation of Starch of *Artocarpus heterophyllus* as a Tablet Binder. Vol. 3, No. 2: 836-840.
- Voigt, R. 1994. *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*. Diterjemahkan oleh Soendani, N. S. Yogyakarta: UGM Press.
- Suprapti, L. 2004. *Dasar-Dasar Teknologi Pangan*. Surabaya: Vidi Ariesta.
- Syamsuni. 2006. *Farmasetika Dasar dan Hitungan Farmasi*. Jakarta: EGC.
- Tasirin, J. 2011. *Konservasi dan Budidaya Pisang Goroho*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Triwantoro, H. 2006. *Pengaruh Lama Pencampuran Magnesium Stearat (Dengan Kadar 0,5% dan 1%) sebagai Bahan Pelicin terhadap Sifat Fisik Tablet CTM (Chlorfeniramin Maleat) secara Kempa Langsung*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Wade, A. and Weller, P. J. 1994. *Handbook of Pharmaceutical Excipient* 2nd Edition. Washington: American Pharmaceutical Association.
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.