

MODIFIKASI PATI BONGGOL PISANG KEPOK (*Musa acuminata* Colla) SECARA PREGELATINASI DAN HEAT MOISTURE TREATMENT SEBAGAI BAHAN PENGHANCUR TABLET PARASETAMOL METODE GRANULASI BASAH

SKRIPSI



Oleh :

**LULUK LATIFAH
NIM. 17040023**

PROGRAM STUDI ILMU FARMASI

FAKULTAS ILMU KESEHATAN

UNIVERSITAS dr. SOEBANDI

2021

MODIFIKASI PATI BONGGOL PISANG KEPOK (*Musa acuminata* Colla) SECARA PREGELATINASI DAN HEAT MOISTURE TREATMENT SEBAGAI BAHAN PENGHANCUR TABLET PARASETAMOL METODE GRANULASI BASAH

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi



Oleh :

LULUK LATIFAH
NIM. 17040023

PROGRAM STUDI ILMU FARMASI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS dr. SOEBANDI

2021

LEMBAR PERSETUJUAN

Hasil penelitian ini telah diperiksa oleh pembimbing dan telah disetujui untuk mengikuti seminar hasil pada Program Studi Sarjana Farmasi Universitas dr.

Soebandi Jember.

Jember, 9 Agustus 2021

Pembimbing I



Dr. apt. Budipratiwi W. M. Sc
NIP. 198112272006042003

Pembimbing II



apt. Nina Wijiani, M. Farm
NIK. 199301272019082193

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir yang berjudul “*Modifikasi Pati Bonggol Pisang Kepok (Musa acuminata Colla) Secara Pregelatinasi Dan Heat Moisture Treatment Sebagai Bahan Penghancur Tablet Parasetamol Metode Granulasi Basah*” telah diuji dan disahkan oleh Program Studi Sarjana Farmasi pada :

Hari : Senin

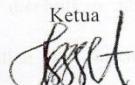
Tanggal : 9 Agustus 2021

Program Studi : Sarjana Farmasi

Tempat : Universitas dr. Soebandi Jember

Tim Penguji

Ketua



Susilawati, M. Kes
NIDN. 4003127401

Penguji II



Dr. apt. Budipratiwi W, S. Farm., M. Sc
NIP. 198112272006042003

Penguji III



apt. Nina Wijiani, M. Farm
NIK. 199301272019082193



Mengetahui dan mengesahkan,

Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas dr. Soebandi,

Hella Meldy Fulsina, S. Kep., Ns., M. Kep
NIDN. 0706109104

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Luluk Latifah

Tempat, Tanggal Lahir : Bondowoso, 24 Agustus 1999

NIM : 17040023

Menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul “Modifikasi Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa Acuminata* Colla) Secara Pregelatinasi Dan *Heat Moisture Treatment* Sebagai Bahan Penghancur Tablet Parasetamol Metode Granulasi Basah” adalah karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan suatu perguruan tinggi manapun. Selain itu, sumber informasi yang dikutip penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari ditemukan adanya kecurangan dalam penyusunan Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jember, 9 Agustus 2021
Yang membuat pernyataan,



Luluk Latifah

TUGAS AKHIR

MODIFIKASI PATI BONGGOL PISANG KEPOK (*Musa acuminata* Colla) SECARA PREGELATINASI DAN *HEAT MOISTURE TREATMENT* SEBAGAI BAHAN PENGHANCUR TABLET PARASETAMOL METODE GRANULASI BASAH

Oleh :

Luluk Latifah
NIM. 17040023

Dosen Penguji I : Susilawati, M. Kes

Dosen Penguji II : Dr. apt. Budipratiwi W, M. Sc

Dosen Penguji III : apt. Nina Wijiani, M. Farm

MOTTO

Success doesn't come for free – Coco

Kecantikan hanya tampilan fisik, Yang terpenting adalah keseimbangan pikiran, tubuh dan jiwa - Jennifer Lopez

Kalau kamu merasa tahu segalanya, pergilah traveling maka kamu akan menemukan hal baru yang belum kamu tahu - Anonim

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam, dengan telah diselesaikannya Skripsi ini.

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Keluargaku tercinta, terutama kedua orangtuaku, terimakasih atas kasih sayangnya, segala dukungan baik secara moril maupun materil.
2. Ibu dosen Program Studi S1 Farmasi yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
3. Zhenvio Gilang A, yang menjadi penyemangat suka maupun duka. You're the best partner.
4. Teman-temanku Inces disney (Dewi, Susi, Okta) yang telah banyak menemani selama 4 tahun.
5. Teman mainku (Mbak Okta, Yuni, Titan, Diah, Dendi), terimakasih untuk canda dan tawanya selalu.
6. Teman kuliah seangkatan terutama kelas 17A Farmasi yang telah banyak membantu dan memberikan semangat selalu.
7. Almamaterku tercinta Universitas dr. Soebandi.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir dengan judul “Modifikasi Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa Acuminata* Colla) Secara Pregelatinasi Dan *Heat Moisture Treatment* Sebagai Bahan Penghancur Tablet Parasetamol Metode Granulasi Basah” dapat terselesaikan.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini penulis dibimbing dan dibantu oleh berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Hella Meldy Tursina, S. Kep., Ns., M. Kep selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas dr. Soebandi
2. Ibu apt. Dhina Ayu Susanti, selaku Ketua Program Studi Farmasi
3. Ibu Susilawati, M. Kes selaku Penguji
4. Ibu Dr. apt. Budipratiwi Wisudyaningsih, S. Farm., M. Sc selaku Pembimbing I
5. Ibu apt. Nina Wijiani, M.Farm selaku Pembimbing II

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan di masa mendatang.

Jember, Agustus 2021

Penulis

RINGKASAN

Modifikasi Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa Acuminata* Colla) Secara Pregelatinasi Dan *Heat Moisture Treatment* Sebagai Bahan Penghancur Tablet Parasetamol Metode Granulasi Basah; Luluk Latifah, 17040023; 2021; 125 Halaman; Program Studi Farmasi Universitas dr. Soebandi.

Bonggol pisang kepok adalah pangkal batang yang berbentuk bulat, besar dan merupakan sifat khas tanaman pisang kepok. Disamping mengandung karbohidrat, bonggol pisang juga mengandung protein, mineral dan vitamin. Namun bonggol pisang selama ini dianggap limbah oleh masyarakat karena tidak memiliki fungsi ekonomis. Padahal bonggol pisang dapat dijadikan pati yang diperkirakan dapat digunakan sebagai bahan penghancur tablet setelah diolah, sehingga memiliki kecepatan alir, sudut diam, *tap density*, kelembaban yang baik. Tujuan penelitian untuk memanfaatkan bahan alam yang melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal untuk alternatif bahan tambahan yaitu bahan penghancur. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif sumber bahan tambahan dari bahan alam yang ketersediannya banyak.

Pada awal penelitian dilakukan ekstraksi pati bonggol pisang kepok menggunakan media air sebagai bahan pengestrak yang aman digunakan oleh masyarakat. Pati yang diperoleh dievaluasi meliputi organoleptis, kecepatan alir, sudut diam, *tap density* dan kelembaban.

Tahap selanjutnya memformulasikan tablet parasetamol dengan bahan penghancur pati bonggol pisang kepok untuk mengetahui mutu fisik tablet parasetamol. Formulasi tablet parasetamol dibuat dengan metode granulasi basah. Granul yang dihasilkan dievaluasi kecepatan alir, sudut diam, *tap density* dan

kelembaban, kemudian granul yang dihasilkan dikompresi dengan mesin pencetak tablet *single-punch*. Formulasi tablet dibuat dengan 2 metode modifikasi pati yaitu pregelatinasi dan *heat moisture treatment* dengan masing-masing dibuat 3 variasi konsentrasi yaitu 5%, 10% dan 15%. Evaluasi mutu fisik tablet yang dilakukan meliputi keseragaman bobot, kekerasan, kerapuhan, waktu hancur dan disolusi.

Analisis *One Way Anova* digunakan dalam penelitian ini untuk melihat perbedaan antar formula dan dilanjutkan dengan uji LSD untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Keseragaman bobot tablet F1 $730,5 \pm 6,05$, F2 $731,5 \pm 8,13$, F3 $732 \pm 6,96$, F4 $732 \pm 6,96$, F5 $734,5 \pm 6,86$ dan F6 $735 \pm 6,7$. Kekerasan tablet F1 $6,05 \pm 0,5$, F2 $5,25 \pm 0,68$, F3 $5,1 \pm 0,58$, F4 $6,3 \pm 0,26$, F5 $5,45 \pm 0,64$ dan F6 $5,3 \pm 0,59$. Kerapuhan tablet F1 $0,56 \pm 0,08$, F2 $0,72 \pm 0,03$, F3 $0,78 \pm 0,02$, F4 $0,56 \pm 0,03$, F5 $0,72 \pm 0,07$ dan F6 $0,87 \pm 0,11$. Waktu hancur tablet F1 $4,63 \pm 0,36$, F2 $6,36 \pm 0,66$, F3 $8,38 \pm 0,86$, F4 $4,64 \pm 0,76$, F5 $6,76 \pm 0,77$ dan F6 $10,03 \pm 0,39$. Disolusi tablet F1 $53,97 \pm 21,81$, F2 $59,58 \pm 23,77$, F3 $60,51 \pm 24,14$, F4 $57,93 \pm 21,43$, F5 $57,1 \pm 24,23$ dan F6 $62,72 \pm 27,92$. Dari semua evaluasi, modifikasi pati secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment* memiliki mutu fisik tablet yang baik.

ABSTRAK

Latifah, Luluk,* Wisudyaningsih, Budipratiwi,** Wijiani, Nina,***. 2021. **Modifikasi Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa Acuminata Colla*) Secara Pregelatinasi Dan *Heat Moisture Treatment* Sebagai Bahan Penghancur Tablet Parasetamol Metode Granulasi Basah.** Tugas Akhir. Program Studi Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas dr. Soebandi.

Pati bonggol pisang kepok dapat digunakan untuk *excipient* tablet, namun penggunaan pati tersebut mengalami kendala yaitu tablet yang dihasilkan tidak keras atau rapuh. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan modifikasi pati bonggol pisang kepok untuk mendapatkan sediaan tablet yang mempunyai sifat fisik yang baik. Modifikasi yang dilakukan adalah pregelatinasi dan *heat moisture treatment*. Hasil dari penelitian ini adalah pati termodifikasi dan tablet yang dihasilkan mempunyai sifat fisik yang baik. Pati termodifikasi yang dihasilkan kemudian dievaluasi sifat fisiknya. Evaluasi tersebut meliputi organoleptis, kecepatan alir, sudut diam, *tap density* dan kelembaban. Tablet parasetamol dibuat 6 Formula dengan variasi konsentrasi bahan penghancur dengan masing-masing modifikasi yaitu 5%, 10% dan 15%. Setiap Formula dilakukan evaluasi sifat fisik granul dan tablet. Evaluasi tersebut meliputi keseragaman bobot, kekerasan, kerapuhan, waktu hancur dan disolusi tablet. Data yang diperoleh dibandingkan dengan persyaratan dalam Farmakope Indonesia dan pustaka lainnya serta dilakukan analisis menggunakan uji ANOVA *One Way* dengan taraf kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji LSD. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi pati bonggol pisang kepok secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment* dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap sifat fisik tablet. Jika konsentrasi bahan penghancur yang ditambahkan semakin sedikit maka dapat meningkatkan kekerasan tablet, mengurangi kerapuhan dan memperlama waktu hancur tablet.

Kata Kunci : Pati Bonggol Pisang Kepok Termodifikasi, Bahan Penghancur, Parasetamol, Granulasi Basah

*peneliti

**pembimbing1

***pembimbing2

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	v
HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
HALAMAN KATA PENGANTAR	ix
RINGKASAN	x
ABSTRAK	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR GRAFIK	xviii
DAFTAR RUMUS	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan umum.....	5
1.3.2 Tujuan khusus.....	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Pisang	6
2.1.1 Deskripsi Tanaman Pisang.....	6
2.1.2 Klasifikasi Pisang Kepok.....	6
2.1.3 Morfologi	7

2.1.4 Bonggol Pisang	8
2.2 Komponen Penyusun Pati	10
2.3 Ekstraksi Pati	12
2.4 Modifikasi Pati.....	15
2.5 Tablet	18
2.6 Komponen Tablet.....	19
2.7 Pemerian Zat Aktif dan Tambahan	22
2.8 Metode Pembuatan Tablet	26
2.8.1 Metode granulasi basah	26
2.8.2 Metode granulasi kering	27
2.8.3 Metode kempa langsung.....	27
2.9 Evaluasi.....	27
2.9.1 Evaluasi sifat fisik serbuk pati.....	28
2.9.2 Evaluasi sifat fisik tablet.....	30
BAB III KERANGKA KONSEP	32
3.1 Kerangka Konsep.....	32
3.2 Hipotesis	33
BAB IV METODE PENELITIAN	34
4.1 Desain Penelitian.....	34
4.2 Determinasi Tanaman	34
4.3 Populasi dan Sampel	34
4.3.1 Populasi.....	34
4.3.2 Sampel	34
4.4 Sampling	35
4.5 Variabel Penelitian	35
4.6 Alat dan Bahan.....	35
4.6.1 Alat.....	35
4.6.2 Bahan.....	36
4.7 Definisi Operasional.....	36
4.8 Lokasi dan Waktu Penelitian	37
4.9 Prosedur Penelitian.....	37
4.9.1 Pembuatan pati bonggol pisang kepok.....	37
4.9.2 Pembuatan modifikasi pati.....	37
4.9.3 Pembuatan gelatin	38
4.9.4 Evaluasi serbuk pati	38
4.9.5 Formula tablet	40
4.9.6 Pembuatan granul dengan granulasi basah	41
4.9.7 Evaluasi granul.....	41
4.9.8 Pencetakan tablet.....	42
4.9.9 Evaluasi tablet	42
4.10 Analisis Data.....	45
BAB V HASIL PENELITIAN	46

5.1 Hasil pembuatan pati bonggol pisang kepok	46
5.2 Hasil pembuatan modifikasi pati.....	47
5.3 Hasil evaluasi serbuk pati	47
5.4 Hasil pembuatan granul dengan granulasi basah	51
5.5 Hasil evaluasi granul	51
5.6 Hasil pencetakan tablet	53
5.7 Hasil evaluasi tablet	53
BAB VI PEMBAHASAN	58
6.1 Pembuatan pati bonggol pisang kepok.....	58
6.2 Pembuatan modifikasi pati.....	59
6.3 Evaluasi serbuk pati	61
6.4 Pembuatan granul dengan granulasi basah	67
6.5 Evaluasi granul.....	68
6.6 Pencetakan tablet.....	71
6.7 Evaluasi tablet	72
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	80
7.1 Kesimpulan	80
7.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Bonggol Pisang	10
Tabel 2.2 Persyaratan Keseragaman Bobot Tablet	30
Tabel 4.1 Definisi Operasional	36
Tabel 4.2 Formula Tablet Parasetamol	40
Tabel 5.1 Hasil Pengamatan Organoleptis Pati.....	48
Tabel 5.2 Rata-rata Kecepatan Alir Pati	48
Tabel 5.3 Hasil LSD Kecepatan Alir Pati	49
Tabel 5.4 Rata-rata Sudut Diam Pati	49
Tabel 5.5 Hasil LSD Sudut Diam Pati	49
Tabel 5.6 Rata-rata <i>Tap Density</i> Pati	50
Tabel 5.7 Hasil LSD <i>Tap Density</i> Pati	50
Tabel 5.8 Rata-rata Kelembaban Pati.....	50
Tabel 5.9 Hasil LSD Kelembaban Pati	50
Tabel 5.10 Rata-rata Kecepatan Alir Granul.....	51
Tabel 5.11 Rata-rata Sudut Diam Granul.....	52
Tabel 5.12 Rata-rata <i>Tap Density</i> Granul	52
Tabel 5.13 Hasil Kelembaban Granul.....	53
Tabel 5.14 Rata-rata Keseragaman Bobot	54
Tabel 5.15 Rentang Keseragaman Bobot.....	54
Tabel 5.16 Hasil LSD Keseragaman Bobot	54
Tabel 5.17 Rata-rata Kekerasan Tablet.....	55
Tabel 5.18 Hasil LSD Kekerasan Tablet.....	55
Tabel 5.19 Rata-rata Kerapuhan Tablet	55
Tabel 5.20 Hasil LSD Kerapuhan Tablet.....	56
Tabel 5.21 Rata-rata Waktu Hancur Tablet	56
Tabel 5.22 Hasil LSD Waktu Hancur Tablet.....	56
Tabel 5.23 Data Hasil Uji Disolusi Tablet.....	57
Tabel 5.24 Hasil LSD Disolusi Tablet	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Parasetamol	22
Gambar 2.2 Struktur Laktosa	24
Gambar 2.3 Struktur Magnesium.....	25
Gambar 5.1 Gambar Rendemen Pati Bonggol Pisang Kepok.....	47
Gambar 5.2 Gambar Serbuk Pati Bonggol Pisang Kepok	47
Gambar 5.3 Gambar Modifikasi Pati Pregelatinasi.....	48
Gambar 5.4 Gambar Modifikasi Pati <i>Heat Moisture Treatment</i>	48
Gambar 5.5 Hasil Granul Pati Pregelatinasi	51
Gambar 5.6 Hasil Granul Pati <i>Heat Moisture Treatment</i>	51
Gambar 5.7 Gambar Tablet Yang Dihasilkan.....	53

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1 Kurva standar.....	57
-------------------------------	----

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Sudut Diam Pati.....	28
Rumus 4.1 Sudut Diam Granul	39
Rumus 4.2 Kerapuhan.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Determinasi.....	86
Lampiran 2. Hasil SPSS Evaluasi Pati.....	87
Lampiran 3. Hasil SPSS Evaluasi Tablet.....	92
Lampiran 4. Hasil Perhitungan Evaluasi Tablet	102
Lampiran 5. Gambar Hasil Penelitian.....	105

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi buah pisang di Indonesia memiliki daerah sebaran yang luas, hampir di seluruh wilayah merupakan daerah penghasil pisang. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Direktorat Jenderal Hortikultura produksi pisang di Indonesia mulai tahun 2016-2018 terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2016 Indonesia memproduksi pisang sebanyak 7 juta ton, di tahun 2017 sebanyak 7,16 juta ton dan di tahun 2018 meningkat kembali sebanyak 7,26 juta ton. Menurut data dari BPS, sentra produksi pisang di Indonesia yang memberikan kontribusi paling tinggi selama kurun waktu tahun 2016-2018 yaitu Provinsi Jawa Timur yang memproduksi sebanyak 2,059 juta ton, diikuti Provinsi Lampung sebanyak 1,438 juta ton, dan Provinsi Jawa Barat sebanyak 1,125 juta ton.

Di Kabupaten Jember sendiri produksi buah pisang menduduki 5 urutan terbesar di Provinsi Jawa Timur yaitu sebesar 77,896 ribu ton dengan persentase 4,78% (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2016), sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa jumlah limbah yang dihasilkan sama besarnya dengan jumlah produktivitasnya.

Peningkatan produksi buah pisang tersebut harus diimbangi dengan pemanfaatan yang optimal dari limbah yang dihasilkan seperti bonggolnya. Selama ini limbah bonggol pisang belum termanfaatkan secara optimal.

Limbah tersebut dapat dimaksimalkan potensinya, ditingkatkan kualitasnya dan dikembangkan menjadi alternatif suatu bahan tambahan (*excipient*) pada sediaan obat

yaitu sebagai bahan penghancur tablet (*disintegran*), karena *excipient* yang banyak digunakan adalah dari bahan sintesis atau buatan.

Pati dari bonggol pisang kepok digunakan sebagai bahan penghancur tablet (*disintegran*) untuk memudahkan pecahnya atau hancurnya tablet ketika terjadi kontak dengan cairan saluran pencernaan dan berfungsi menarik air ke dalam tablet, sehingga pecah menjadi granul atau partikel penyusunnya. Fragmen-fragmen tablet ini memungkinkan untuk larutnya obat dan tercapai bioavailabilitas yang diharapkan. Banyak penelitian menyatakan bahwa pati bonggol pisang kepok dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan (*excipient*) sediaan obat (Jufri dkk., 2006). Pati bonggol pisang kepok juga memiliki kelemahan yaitu memiliki sifat fisiko kimia yang kurang baik sehingga perlu dilakukan modifikasi pati untuk menghasilkan sifat fisiko kimia yang lebih baik (Budi Arsih, 2007).

Pati termodifikasi (*modified starch*) adalah pati yang diberi perlakuan tertentu yang bertujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik (Wurzburg, 1989). Pati pregelatinasi merupakan salah satu bentuk modifikasi pati dengan menghancurkan sebagian butiran amilum melalui cara hidrolisis (Sulaiman, 2007). Tujuan pati pregelatinasi adalah untuk meningkatkan ukuran partikel sehingga diperoleh ukuran partikel yang lebih besar dan memiliki pori-pori yang besar pula, sehingga ketika kontak dengan air maka akan lebih mudah hancur. Dengan mudah hancurnya tablet, maka waktu hancur yang dibutuhkan juga lebih cepat. Bentuk pregelatinasi dilakukan dengan membuat suspensi pati dalam air dengan cara pemanasan sampai suhu 60°C kemudian dikeringkan. Pati pregelatinasi sifatnya lebih baik dibandingkan dengan pati alami dan dapat digunakan pada konsentrasi 5-10%.

Modifikasi pati yang lain yaitu dengan modifikasi *heat moisture treatment* (HMT). Menurut Stute (1992) modifikasi HMT pada pati dilakukan dengan mengkombinasikan antara kadar air dan panas yang akan mengakibatkan perubahan sifat-sifat pati. Kelebihan dari modifikasi pati secara fisik lebih alami dan aman dibandingkan modifikasi kimia. Menurut Earlinger (1996), hasil dari *heat moisture treatment* juga dipengaruhi oleh suhu dan waktu. Penelitian-penelitian terdahulu yang telah membuktikan bahwa modifikasi dengan HMT dapat menyebabkan kenaikan *sweeling power* dan *solubility* dari sorgum merah (Adebowale dkk., 2005), dan pada tepung bengkuang HMT menghasilkan tepung termodifikasi dengan karakteristik lebih baik daripada yang tidak memperoleh perlakuan (Setiyoko dkk., 2018).

Parasetamol dipilih sebagai model karena parasetamol salah satu obat analgetik-antipiretik yang luas digunakan dan murah (Achmad, 2005 : 61). Tablet parasetamol mengandung tidak kurang dari 90,0% dan tidak lebih dari 110.0% dari jumlah yang tertera pada etiket (Farmakope Indonesia ed IV). Toksisitas parasetamol lebih rendah daripada aspirin dan fenasetin pada dosis normal parasetamol bebas efek samping bermakna. Metode yang digunakan dalam pembuatan tablet parasetamol metode granulasi basah, yang merupakan pembuatan tablet dengan bahan obat tahan terhadap panas dan kelembaban selama proses granulasi. Metode ini digunakan sebab memiliki keuntungan yaitu mencegah segregasi campuran, memperbaiki sifat alir dan kompaktibilitas serbuk dalam dosis yang besar (Pratiwi *et al.*, 2017).

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Risa Budi Arsih (2007) menunjukkan bahwa bonggol pisang kepok sebagai bahan pengisi tablet tidak menghasilkan sifat

fisiko kimia pati yang optimum sehingga perlu dikembangkan dengan memodifikasinya agar dihasilkan pati dengan sifat fisiko kimia yang lebih baik. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan modifikasi pati bonggol pisang kepok secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment* sebagai bahan penghancur dalam tablet parasetamol untuk menghasilkan sifat fisiko kimia tablet yang baik, tidak hanya dari segi mutu fisik tablet namun juga dari profil pelepasan tablet.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah modifikasi pati secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment* dapat menghasilkan karakteristik pati yang baik (organoleptis, kecepatan alir, sudut diam, *tap density*, kelembaban)?
2. Apakah formula tablet parasetamol menggunakan pati yang dimodifikasi secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment* sebagai bahan penghancur dapat menghasilkan mutu fisik sediaan tablet yang memenuhi persyaratan (keseragaman bobot, kekerasan, kerapuhan, waktu hancur, disolusi)?
3. Apakah ada perbedaan mutu tablet (keseragaman bobot, kekerasan, kerapuhan, waktu hancur, disolusi) menggunakan modifikasi pati sebagai bahan penghancur secara pregelatinasi dengan *heat moisture treatment*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengembangkan penelitian sebelumnya agar dapat memperbaiki karakteristik pati termodifikasi sehingga dapat menghasilkan tablet yang bermutu dan memaksimalkan potensi bahan alam yang belum dimanfaatkan.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisis karakteristik pati bonggol pisang kepok sebagai bahan penghancur yang dimodifikasi secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment*
2. Menganalisis mutu fisik tablet parasetamol yang memenuhi persyaratan yang menggunakan pati yang dimodifikasi secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment*
3. Menentukan formula tablet parasetamol yang lebih baik antara menggunakan modifikasi pati pregelatinasi dengan *heat moisture treatment*

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan alternatif sumber pati dari bahan alam yang ketersediaannya melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal.
2. Memberikan nilai tambah bagi bahan alam yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Pisang

2.1.1 Deskripsi Tanaman Pisang

Tanaman pisang merupakan salah satu tanaman yang terdiri dari akar, batang, daun, bonggol, bunga dan buah yang banyak dimanfaatkan. Akarnya berupa akar serabut yang berpangkal pada umbi batang (bonggol). Akar terdapat dibagian bawah tanah yang tumbuh sampai kedalaman 75-150 cm di dalam tanah. Akar yang berada dibagian samping umbi batang tumbuh ke samping atau mendatar. Pada umumnya tanaman pisang ditanam dan dimanfaatkan buahnya serta daunnya yang sering dijadikan sebagai pembungkus makanan dan olahan lain, kemudian batang dan bonggol pisang ditebang dan dibiarkan begitu saja. Dalam menanggulangi limbah yang tidak terpakai pada pohon pisang yaitu bonggolnya, maka bonggol pisang dapat dimanfaatkan untuk diambil patinya. Pati dari bonggol pisang ini menyerupai tepung sagu dan tepung tapioka (Wulansari, 2016).

2.1.2 Klasifikasi Pisang Kepok

Kedudukan tanaman pisang kepok dalam taksonomi tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut (Tjitrosoempomo, 2001) :

Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledone
Ordo : Acitaminae

Famili : Musaceae
Genus : Musa
Spesies : *Musa acuminata* Colla

2.1.3 Morfologi

Tanaman pisang terdiri atas bagian-bagian utama sebagai berikut (Suyanti, 2008) :

1. Akar

Sistem perakaran tanaman keluar (tumbuh) dari bonggol (*corm*) bagian samping dan bawah, berakar serabut, dan tidak memiliki akar tunggang.

2. Batang

Batang pisang dibedakan atas dua macam, yaitu batang asli yang disebut bonggol (*corm*) dan batang palsu atau batang semu. Batang (*corm*) terletak di bawah permukaan tanah dan mempunyai beberapa mata (*pink eye*) sebagai cikal bakal anakan, dan merupakan tempat melekatnya akar. Batang semu tersusun dari pelepah-pelepah daun yang saling menutupi, tumbuh tegak dan kokoh di atas permukaan tanah.

3. Daun

Bentuk daun pisang pada umumnya panjang lonjong dengan lebar tidak sama, bagian ujung daun tumpul, dan tepinya rata.

4. Buah

Buah pisang tersusun dalam tandan, tiap tandan terdiri atas beberapa sisir.

Karakteristik morfologi pisang kepok adalah sebagai berikut (Sariamanah, 2016) :

- a. Tinggi batang semu 3,75 m dengan lingkaran batang 0,54 m berwarna hijau dengan sedikit atau tanpa coklat kehitaman.
- b. Panjang daun 2,40 m, lebar 0,83 m berlapis lilin pada permukaan sebelah bawah.
- c. Bentuk tepi pelepah daun yaitu menjepit batang dan warna tepi pelepah berwarna merah muda keunguan.
- d. Pangkal daun satu sisi membulat.
- e. Bentuk pelindung bunga berbentuk tumpul dan terbelah bagian ujungnya.
- f. Sisir buah berjumlah 7 sisir dengan panjang buah 13 cm dan diameter buah 2,4 cm.

2.1.4 Bonggol Pisang

Bonggol merupakan sifat khas *rhizoma* dari tanaman *monocotyledone* yang dapat menumbuhkan anakan baru. Bila *rhizoma* dibelah dari atas ke bawah terlihat bagian paling tengah yang disebut *central cylinder*, sedangkan lapisan luarnya disebut *cortex*. Bagian di atasnya merupakan tempat batang yang terdiri dari pelepah-pelepah (Nofalina, 2013).

Bonggol pisang belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat karena kurangnya pengetahuan terhadap manfaat dan kandungan dalam bonggol pisang. Dalam kemajuannya, bonggol pisang ini dapat dipakai sebagai alternatif bahan tambahan pada pembuatan tablet.

Pada saat panen bonggol pisang dari pohon pisang terdapat penanganan khusus agar kualitas dari bonggol pisang tersebut tetap terjaga. Penanganan pasca panen

merupakan tahapan kegiatan yang dilakukan oleh konsumen dan atau diolah lebih lanjut oleh industri.

Pada saat panen terdapat faktor yang mempengaruhi kualitas bonggol pisang yaitu pada saat penebangan pohon pisang, lebih baik bonggol pisangnya juga ditebang. Kemudian langsung diolah agar tidak membusuk, karena apabila dibiarkan selama 3 hari akan menjadikan perubahan warna pada bonggol pisang yang disebut dengan sistem respirasi pada umbi tersebut (Nofalina, 2013). Respirasi menyebabkan berkurangnya cadangan makanan (dalam bentuk pati, gula, dan lain-lain) dalam komoditas, mengurangi rasa dari komoditas dan memacu pembusukan. Oleh karena itu, penyimpanan setelah panen dapat mempengaruhi kualitas dari bonggol pisang tersebut (Nofalina, 2013).

Bonggol pisang merupakan limbah dari hasil panen tanaman pisang yang mengandung pati cukup tinggi. Kandungan pati di setiap varietas bonggol pisang berbeda, pada bonggol pisang kepok mengandung 67,80% pati dan pada bonggol pisang mas mengandung sebanyak 64,20% (Asni, 2015) dan rendemen pati yang didapatkan tiap varietas juga berbeda, rendemen pada bonggol pisang kepok sebesar 12,56% dan pada bonggol pisang mas sebesar 5,067%. Adapun kandungan dalam bonggol pisang ditunjukkan pada tabel berikut ini (Maudi, 2008) :

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Bonggol Pisang

No.	Kandungan gizi	Bonggol basah	Bonggol kering
1.	Kalori (kal)	43,00	425,00
2.	Protein (gram)	0,36	3,45
3.	Lemak (gram)	0	0
4.	Karbohidrat (gram)	11,60	66,20
5.	Kalsium (mg)	15,00	60,00
6.	Fosfor (mg)	60,00	150,00
7.	Zat besi (mg)	0,50	2,00
8.	Vitamin A (SJ)	0	0
9.	Vitamin B1 (mg)	0,01	0,04
10.	Vitamin C (mg)	12,00	4,00
11.	Air	86,00	20,00
12.	Bagian yang dapat dikonsumsi (%)	100	100

2.2 Komponen Penyusun Pati

Pati merupakan polisakarida yang memiliki monomer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Pati memiliki sifat sebagai granula yang tidak dapat larut dalam air, namun dapat larut dalam asam asetat 1-2%. Granula pati tersebut terdiri atas daerah *amorf* dan kristal (Selpiana, 2015).

Dalam bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula. Bentuk dan ukuran granula merupakan karakteristik setiap jenis pati, karena itu digunakan untuk identifikasi (Hill dan Kelley, 1942). Karakteristik yang lain adalah keseragaman granula, lokasi hilum, serta permukaan granulanya (Hodge dan Osman, 1976). Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti, protein dan lemak (Bank dan Greenwood, 1975).

a. Amilosa

Amilosa merupakan homoglukan D-glukosa dengan ikatan α -(1,4) dari struktur cincin piranosa, yang membentuk rantai lurus umumnya dikatakan sebagai linier dari pati. Amilase dihidrolisis dengan β -amilase pada beberapa jenis pati tetapi tidak diperoleh hasil hidrolisis yang sempurna (Bank, 1973), β -amilase menghidrolisis amilosa menjadi unit-unit residu glukosa dengan memutus ikatan α -(1,4) dari ujung non pereduksi rantai amilosa menghasilkan maltosa.

Banyak satuan glukosa dalam setiap rantai tergantung pada sumbernya. Biasanya setiap rantai mengandung 850 atau lebih unit glukosa dan dari setiap rantai lurus tersebut terdapat satu titik cabang ikatan α -(1,6) glikosida. Berat molekul amilosa beragam tergantung pada sumber dan metode ekstraksi yang digunakan.

Suatu karakteristik dari amilosa dalam suatu larutan adalah kecenderungan membentuk koil yang sangat panjang dan fleksibel yang selalu bergerak melingkar. Struktur ini mendasari terjadinya interaksi iodamilosa membentuk warna biru (Rundle dan Foster, 1944).

b. Amilopektin

Amilopektin seperti amilosa juga mempunyai ikatan α -(1,4) pada rantai lurus, serta ikatan β -(1,6) pada titik percabangannya. Ikatan percabangan tersebut berjumlah sekitar 4-5% dari seluruh ikatan yang ada pada amilopektin (Hodge dan Osman, 1976 ; Fennema, 1976).

Biasanya amilopektin mengandung 1000 atau lebih unit molekul glukosa untuk setiap rantai. Berat molekul amilopektin glukosa untuk setiap rantai bervariasi tergantung pada sumbernya. Amilopektin pada pati umbi-umbian mengandung

sejumlah kecil ester fosfat yang terikat pada atom karbon ke 6 dari cincin glukosa (Greenwood dan Munro, 1976).

Amilopektin dan amilosa mempunyai sifat fisik yang berbeda. Amilosa lebih mudah larut dalam air dibandingkan amilopektin. Bila amilosa direaksikan dengan larutan iod akan membentuk warna biru tua, sedangkan amilopektin akan membentuk warna merah. Amilopektin memiliki sifat alir dan daya kompresibilitas yang kurang baik, tetapi memiliki sifat granula yang mengembang dan daya pengikat yang baik (Oktavia AD, 2013).

2.3 Ekstraksi Pati

Pati dan tepung secara visual terlihat sama yaitu berupa serbuk dan berwarna putih akan tetapi sebenarnya berbeda, baik secara fisika, kimia dan proses pembuatannya. Perbedaan proses pembuatannya terletak pada proses ekstraksi, dimana untuk menghasilkan pati perlu proses ekstraksi.

Proses ekstraksi pati umumnya dilakukan melalui tahapan sebagai berikut (Makfoeld, 1982) :

1. Pengupasan

Bertujuan untuk menghilangkan kulit umbi. Pengupasan harus diusahakan secepat mungkin dengan menjaga kehilangan lapisan umbi sekecil mungkin.

2. Pencucian

Umbi yang telah dikupas selanjutnya dicuci menggunakan air untuk membersihkan kotoran dan lendir yang lengket pada permukaan umbi.

3. Pamarutan

Bertujuan untuk memecahkan dinding-dinding selnya. Setelah umbi dicuci kemudian diparut dengan memakai alat pamarut manual atau mesin pamarut. Dengan pecahnya dinding-dinding sel maka granula pati bersama komponen bahan lain akan keluar. Dengan pamarutan granula pati yang keluar mencapai 70-90%.

4. Penyaringan

Parutan umbi ditambah air secukupnya untuk dilakukan penyaringan. Penyaringan bertujuan untuk memisahkan bagian granula dan bagian yang terlarut air dari bagian ampasnya.

5. Pengendapan

Filtrat yang mengandung granula pati selanjutnya diendapkan, untuk memisahkan pati maupun bagian lain sebagai kontaminan yang larut. Dalam pengendapan ini merupakan proses paling penting yang akan menentukan kualitas dan kuantitas hasil akhir pati. Agar menghindari bau dan perubahan yang tidak diinginkan dalam pengendapan diusahakan secepat mungkin. Sebaiknya waktu pamarutan sampai dengan waktu pengeringan direduksi kurang lebih satu jam.

Untuk mempercepat terjadinya granulasi pati maka sering ditambahkan zat kimia tertentu antara lain : asam askorbat, asam sulfat, alumunium sulfat, sulfur atau *chlorine*. Disamping membantu pengendapan, zat-zat di atas juga membantu proses pemutihan pati nantinya.

Granula pati berukuran 4-24 mikron. Granula berbentuk bulat kurang lebih mempunyai berat jenis 1,5, granula ini harus cepat diendapkan. Pengendapan

sangat bergantung pada : diameter dari granula pati, keasaman mediumnya (air rendaman), kandungan protein yang ikut dan zat koloidal lainnya. Pengendapan granula pada umumnya dilakukan selama 24 jam dan akan menghasilkan tebal endapan kurang lebih 30 cm. Umumnya setelah diadakan pengendapan secara *flour table* kurang lebih satu hari baru kemudian pagi hari didinginkan airnya dan granula-granula pati yang berbentuk padat semi cair diambil untuk dimasukkan ke pengeringan.

6. Pengeringan

Endapan granula pati basah harus segera dikeringkan, pengeringan dapat dilakukan di bawah sinar matahari atau pengeringan buatan. Pengeringan buatan sering menggunakan *bed dryer*, *oven dryer*, *cabinet* dan *drum*. Umumnya endapan yang terbentuk semi cair kurang lebih kadar air 40%.

Kandungan air kurang lebih 40% biasanya langsung dimasukkan ke dalam alat pengering, sehingga dicapai kadar air sekitar 17%. Dalam kondisi ini pati dianggap kering, tapi karena bentuknya gumpalan-gumpalan kecil, maka perlu dihancurkan agar menjadi tepung. Yang perlu dipertimbangkan dalam pengeringan adalah suhu pengeringan jangan sampai melebihi suhu gelatinisasi patinya ialah sekitar 70°-80°C.

7. Penghancuran

Gumpalan-gumpalan pati kemudian dihancurkan agar menjadi tepung. Alat penghancur dapat berupa suatu *roll* yang berputar sama dan berlawanan arah atau berupa disintegrator (*hammer mill*). Dengan menghancurkan gumpalan-gumpalan

pati yang digiling diantara *roll* atau pemukul disintegrator menjadi tepung kasar dan halus.

8. Pengayakan atau penyaringan

Ayakan atau saringan kadang dipasang rapat setelah penghancuran. Ukuran *Mesh* yang digunakan untuk memisahkan bagian partikel pati dengan berbagai serat atau partikel lain adalah 100-200. Partikel yang lebih besar perlu dimasukkan dalam *roll* ataupun disintegrator kembali agar menjadi partikel lebih kecil, dan selanjutnya disaring kembali.

2.4 Modifikasi Pati

Pati yang dimodifikasi yaitu pati yang diberi perlakuan tertentu dengan tujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk mengubah beberapa sifat sebelumnya atau untuk mengubah beberapa sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru dan atau perubahan bentuk, ukuran serta struktur molekul pati (Glicksman, 1969).

a. Metode Pregelatinasi

Gelatinasi adalah peristiwa pembengkakan granula di dalam sel tumbuhan disebabkan karena terserapnya air sehingga membentuk gel (Selpiana, 2015).

Pregelatinasi istilah tentang perubahan yang terjadi pada gelatinisasi pati mulai dari keadaan *amorf* atau tidak teratur menjadi keadaan yang lebih teratur atau kristalin. Pati termodifikasi (*modified starch*) adalah pati yang diberi perlakuan tertentu yang bertujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik (Saguilan *et al*,

2005). Pati pregelatinasi merupakan salah satu bentuk modifikasi pati dengan menghancurkan sebagian butiran amilum melalui cara hidrolisis (Sulaiman, 2007). Bentuk pregelatinasi dilakukan dengan membuat suspensi pati dalam air dengan cara pemanasan sampai suhu 60°C kemudian dikeringkan. Pati pregelatinasi sifatnya lebih baik dibandingkan dengan pati alami dan dapat digunakan pada konsentrasi 5-10%. Mekanisme aksinya dengan cara pengembangan (*swelling*) (Sulaiman, 2007). Faktor yang berpengaruh terhadap gelatinasi pati yaitu suhu gelatinasi, viskositas pasta dan regelatinasi. Apabila suhu terus meningkat, akan terjadi peningkatan gelatinisasi maksimum. Dan semakin besar kemampuan mengembang granula pati maka viskositas pasta makin tinggi dan akhirnya akan menurun kembali setelah pecahnya granula pati (Laech, 1965; Swinkles, 1985).

b. Metode *heat moisture treatment* (HMT)

Menurut Stute (1992) modifikasi pati secara *heat moisture treatment* (HMT) dilakukan dengan mengkombinasikan antara kadar air dan panas akan mengakibatkan perubahan sifat-sifat pati tanpa mengubah penampakan granula. Modifikasi tersebut dapat menyebabkan terjadinya pengaturan kembali dan peningkatan derajat asosiasi rantai molekul penyusun pati. Keadaan ini didukung dengan melelehnya daerah kristalin kemudian pembentukan daerah kristalin lagi atau reorientasi. Pada proses HMT kristalin meleleh sebagian dan selama pendinginan diasumsikan mengalami bentuk yang lebih stabil dengan ikatan yang lebih kuat dibanding pada granula asli (French, 1984) Perubahan molekul tersebut berdampak nyata terhadap sifat rheologi pati, yaitu adanya suhu gelatinasi,

kapasitas menyerap air dan sifat pasta yang dihasilkan. Perlakuan *heat moisture treatment* akan menyebabkan struktur kristalin amilosa lebih kuat dalam granula yang berfungsi mencegah penggelembungan granula sehingga akan menyebabkan peningkatan gaya kohesi dalam granula pati dan akan mengakibatkan penurunan pelarutan padatan. HMT dapat mengubah karakteristik pati karena selama proses modifikasi terbentuk kristal baru atau proses rekristalisasi dan penyempurnaan struktur kristalin pada granula pati, perubahan molekul tersebut berdampak nyata terhadap sifat rheologi pati. Metode ini dilakukan pada suhu di atas suhu gelatinisasi pati (80-120°C) dan dengan kadar air kurang dari 35%. Menurut Earlinger (1996), hasil dari *heat moisture treatment* juga dipengaruhi oleh suhu dan waktu. Kelebihan dari modifikasi pati secara fisik lebih alami dan aman dibandingkan modifikasi kimia. Kenaikan suhu pada HMT menyebabkan kenaikan *sweeling power* dan *solubility* dari sorgum merah (Adebowale dkk., 2005). Berdasarkan penelitian Setiyoko dkk (2018) pada tepung bengkuang HMT menghasilkan tepung termodifikasi dengan karakteristik lebih baik daripada yang tidak memperoleh perlakuan. Menurut Sumarlin (2011) perlakuan suhu HMT cenderung mengakibatkan kadar air pati menjadi lebih rendah bila dibandingkan dengan pati alaminya. Hal ini karena suhu yang tinggi menyebabkan air bebas, air yang terikat dan air yang tidak terikat dalam bahan menguap, sehingga terjadi penurunan kadar air menjadi rendah. Waktu pemanasan pada saat proses modifikasi HMT yang semakin lama dapat menyebabkan terjadinya pengembangan granula pati sehingga memiliki rongga yang lebih besar dan pada proses pengeringan air akan lebih mudah untuk menguap. Hal ini didukung oleh

Haryadi (1999) dalam Puung (2012) pada saat modifikasi HMT granula pati yang telah membengkak cenderung memiliki rongga yang lebih besar sehingga akan mengakibatkan air menjadi lebih mudah menguap pada saat pengeringan.

2.5 Tablet

Tablet merupakan sediaan obat dalam bentuk padat yang biasanya dibuat dengan penambahan bahan tambahan farmasetik yang sesuai (Ansel, 1989). Komponen tablet selain zat aktif, tablet terdiri dari bahan tambahan dengan fungsi yang berbeda diantaranya bahan pengisi, bahan pengikat, bahan pelicin dan bahan penghancur (Lachman *et al*, 1994).

Tablet memiliki kelebihan dibandingkan dengan sediaan padat lainnya, diantaranya (Lachman *et al.*, 1994) :

- a. Tablet merupakan bentuk sediaan yang utuh dan menawarkan kemampuan terbaik dari semua bentuk sediaan oral untuk ketepatan ukuran serta variabilitas kandungan yang paling rendah.
- b. Tablet merupakan bentuk sediaan yang biaya pembuatannya paling rendah.
- c. Tablet merupakan bentuk sediaan oral yang paling mudah dan murah untuk dikemas serta dikirim.
- d. Tablet merupakan bentuk sediaan oral yang paling mudah untuk diproduksi secara besar-besaran.
- e. Tablet merupakan bentuk sediaan oral yang memiliki sifat pencampuran kimia, mekanik, dan stabilitas mikrobiologi yang paling baik.

2.6 Komponen Tablet

a. Bahan aktif

Idealnya bahan aktif yang akan diformulasikan dalam bentuk sediaan tablet mempunyai sifat-sifat sebagai berikut : kemurnian tinggi, stabil, kompatibel dengan semua eksipien, bentuk partikel sferis, ukuran dan distribusi ukuran partikelnya baik, mempunyai sifat alir yang baik, tidak mempunyai muatan pada permukaan, dan mempunyai sifat organoleptis yang baik (Sulaiman, 2007).

b. Bahan tambahan

Dalam suatu sediaan farmasi, selain bahan aktif juga dibutuhkan bahan tambahan. Eksipien merupakan bahan selain bahan aktif yang ditambahkan dalam formulasi suatu sediaan untuk berbagai tujuan atau fungsi. Bahan tambahan bukan merupakan bahan aktif, namun secara langsung atau tidak langsung akan berpengaruh pada kualitas atau mutu tablet yang dihasilkan. Beberapa kriteria umum yang esensial untuk eksipien yaitu : netral secara fisiologis, stabil secara fisika dan kimia, memenuhi peraturan perundangan, tidak mempengaruhi bioavailabilitas obat, bebas dari mikroba patogen dan tersedia dalam jumlah yang cukup dan murah (Sulaiman, 2007).

Eksipien mempunyai peranan atau fungsi yang sangat penting dalam formulasi tablet. Hal ini karena tidak ada satupun bahan aktif yang dapat langsung dikempa menjadi tablet tanpa membutuhkan eksipien.

1. Bahan pengisi (*filler*)

Bahan pengisi atau *filler* merupakan zat tambahan dalam pembuatan sediaan obat untuk menyesuaikan bobot dan ukuran tablet agar mendapatkan

sejumlah massa serbuk yang dapat dikempa menjadi masa tablet. Bahan pengisi juga digunakan untuk memperbesar massa agar mudah dicetak karena zat aktifnya yang sulit dikempa. Alasan kedua digunakannya sebagai bahan pengisi tablet yaitu untuk memperbaiki daya kohesi sehingga dapat dikempa langsung untuk memacu aliran atau mengurangi gesekan antara partikel-partikel. Syarat bahan pengisi antara lain harus stabil dan inert, bisa berasal dari bahan organik maupun anorganik, harganya harus cukup murah, tidak boleh saling berkontraindikasi, harus tidak boleh mengganggu warna, dan tidak boleh mengganggu bioavailabilitas obat (Voigt, 1994).

2. Bahan pengikat (*binder*)

Bahan pengikat atau *binder* dimaksudkan untuk menaikkan kekompakan partikel serbuk, sehingga dapat membentuk butir granul. Bahan pengikat yang digunakan akan mempengaruhi kekerasan, kerapuhan, waktu hancur, dan waktu larut dalam tablet. Bahan pengikat yang sering digunakan antara lain gula dan jenis pati, gelatin, turunan selulosa, gom arab, tragakan (Voigt, 1994).

3. Bahan pelicin (*lubricant*)

Bahan pelicin atau *lubricant* dimaksudkan untuk meningkatkan aliran serbuk atau granul dengan jalan mengurangi gesekan antara partikel-partikel serta mencegah melekatnya bahan pada cetakan (Voigt, 1994). Bahan-bahan yang biasanya digunakan sebagai pelicin adalah talk, magnesium stearat, asam stearat (Anief, 1997).

4. Bahan penghancur (*disintegran*)

Bahan penghancur atau *disintegran* dimaksudkan untuk mempercepat hancurnya tablet dalam air atau cairan lambung (Voigt, 1994). Bahan penghancur yang biasa digunakan adalah manihot kering, gelatinum, agar-agar, Na-alginat (Anief, 1997). Konsentrasi amilum sebagai bahan penghancur biasa digunakan dalam konsentrasi 5-15%, jika jumlah yang ditambahkan lebih banyak maka akan diperoleh waktu hancur tablet yang lebih cepat (Ansel, 1989). Mekanisme aksi penghancur tablet oleh bahan penghancur sebagai berikut :

a. Perembesan air (*Wicking*)

Begitu tablet kontak dengan cairan, maka air segera masuk ke dalam tablet melalui saluran pori yang terbentuk selama pencetakan tablet. Karena bahan penghancur bersifat hidrofil maka perembesan air lewat pori akan lebih cepat dan efektif, sehingga memisahkan partikel granul dan menghancurkan tablet (Voigt, 1995).

b. Pengembangan (*Swelling*)

Air merembes ke dalam tablet melalui celah antar partikel atau jembatan hidrofil yang terbentuk. Dengan adanya air maka bahan penghancur akan mengembang dimulai dari bagian lokal lalu meluas ke seluruh bagian tablet. Akibat pengembangan bahan penghancur menyebabkan tablet pecah dan hancur (Voigt, 1995).

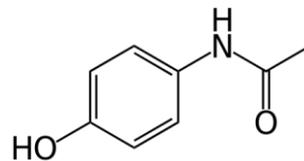
c. Perubahan bentuk (*Deformation*)

Pada saat pengempaan tablet, granul yang mengalami penekanan proses pengempaan akan mengalami deformasi plastik (partikel mempertahankan bentuk / terjadi ikatan antar partikel). Apabila tablet terkena air akan mengalami deformasi elastis (partikel kembali ke bentuk semula sebelum tekanan diberikan / tidak ada ikatan antar partikel), akibatnya granul penyusun tablet akan berdesakan dan tablet akan hancur (Voigt, 1995).

2.7 Pemerian Zat Aktif dan Zat Tambahan

1. Parasetamol

Rumus bangun



Gambar 2.1 Struktur Parasetamol

Parasetamol adalah derivat p-aminofenol yang mempunyai sifat antipiretik/analgetik. Parasetamol dengan nama lain *asetaminophen* mengandung tidak kurang dari 90,0% dan tidak lebih dari 110,0% $C_8H_9NO_2$, dihitung terhadap zat anhidrat. Parasetamol merupakan serbuk hablur, putih, tidak berbau, rasa sedikit pahit. Titik lebur parasetamol 163° - $172^{\circ}C$ dan kelarutannya yaitu larut dalam air mendidih dan dalam Natrium hidroksida 1N, mudah larut dalam etanol (Farmakope Indonesia ed. IV). Parasetamol memiliki sifat alir yang buruk karena parasetamol memiliki

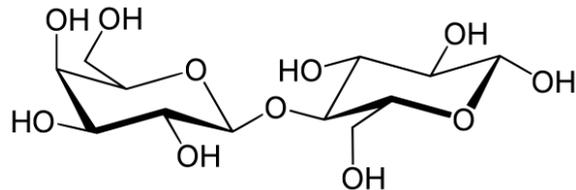
kelarutan dan permeabilitas yang rendah, serta kompaktilitas yang buruk sehingga menimbulkan kesulitan sewaktu pengempaan. Parasetamol mempunyai sifat yang tahan terhadap panas dan kelembaban jika diproses menggunakan metode granulasi.

Parasetamol bekerja dengan menghambat sistem siklooksigenase yang menyebabkan asam arakhidonat dan asam-asam C_{20} tak jenuh lainnya menjadi endoperoksida siklik. Endoperoksida siklik merupakan prazat dari prostaglandin. Prostaglandin merupakan zat yang terlibat dalam terjadinya nyeri dan demam serta reaksi-reaksi radang (Mutschler, 1991). Mekanisme pastinya belum diketahui, namun parasetamol mengurangi rasa sakit dengan meningkatkan ambang rasa sakit, yaitu dengan menyediakan rasa sakit yang besar untuk menghalangi rasa sakit sebelum tubuh merasakannya. Mekanisme mengurangi demam adalah terkait aksi parasetamol pada pusat pengatur panas di otak, secara spesifik, ini memberitahu pusat pengatur panas untuk menurunkan suhu tubuh ketika suhu tubuh meningkat.

Kadar puncak parasetamol biasanya tercapai dalam waktu 30-60 menit. Parasetamol sedikit terikat dengan protein plasma dan sebagian di metabolisme oleh enzim mikrosom hati dan diubah menjadi parasetamol sulfat dan glukoronida, yang secara farmakologi tidak aktif. Kurang dari 5% diekskresikan dalam bentuk tidak berubah. Waktu paruh parasetamol 2-3 jam dan relatif tidak dipengaruhi oleh fungsi ginjal (Katzung, 1997).

2. Laktosa

Rumus bangun



Gambar 2.2 Struktur Laktosa

Pemerian laktosa disini berupa serbuk hablur berwarna putih, tidak berbau dan mempunyai rasa agak manis. Laktosa juga merupakan bahan pengisi yang paling banyak dipakai karena tidak bereaksi dengan hampir semua bahan obat baik dalam bentuk hidrat maupun anhidrat. Formulasi yang memakai laktosa umumnya menunjukkan laju pelepasan obat yang baik, granul cepat kering, waktu hancurnya tidak terlalu peka terhadap perubahan pada kekerasan tablet. Laktosa mempunyai harga yang lebih murah dibandingkan dengan pengisi lainnya (Banker dan Anderson, 1994).

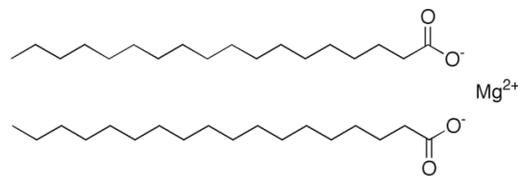
3. Gelatin

Gelatin dengan rumus kimia $C_{76}H_{124}O_{29}N_{24}$ adalah suatu zat yang dapat diperoleh dari hidrolisa parsial kolagen dari kulit, jaringan ikat putih pada tulang hewan. Gelatin berupa lembaran, kepingan, potongan, atau serbuk kasar atau halus, berwarna kuning lemah atau cokelat terang (Anonim, 1995). Pemilihan lembaran kepingan, serbuk atau butiran, tidak berwarna atau kekuningan pucat, bau dan rasa lemah. Kelarutan jika direndam dalam air mengembang dan menjadi lunak, menyerap air 5-10 bobotnya, larut dalam air panas dan jika didinginkan terbentuk gudir, praktis tidak larut

dalam etanol (95%) P, dalam kloroform P dan eter P, larut dalam campuran gliserol P dan air, jika dipanaskan lebih mudah larut, larut dalam asetat P, digunakan sebagai zat tambahan (Anonim, 1979).

4. Mg Stearat

Rumus bangun



Gambar 2.3 Struktur Magnesium Stearat

Mg stearat merupakan komponen magnesium dengan campuran asam organik padat diperoleh dari lemak dan mengandung variabel terpenting magnesium stearat dan magnesium palmitat ($C_{32}H_{62}MgO_4$). Mg stearat sering digunakan pada formulasi sediaan farmasi, kosmetik dan makanan. Digunakan sebagai lubrikan pada pembuatan kapsul dan tablet dengan konsentrasi antara 0,25 hingga 5% (Ansel, 1989).

Mg stearat praktis tidak larut dalam etanol, eter dan air ; sedikit larut dalam benzena hangat dan etanol (95%) hangat. Inkompatibilitas dengan asam kuat, basa dan garam-garam besi. Magnesium stearat ini mempunyai bermacam-macam bentuk kristal yaitu trihidrat, dihidrat dan bentuk anhidrat. Bentuk hidrat stabil dalam hal kelembabannya, sedangkan bentuk anhidrat dapat mengabsorpsi kelembaban sampai 50% dari kelembaban relatif dan pada kelembaban yang lebih tinggi dapat membentuk trihidrat. Fungsi utama dari magnesium stearat adalah sebagai lubrikan, yaitu suatu bahan yang berfungsi mempercepat aliran serbuk ke dalam rongga cetakan,

mencegah lekatnya serbuk pada *punch* dan cetakan, mengurangi gesekan antara tablet dan dinding cetakan ketika tablet dikeluarkan dari mesin dan memberikan rupa yang bagus pada tablet yang sudah jadi (Rowe, 2003).

2.8 Metode Pembuatan Tablet

2.8.1 Metode granulasi basah

Masing-masing zat berkhasiat, zat pengisi dan zat penghancur dihaluskan terlebih dahulu dalam mesin penghalus. Seluruh serbuk dicampur bersama-sama dalam alat pencampur, lalu dibasahi dengan larutan bahan pengikat. Kemudian massa lembab diayak menjadi granul menggunakan ayakan 10 atau 20 *Mesh*, dan dikeringkan dalam lemari pengering pada suhu 50°-60°C. Setelah kering diayak lagi untuk memperoleh granul dengan ukuran yang diperlukan (biasanya digunakan ayakan 12-20 *Mesh*). Tambahkan bahan pelicin (lubrikan) kemudian dicetak menjadi tablet dengan mesin tablet (Ansel, 1989).

Keuntungan dari metode granulasi basah ini adalah dapat meningkatkan kohesifitas, meningkatkan kompaktilitas serbuk, dan zat aktif yang dalam dosis kecil larut dalam air. Granulasi basah dapat mencegah segregasi komponen penyusun tablet yang telah homogen sebelum proses pencampuran, dan sistem granulasi basah dapat memperbaiki kecepatan pelarutan zat aktif dengan perantara cairan pelarut yang cocok pada bahan pengikat (Sheth dkk., 1980).

2.8.2 Metode granulasi kering

Tujuan metode granulasi kering adalah untuk dapat memperoleh granul yang dapat mengalir bebas untuk pembuatan tablet. Granulasi kering dilakukan apabila zat

aktif tidak mungkin di granulasi basah karena tidak stabil atau peka terhadap panas dan/ lembab atau juga tidak mungkin dikempa langsung menjadi tablet karena zat aktif tidak mengalir bebas, dosis efektif zat aktif terlalu besar untuk kempa langsung.

Dilakukan dengan mencampurkan zat berkhasiat, zat pengisi dan zat penghancur serta jika perlu ditambahkan zat pengikat dan zat pelicin hingga menjadi massa serbuk yang homogen, lalu dikempa cetak pada tekanan yang tinggi, sehingga menjadi tablet besar (*slug*) yang tidak terbentuk baik, kemudian digiling dan diayak hingga diperoleh granul dengan ukuran partikel yang diinginkan. Kemudian dicetak sesuai ukuran tablet yang dikehendaki (Anief, 2000).

2.8.3 Metode kempa langsung

Metode kempa langsung merupakan metode pembuatan tablet tanpa adanya proses granulasi yang memerlukan eksipien yang cocok sehingga memungkinkan untuk dikempa secara langsung. Metode ini memiliki beberapa keuntungan yaitu, tahapan produksinya sangat singkat (hanya pencampuran dan pengempaan), peralatan yang dibutuhkan tidak banyak, prosesnya lebih singkat, waktu hancur dan disolusinya lebih baik karena tidak melewati proses granul, tetapi langsung menjadi partikel (Suhery *et al*, 2016).

2.9 Evaluasi

2.9.1 Evaluasi sifat fisik serbuk pati

a. Organoleptis

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengamati bentuk, warna, bau dari serbuk yang dihasilkan (Yulianintyas, 2016). Untuk pati bonggol pisang

sendiri memiliki bentuk serbuk sangat halus, berwarna putih dan tidak berbau. Hal ini telah sesuai dengan syarat mutu tepung berdasarkan SNI 02-3727-1999 (Perindustrian, 1995).

b. Kecepatan alir

Kecepatan alir adalah waktu yang diperlukan serbuk atau granul (gram) untuk mengalir melalui corong tiap satuan waktu (detik). Umumnya serbuk dikatakan mempunyai waktu alir yang baik jika 100 g serbuk yang dievaluasi mempunyai kecepatan alir antara 4-10 g/detik (Carstensen dan Chan, 1977).

c. Sudut diam

Sudut diam adalah sudut yang dibentuk oleh tumpukan serbuk terhadap bidang datar setelah serbuk mengalir dari suatu celah yang sempit. Besar kecilnya sudut diam dipengaruhi oleh bentuk, ukuran dan kelembapan granul. Sudut diam yang $\leq 30^\circ$ menunjukkan hasil yang baik, dan sudut diam $\geq 40^\circ$ menunjukkan hasil yang kurang baik (Banker & Anderson, 1994).

Sudut diam diukur dengan rumus :

$$\text{Tan } \alpha = \frac{h}{r} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

α = sudut diam

h = tinggi dari kerucut granul

r = jari-jari permukaan dasar kerucut

d. *Tap density*

Merupakan sifat fisik pati yang menunjukkan perbandingan antara bobot bahan dengan volume yang ditempati termasuk ruang kosong diantara butiran pati. *Tap density* berpengaruh terhadap nilai kompresibilitas, dimana semakin mampat granul maka semakin baik nilai kompresibilitas granul (Aulton, 2001).

e. Kelembaban

Kelembaban 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).

2.9.2 Evaluasi sifat fisik tablet

a. Keseragaman bobot

Pengujian keseragaman ditentukan berdasarkan pada besar dan kecilnya penyimpangan bobot tablet yang dihasilkan dibandingkan dengan rata-rata tablet. Persyaratannya adalah tidak boleh lebih dari dua tablet menyimpang lebih besar dari kolom A dan tidak satu pun yang menyimpang dari kolom B. Jika tidak mencukupi 20 tablet, dapat digunakan 10 tablet ; tidak satu pun tablet yang bobotnya menyimpang lebih besar dari bobot rata-rata yang ditetapkan kolom B (Depkes RI, 2013).

Tabel 2.2 Persyaratan Keseragaman Bobot

Bobot rata-rata	Penyimpanan bobot rata-rata dalam %	
	A	B
25 mg atau kurang	15	30
26 mg sampai dengan 150 mg	10	20
151 mg sampai dengan 300 mg	7,5	15
Lebih dari 300 mg	5	10

b. Kekerasan

Kekerasan tablet adalah kekuatan menghancurkan tablet. Penentuan kekerasan tablet sebaiknya ditentukan pada waktu produksi agar penyesuaian tekanan yang dibutuhkan dapat diatur pada peralatannya (Ansel, 1989). Kekuatan tekanan minimum yang sesuai untuk tablet adalah 4 kg. Tablet harus mempunyai kekuatan atau kekerasan tertentu dan tahan atas kerenyahan agar dapat bertahan dari berbagai guncangan mekanik pada saat pembuatan, pengepakan, dan transportasi (Lachman, 1994). Faktor-faktor yang mempengaruhi kekerasan tablet adalah tekanan pada saat proses pencetakan tablet, sifat dan jumlah bahan yang dikempa serta jenis bahan obat yang ditambahkan pada saat proses pencetakan (Ansel, 1989). Kekerasan tablet yang baik adalah 4-8 kg (Parrott, 1971).

c. Kerapuhan

Kerapuhan menggambarkan ketahanan tablet dalam melawan tekanan mekanik akibat goncangan dan pengikisan selama proses pengemasan maupun transportasi. Tekanan dapat membuat tablet menjadi rusak, oleh karena itu harus mampu menahan tekanan agar tidak timbul kerusakan.

Evaluasi kerapuhan suatu tablet dapat diprediksi dengan pengujian 20 tablet menggunakan *fribilator tester*. Batas kehilangan berat yang masih dapat dibenarkan adalah 0,5 sampai 1% (Banker & Anderson, 1994) dan sebaiknya tidak melebihi 0,8% (Voigt, 1995).

d. Waktu hancur

Pada evaluasi ini dicatat waktu yang diperlukan tablet untuk hancur semua. Persyaratan evaluasi waktu hancur tablet tidak bersalut adalah kurang dari 15 menit (Farmakope Indonesia ed V).

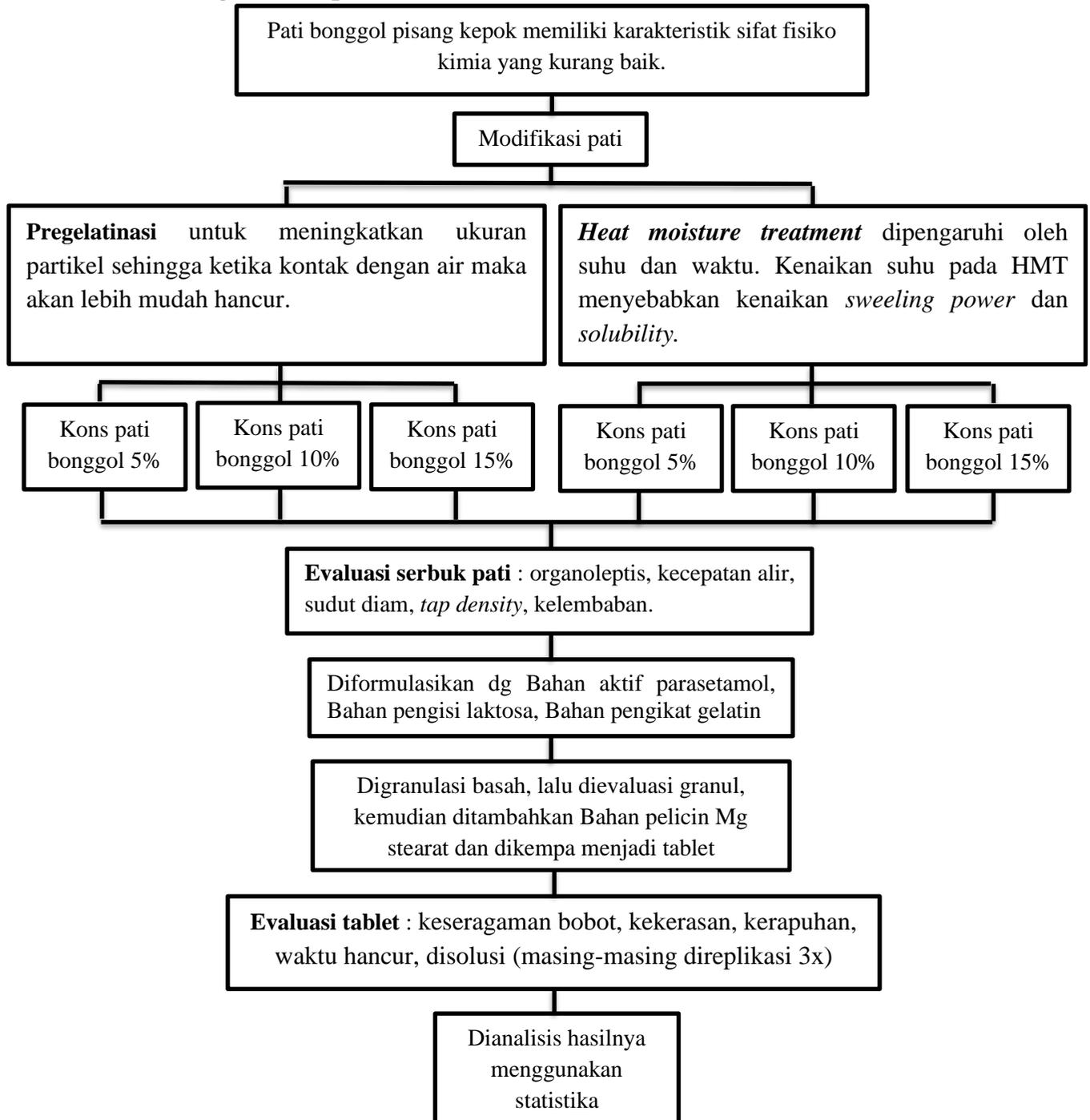
e. Disolusi

Evaluasi disolusi merupakan suatu metode fisika yang penting sebagai parameter dalam pengembangan mutu sediaan obat yang didasarkan pada pengukuran kecepatan pelepasan dan pelarutan zat aktif dari sediaan (Banakar, 1992). Evaluasi disolusi digunakan untuk mengetahui proses pelarutan senyawa aktif dari bentuk sediaan padat (tablet) ke dalam media pelarut (Aulton, 2013). Menurut Farmakope Indonesia Edisi VI syarat dalam penentuan evaluasi disolusi ini adalah dalam waktu 30 menit harus larut tidak kurang dari 80% $C_8H_9NO_2$ dari jumlah yang tertera pada etiket.

BAB III

KERANGKA KONSEP

3.1 Kerangka Konsep



3.2 Hipotesis Penelitian

1. Penggunaan modifikasi pati secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment* dapat menghasilkan karakteristik pati yang lebih baik.
2. Penggunaan pati termodifikasi pada tablet parasetamol menghasilkan sediaan tablet dengan mutu fisik yang memenuhi persyaratan.
3. Ada perbedaan mutu tablet dengan menggunakan modifikasi pati pregelatinasi dan *heat moisture treatment*.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan *True Experimental Design*. Menurut Sugiono (2010) penelitian eksperimental merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan.

4.2 Determinasi Tanaman

Determinasi dari suatu tanaman bertujuan untuk mengetahui keberadaan identitas tanaman tersebut, dengan demikian kesalahan dalam pengumpulan bahan yang akan diteliti dapat dihindari.

4.3 Populasi dan Sampel

4.3.1 Populasi

Populasi adalah keseluruhan jumlah dari subjek yang akan diteliti. Populasi dalam penelitian ini adalah bonggol pisang di Kabupaten Jember.

4.3.2 Sampel

Sampel adalah bagian kecil dari populasi yang diambil sebagai objek pengamatan. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah bonggol pisang kepok yang didapatkan dari desa Wuluhan, Kabupaten Jember.

4.4 Sampling

Teknik sampling adalah teknik pengambilan sampel (Sugiyono, 2001). Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*.

4.5 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas merupakan variabel yang sengaja dirancang untuk diteliti pengaruhnya terhadap variabel tergantung. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pati bonggol pisang kepok termodifikasi dengan berbagai konsentrasi.
2. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sifat fisik pati (*organoleptis*, kecepatan alir, sudut diam, *tap density*, kelembaban) dan sifat fisik tablet (keseragaman bobot, kekerasan, kerapuhan, waktu hancur, disolusi).
3. Variabel terkontrol adalah variabel yang sifatnya konstan dan bisa dikendalikan. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah suhu dan waktu dalam memodifikasi pati secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment*.

4.6 Alat dan Bahan

4.6.1 Alat

Alat yang digunakan adalah neraca analitik (Ohaus), oven pengering (Memmert), mesin tablet (TDP 1), *hot plate* (Nesco Lab), *sieve shaker* (RRC),

hardness tester (Monsanto), *friability tester* (CS-1 Tjianjin Guoming), *moisture analyzer* (Ohaus), *disolution tester* (Erweka), uji waktu hancur (Erweka), *tap density* (Linix), spektrofotometer Uv-Vis (Shimadzu), pH meter (Bench pH/mV meter AMT 20), *magnetic stirer*, *stopwatch*, alat uji alir, ayakan Mesh 10, 20, 100, 200, mortar dan stamper, alat-alat gelas (IWAKI) dan alat pendukung lainnya, serta software SPSS.

4.6.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah parasetamol, asam askorbat, pati bonggol pisang kepok, laktosa, gelatin, magnesium stearat, aquadest, NaOH, dapar fosfat pH 5,8.

4.7 Definisi Operasional

Tabel 4.1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Skala Ukur	Hasil Ukur
1.	Modifikasi pati	Modifikasi pati adalah pemberian perlakuan pada pati bonggol pisang kepok untuk menghasilkan sifat fisika kimia yang lebih baik	Metode pregelatinasi dan <i>Heat moisture treatment</i>	Oven	Rasio	Memiliki sifat fisika kimia yang lebih baik atau tidak
2.	Evaluasi sifat fisik	Evaluasi sifat fisik adalah parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas pati dan kualitas tablet parasetamol	Kecepatan alir, sudut diam, <i>tap density</i> , kelembaban, keseragaman bobot, kekerasan, kerapuhan, waktu hancur, disolusi	<i>Sieve shaker</i> , <i>hardness tester</i> , <i>friability tester</i> , <i>disintegrator tester</i> , <i>moisture analyzer</i>	Rasio	Memenuhi persyaratan evaluasi sifat fisik atau tidak

4.8 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Farmasi Universitas dr. SOEBANDI Jember. Pelaksanaan penelitian dimulai awal bulan Februari 2021 sampai April 2021.

4.9 Prosedur Penelitian

4.9.1 Pembuatan pati bonggol pisang kepok

Pertama-tama bonggol pisang kepok dibersihkan dari kulit pelepah, akar, tanah serta kotoran yang masih menempel dan dicuci bersih dengan menggunakan air mengalir. Kemudian bonggol pisang kepok dicacah atau dipotong kecil-kecil lalu direndam dengan asam askorbat 1000 ppm selama 1 jam (hal ini bertujuan untuk menghilangkan enzim *browning*) (Apandi, 1984). Bonggol pisang kepok dicuci kembali hingga benar-benar bersih. Kemudian bonggol pisang kepok ditiriskan dan dihancurkan dan ditambah air dengan perbandingan 1 : 1, lalu disaring dan diperas hingga tidak mengeluarkan air lagi. Bonggol tersebut didiamkan selama 12 jam, kemudian hasil endapannya atau rendemen pati dimasukkan ke dalam oven suhu 60°C selama 24 jam. Pati bonggol pisang yang telah kering kemudian diayak dengan menggunakan pengayak dengan nomor Mesh 100, hingga didapatkan pati bonggol pisang kepok.

4.9.2 Pembuatan modifikasi pati

1. Pregelatinasi

Pati bonggol pisang kepok pregelatinasi disiapkan dengan 100 g pati bonggol pisang kepok disuspensikan dengan 100 mL aquadest, lalu

dipanaskan 55°C dengan pengadukan selama 10 menit, lalu dikeringkan dengan oven 60°C selama 24 jam. Kemudian diayak dengan menggunakan ayakan Mesh 20 dan simpan dalam wadah tertutup.

2. *Heat moisture treatment*

Dengan menyiapkan sampel sebanyak 100 g diberikan perlakuan awal berupa penyesuaian kadar air awal bahan hingga mencapai 25-30% (Collado dkk., 2001) yang dilakukan penambahan aquadest sebanyak 33,33% dari bobot awal sampel atau 33,33 mL. Sampel diletakkan ke dalam mangkok ditutup dengan menggunakan aluminium foil dan didinginkan pada 4°C selama 24 jam. Lalu mangkok berisi pati dipanaskan dalam oven pada bersuhu 110°C selama 1 jam. Setelah didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit.

4.9.3 Pembuatan gelatin sebagai bahan pengikat

Gelatin ditimbang sebanyak 5 g kemudian dibasahi dengan aquadest 100 mL. Aquadest yang telah dipanaskan dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam gelatin yang sudah terbasahi sambil diaduk hingga larut menjadi larutan gelatin.

4.9.4 Evaluasi pati

a. Organoleptis

Dilihat secara visual diamati warna, bau dan rasa dari serbuk pati yang dihasilkan (Farmakope Indonesia edisi V).

b. Kecepatan alir

Evaluasi dilakukan dengan menimbang 10 g serbuk pati, dimasukkan ke dalam alat penguji yang berupa corong yang ditutup pada lubang keluarnya. Penutup dibuka kemudian alat pencatat waktu dihidupkan sampai semua serbuk keluar dari corong. Begitu semua serbuk keluar *stopwatch* dimatikan. Waktu yang diperlukan untuk keluarnya serbuk dicatat sebagai waktu alirnya, kemudian dihitung kecepatan alirnya sebagai banyaknya serbuk yang mengalir tiap satuan waktu (Banker *and* Anderson, 1986). Serbuk dikatakan mempunyai waktu alir yang baik jika 100 g serbuk yang dievaluasi mempunyai kecepatan alir antara 4-10 g/detik (Carstensen dan Chan, 1977).

c. Sudut diam

Sudut diam digunakan untuk melihat kualitas granul. Sudut diam yang $\leq 30^\circ$ menunjukkan hasil yang baik, dan sudut diam $\geq 40^\circ$ menunjukkan hasil yang kurang baik (Banker & Anderson, 1994). Sebanyak 10 gram bahan dimasukkan ke dalam *beaker glass*, curahkan perlahan-lahan bahan ke bawah, ukur ketinggian dan diameter gundukan yang dihasilkan dengan penggaris, dan ulangi perlakuan tersebut sebanyak 3 kali. Hitung sudut diam menggunakan rumus :

$$\text{Tangen sudut diam} = \frac{\text{tinggi gundukan}}{\text{jari jari}} \dots\dots\dots (4.1)$$

d. *Tap density*

Tap density digunakan untuk mengukur laju alir dan kompresibilitas granul. Semakin tinggi nilai *tap density* maka semakin mampat granul sehingga semakin baik nilai kompresibilitas granul (Aulton, 2001). Bahan sebanyak 5 g dimasukkan ke dalam gelas ukur 10 mL, jalankan alat, kemudian semua bahan dikeluarkan dari gelas ukur lalu ditimbang beratnya, dan nyatakan *tap density* bahan dalam gram per mL.

e. Kelembaban

Pengeringan dapat dilakukan dengan cara menimbang seksama 1-2 gram granul lalu dimasukkan ke dalam *moisture analyzer*, atur temperatur dan waktu pengujian 120°C selama 10 menit dan tunggu sampai bobot konstan. Granul yang memiliki kandungan lembab < 5% akan stabil dan baik pada saat penyimpanan (Rowe *et al.*, 2009).

4.9.5 Formula tablet

Adapun formula tablet pada penelitian ini disajikan dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2 Formula Tablet Parasetamol

Nama Bahan	Kegunaan	A (Pregelatinasi)			B (<i>Heat moisture treatment</i>)		
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
Parasetamol	Bahan Aktif	250	250	250	250	250	250
Laktosa	Bahan Pengisi	366	331	296	366	331	296
Gelatin	Bahan Pengikat	35	35	35	35	35	35
Pati Bonggol Pisang Kepok	Bahan penghancur	35	70	105	35	70	105
Mg Stearat	Bahan Pelicin	14	14	14	14	14	14
Berat Total Tablet (mg)		700	700	700	700	700	700

Keterangan :

F1 : Pati bonggol 5% (Metode A) F4 : Pati bonggol 5% (Metode B)

F2 : Pati bonggol 10% (Metode A) F5 : Pati bonggol 10% (Metode B)

F3 : Pati bonggol 15% (Metode A) F6 : Pati bonggol 15% (Metode B)

4.9.6 Pembuatan granul dengan granulasi basah

Metode pembuatan granul dengan menggunakan metode granulasi basah. Parasetamol dimasukkan dalam mortir dan digerus dengan laktosa hingga homogen, lalu ditambahkan dengan pati bonggol pisang kepok sebagai bahan penghancur digerus hingga homogen, setelah itu tambahkan larutan gelatin hingga terbentuk massa granul basah dan massa tersebut diayak dengan ayakan Mesh 20, granul basah dikeringkan dalam oven pada suhu 60° sampai granul kering dengan kadar air < 5%. Granul yang kering diayak dengan ayakan 20.

4.9.7 Evaluasi granul

a. Kecepatan alir

Evaluasi dilakukan dengan menimbang 10 g serbuk pati, dimasukkan kedalam alat penguji yang berupa corong yang ditutup pada lubang keluarnya. Penutup dibuka kemudian alat pencatat waktu dihidupkan sampai semua serbuk keluar dari corong. Begitu semua serbuk keluar *stopwatch* dimatikan. Waktu yang diperlukan untuk keluarnya serbuk dicatat sebagai waktu alirnya, kemudian dihitung kecepatan alirnya sebagai banyaknya serbuk yang mengalir tiap satuan waktu (Banker *and* Anderson, 1986).

b. Sudut diam

Sebanyak 10 gram bahan dimasukkan ke dalam *beaker glass*, curahkan perlahan-lahan bahan ke bawah, ukur ketinggian dan diameter gundukan yang dihasilkan dengan penggaris, dan ulangi perlakuan tersebut sebanyak 3 kali. Hitung sudut diam menggunakan rumus :

$$\text{Tangen sudut diam} = \frac{\text{tinggi gundukan}}{\text{jari jari}} \dots\dots\dots (4.1)$$

c. *Tap density*

Bahan sebanyak 5 g dimasukkan kedalam gelas ukur 10 mL, jalankan alat, kemudian semua bahan dikeluarkan dari gelas ukur lalu ditimbang beratnya, dan nyatakan *tap density* bahan dalam gram per mL.

d. Kelembaban

Pengeringan dapat dilakukan dengan cara menimbang seksama 1-2 gram granul lalu dimasukkan ke dalam *moisture analyzer*, atur temperature dan waktu pengujian 120°C selama 10 menit dan tunggu sampai bobot konstan.

4.9.8 Pencetakan tablet

Pada saat akan dilakukan pencetakan tablet dilakukan evaluasi granul terlebih dahulu meliputi organoleptis, kecepatan alir, sudut diam, *tap density* dan kelembaban. Granul kering tersebut ditambahkan Mg stearat dan dicetak menjadi tablet dengan bobot total 700 mg.

4.9.9 Evaluasi tablet

a. Keseragaman bobot

Sebanyak 20 tablet dibersihkan dari debu kemudian ditimbang satu persatu, dihitung bobot rata-ratanya dan standar devisiasinya. Evaluasi keseragaman

bobot ditentukan berdasarkan pada besar dan kecilnya penyimpangan bobot tablet yang dihasilkan dibandingkan dengan rata-rata tablet (Widyaningrum, 2015). Persyaratannya adalah tidak boleh lebih dari dua tablet menyimpang lebih besar dari kolom A dan tidak satu tablet pun yang menyimpang dari kolom B (Depkes RI, 1979).

b. Kekerasan

Cara kerja evaluasi kekerasan tablet adalah pertama letakkan tablet dengan posisi tegak pada landasan, selanjutnya atur jarak landasan dan baut pegas yang ada di atasnya sehingga tablet pada posisi berhimpit. Atur skala kekerasan pada posisi nol, kemudian tekan pengungkit hingga tablet pecah. Mencatat angka yang ditunjukkan pada skala kekerasan (kg). Kekerasan tablet yang baik adalah 4-8 kg (Parrott, 1971).

c. Kerapuhan

Cara kerja evaluasi kerapuhan tablet dengan menggunakan 20 tablet. Pertama-tama bersihkan 20 tablet dari debu yang melekat pada tablet. Timbang 20 tablet tersebut, masukkan dalam alat *friabilator*. Putar sebanyak 100 putaran atau putar selama 4 menit dengan kecepatan 25 rpm. Tablet tersebut dikeluarkan dari alat, dibersihkan dari debu dan ditimbang lagi. Angka kerapuhan tablet dinyatakan dengan rumus :

$$\text{Kerapuhan tablet} = \frac{\text{bobot sebelum di uji} - \text{bobot sesudah di uji}}{\text{bobot sebelum di uji}} \times 100\% \dots\dots (4.2)$$

Kerapuhan tablet memenuhi syarat, bila angka kerapuhan kurang dari atau sama dengan 0,8% (Voigt, 1994).

d. Waktu hancur

Dimasukkan 5 buah tablet ke dalam alat *disintegration tester*. Setiap tabung diisi satu tablet. Dijalankan alat sampai semua fraksi pecahan tablet lewat ayakan yang terletak pada bagian bawah alat dan catat waktu yang diperlukan sebagai waktu hancur tablet (Depkes, 2018). Persyaratan untuk waktu hancur tablet adalah tidak kurang dari 15 menit (Farmakope edisi V).

e. Disolusi

1. Pencarian panjang gelombang maksimal

Ditimbang secara seksama 100 mg parasetamol p.a dan dilarutkan dengan 10 mL metanol kemudian diencerkan menggunakan larutan dapar fosfat pH 5,8 hingga 100 mL. Larutan diamati menggunakan gelombang sinar UV yaitu panjang gelombang 200-400 nm untuk memperoleh panjang gelombang maksimum.

2. Pembuatan kurva baku parasetamol

Ditimbang secara seksama 100 mg parasetamol p.a dan larutkan dengan 100 mL metanol kemudian ambil 2 mL, 4 mL, 6 mL, 8 mL, 10 mL dan diencerkan menggunakan larutan dapar fosfat pH 5,8 hingga 100 mL sebagai larutan stok. Masing-masing larutan stok tersebut diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV pada panjang gelombang maksimum yang sudah diketahui. Dibuat kurva baku antara konsentrasi dan absorbansi, kemudian diperoleh regresi linier untuk menentukan kadar parasetamol pada evaluasi disolusi.

3. Evaluasi disolusi

Berdasarkan penelitian Tuti Sri (2018) medium yang digunakan untuk disolusi yaitu dapar fosfat pH 5,8. Diambil sebanyak 900 mL dapar fosfat pH 5,8 dimasukkan kedalam chamber, kemudian ditimbang tablet dan dimasukkan kedalam chamber. Diaduk dengan kecepatan 50 rpm dengan alat tipe 2 yaitu pengaduk dayung dan menjaga suhu pada $37^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Diambil sebanyak 5 mL pada menit ke 5, 10, 15, 20, 25, 30. Setiap sampel diambil, medium diganti dengan medium disolusi yang baru dalam jumlah yang sama agar volume medium disolusi tetap. Sampel disaring dengan kertas saring kemudian diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV panjang gelombang maksimum.

4.10 Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu menganalisis dengan uji Analisis Variansi (ANOVA) *One Way* menggunakan software SPSS versi 22.0 dengan taraf kepercayaan 95%. Uji ANOVA satu arah (*One Way Analysis of Variance*) adalah jenis uji statistika parametrik yang bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara lebih dari dua group sampel. Tujuan dari uji ini agar diperoleh homogenitas yang tinggi antar perlakuan yang ditempatkan pada masing-masing group. Perlu dipenuhi beberapa syarat wajib sebelum dilakukan perhitungan menggunakan uji ANOVA *One Way* yaitu uji normalitas dan uji homogenitas variansi. Untuk uji normalitas, data dinyatakan berdistribusi normal jika nilai sig > 0,05 dan untuk uji homogenitas, data dinyatakan homogen jika nilai sig >

0,05. Apabila kedua syarat tersebut terpenuhi maka dapat dilakukan perhitungan menggunakan uji ANOVA *One Way*, dan apabila tidak terpenuhi maka tidak dapat dilakukan perhitungan menggunakan uji ANOVA *One Way* melainkan harus menggunakan uji *Kruskal Wallis*. Pengujian dengan ANOVA *One way* jika nilai sig < 0,05 dapat diartikan ada perbedaan yang bermakna, maka analisis dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significantly Different*). Uji LSD adalah metode yang diperkenalkan oleh Ronald Fisher untuk menentukan rata-rata dua perlakuan berbeda secara statistik atau tidak.

Analisis data secara statistik yang dapat dilakukan:

1. Perbandingan karakteristik antara serbuk pati modifikasi pregelatinasi vs modifikasi HMT (*Heat Moisture Treatment*)
2. Perbandingan karakteristik antara tablet yang menggunakan pati modifikasi pregelatinasi vs modifikasi HMT (*Heat Moisture Treatment*)
3. Perbandingan antar formula tablet yang menggunakan pati modifikasi pregelatinasi (karena adanya perbedaan jumlah penggunaan pati)
4. Perbandingan antar formula tablet yang menggunakan pati modifikasi HMT (*Heat Moisture Treatment*) (karena adanya perbedaan jumlah penggunaan pati)

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1 Hasil Pembuatan Pati Bonggol Pisang Kepok

Pembuatan pati dari bonggol pisang kepok menggunakan metode ekstraksi. Hasil ekstraksi dengan pelarut air dengan penambahan asam askorbat 1000 ppm dihasilkan rendemen pati bonggol pisang kepok sebanyak 4,2% dilihat pada Gambar 5.1 dan hasil serbuk pati yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.1 Gambar rendemen pati bonggol pisang kepok



Gambar 5.2 Gambar serbuk pati bonggol pisang kepok

5.2 Hasil Pembuatan Modifikasi Pati

Modifikasi pati yang digunakan penelitian ini adalah modifikasi secara fisik yaitu modifikasi pregelatinasi dan *heat moisture treatment*. Hasil modifikasi pati dengan metode pregelatinasi dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan hasil modifikasi pati dengan metode *heat moisture treatment* dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.3 Hasil modifikasi pati pregelatinasi



Gambar 5.4 Hasil modifikasi pati *heat moisture treatment*

5.3 Hasil Evaluasi Serbuk Pati

a. Pengamatan Organoleptis

Hasil yang didapat dari pengamatan organoleptis pati alami maupun pati yang termodifikasi dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil pengamatan organoleptis pati

Parameter	Pati Alami Bonggol Pisang	Modifikasi Pati Pregelatinasi	Modifikasi Pati HMT
Warna	Putih	Putih	Putih
Rasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau

b. Kecepatan Alir Pati

Hasil pengujian kecepatan alir pati yang dilakukan tiga kali pengulangan dapat dilihat pada Tabel 5.2. Dan hasil uji LSD ketiga pati tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.2 Rata-rata kecepatan alir pati

Replikasi	Pati Alami	Pregelatinasi	HMT
1	5,62	7,65	7,41
2	5,52	8,00	7,69
3	5,81	7,94	7,55
Rata-rata \pm SD	5,65 \pm 0,15	7,86 \pm 0,19	7,55 \pm 0,14

Tabel 5.3 Hasil uji LSD kecepatan alir pati

Formula	1	2	3
1	-	BB	BB
2	BB	-	BTB
3	BB	BTB	-

BB = Berbeda Bermakna BTB = Berbeda Tidak Bermakna

c. Sudut Diam Pati

Hasil sudut diam pati dapat dilihat pada Tabel 5.4 dimana pati alami memiliki nilai sudut diam yang lebih tinggi dengan nilai $27,2 \pm 0,65$ dibandingkan dengan pati termodifikasi. Dan hasil uji LSD sudut diam pati dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.4 Rata-rata sudut diam pati

Replikasi	Pati Alami	Pregelatinasi	HMT
1	27,9	20,81	20,81
2	26,6	21,81	16,17
3	27,2	23,27	23,27
Rata-rata \pm SD	$27,2 \pm 0,65$	$21,69 \pm 1,24$	$20,08 \pm 3,60$

Tabel 5.5 Hasil uji LSD sudut diam pati

Formula	1	2	3
1	-	BB	BB
2	BB	-	BTB
3	BB	BTB	-

BB = Berbeda Bermakna BTB = Berbeda Tidak Bermakna

d. *Tap Density* Pati

Berdasarkan data pada Tabel 5.6 di bawah ini menunjukkan bahwa modifikasi pati pregelatinasi mempunyai nilai tap density yang lebih tinggi yaitu sebesar $0,7 \pm 0,03$ dibandingkan dengan modifikasi *heat moisture treatment* dan pati alami. Hasil uji LSD *tap density* pati dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.6 Rata-rata *tap density* pati

Replikasi	Pati Alami	Pregelatinasi	HMT
1	0,52	0,72	0,59
2	0,65	0,71	0,66
3	0,59	0,66	0,71
Rata-rata \pm SD	0,59 \pm 0,07	0,7 \pm 0,03	0,65 \pm 0,06

Tabel 5.7 Hasil uji LSD *tap density* pati

Formula	1	2	3
1	-	BB	BTB
2	BB	-	BTB
3	BTB	BTB	-

BB = Berbeda Bermakna

BTB = Berbeda Tidak Bermakna

e. Kelembaban Pati

Hasil kelembaban pati dapat dilihat pada Tabel 5.8 dengan pati alami yang memiliki % kelembaban yang lebih tinggi yaitu $4,53 \pm 0,64$ dibandingkan dengan modifikasi pati pregelatinasi dan *heat moisture treatment* dengan masing-masing nilai $3,95 \pm 0,64$ dan $3,58 \pm 0,52$. Hasil uji LSD kelembaban pati dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.8 Rata-rata kelembaban pati

Replikasi	Pati Alami	Pregelatinasi	HMT
1	5,26	4,55	4,15
2	4,27	4,02	3,48
3	4,06	3,27	3,12
Rata-rata \pm SD	4,53 \pm 0,64	3,95 \pm 0,64	3,58 \pm 0,52

Tabel 5.9 Hasil uji LSD kelembaban pati

Formula	1	2	3
1	-	BTB	BTB
2	BTB	-	BTB
3	BTB	BTB	-

BTB = Berbeda Tidak Bermakna

5.4 Hasil Pembuatan Granul Dengan Granulasi Basah

Metode pembuatan tablet yang digunakan penelitian ini adalah metode granulasi basah dimana sebelum dicetak menjadi tablet dibuat granul terlebih dahulu. Hasil granul yang didapat dari granulasi basah dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6.



Gambar 5.5 Hasil granul pati pregelatinasi



Gambar 5.6 Hasil granul pati heat moisture treatment

5.5 Hasil Evaluasi Granul

a. Kecepatan Alir Granul

Hasil kecepatan alir granul dapat dilihat pada Tabel 5.10 dimana kecepatan alir yang tertinggi pada F4 yaitu $7,91 \pm 0,03$ dan terendah pada F3 sebesar $7,59 \pm 0,04$.

Tabel 5.10 Rata-rata kecepatan alir granul

Replikasi	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	7,85	7,79	7,63	7,94	7,93	7,89
2	7,88	7,80	7,60	7,90	7,90	7,82
3	7,82	7,75	7,55	7,89	7,85	7,81
Rata-rata	$7,85 \pm$	$7,78 \pm$	$7,59 \pm$	$7,91 \pm$	$7,89 \pm$	$7,84 \pm$
\pm SD	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04

b. Sudut Diam Granul

Hasil sudut diam granul dapat dilihat pada Tabel 5.11 dimana sudut diam F1 sebesar $19,41 \pm 0,59$; F2 sebesar $20,07 \pm 0,26$; F3 sebesar $20,75 \pm 0,79$; F4 sebesar $19,32 \pm 0,19$; F5 sebesar $20,31 \pm 0,41$ dan F6 sebesar $21,23 \pm 1,02$. Terlihat bahwa F6 memiliki sudut diam tertinggi dan F1 memiliki nilai sudut diam terendah.

Tabel 5.11 Rata-rata sudut diam granul

Replikasi	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	19,11	20,27	21,47	19,55	20,78	22,29
2	19,02	20,15	20,89	19,34	20,15	21,15
3	20,10	19,78	19,89	19,17	20,00	20,25
Rata-rata	$19,41 \pm$	$20,07 \pm$	$20,75 \pm$	$19,35 \pm$	$20,31 \pm$	$21,23 \pm$
\pm SD	0,59	0,26	0,79	0,19	0,41	1,02

c. *Tap Density* Granul

Dari data *tap density* yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.12 dimana F1 sebesar $0,62 \pm 0,07$; F2 sebesar $0,63 \pm 0,05$; F3 sebesar $0,7 \pm 0,03$; F4 sebesar $0,63 \pm 0,05$; F5 sebesar $0,69 \pm 0,03$ dan F6 sebesar $0,7 \pm 0,04$.

Tabel 5.12 Rata-rata *tap density* granul

Replikasi	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	0,69	0,68	0,73	0,68	0,70	0,73
2	0,60	0,62	0,70	0,63	0,71	0,72
3	0,56	0,59	0,67	0,58	0,66	0,66
Rata-rata	$0,62 \pm$	$0,63 \pm$	$0,7 \pm$	$0,63 \pm$	$0,69 \pm$	$0,7 \pm$
\pm SD	0,07	0,05	0,03	0,05	0,03	0,04

d. Kelembaban Granul

Hasil kelembaban granul yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.13 dimana F1 sebesar 0,56% ; F2 sebesar 1,3% ; F3 sebesar 0,86% ; F4 sebesar

1,44% ; F5 sebesar 0,98% dan F6 sebesar 0,73%. Dari data tersebut granul dengan kelembaban tinggi pada F4 sedangkan terendah pada F1.

Tabel 5.13 Hasil kelembaban granul

Formula	Kelembaban granul (%)
1	0,56
2	1,3
3	0,86
4	1,44
5	0,98
6	0,73

5.6 Hasil Pencetakan Tablet

Granul yang telah dihasilkan melalui proses granulasi basah dikempa dengan bahan tambahan lainnya untuk dibuat menjadi tablet. Hasil tablet yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.7 di bawah ini.



Gambar 5.7 Gambar tablet yang dihasilkan

5.7 Hasil Evaluasi Tablet

a. Keseragaman Bobot Tablet

Hasil rata-rata keseragaman bobot tablet dapat dilihat pada tabel 5.14, data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Dan dari keenam formula yaitu F1,

F2, F3, F4, F5 dan F6 memenuhi persyaratan rentang keseragaman bobot terlihat pada Tabel 5.14. Hasil uji LSD keseragaman bobot dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.14 Rata-rata keseragaman bobot tablet

Formula	Rata-rata keseragaman bobot
1	730,5 ± 6,05
2	731,5 ± 8,13
3	732 ± 6,96
4	732 ± 6,96
5	734,5 ± 6,86
6	735 ± 6,7

Tabel 5.15 Rentang keseragaman bobot

Formula	Batas Bawah A (5%)	Batas Atas A (5%)	Batas Bawah B (10%)	Batas Atas B (10%)
700 mg	665	735	630	770

Tabel 5.16 Hasil uji LSD keseragaman bobot

Formula	1	2	3	4	5	6
1	-	BTB	BTB	BTB	BTB	BB
2	BTB	-	BTB	BTB	BTB	BTB
3	BTB	BTB	-	BTB	BTB	BTB
4	BTB	BTB	BTB	-	BTB	BTB
5	BTB	BTB	BTB	BTB	-	BTB
6	BB	BTB	BTB	BTB	BTB	-

BB = Berbeda Bermakna

BTB = Berbeda Tidak Bermakna

b. Kekerasan Tablet

Dari Tabel 5.17 dapat dilihat bahwa kekerasan tablet dari tiap formula bervariasi. Tablet dengan kekerasan tertinggi yaitu pada F4 dan dengan kekerasan terendah pada F3. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Hasil uji LSD kekerasan tablet dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.17 Rata-rata kekerasan tablet

Formula	Rata-rata kekerasan tablet
1	6,05 ± 0,5
2	5,25 ± 0,68
3	5,1 ± 0,58
4	6,3 ± 0,26
5	5,45 ± 0,64
6	5,3 ± 0,59

Tabel 5.18 Hasil uji LSD kekerasan tablet

Formula	1	2	3	4	5	6
1	-	BB	BB	BTB	BB	BB
2	BB	-	BTB	BB	BTB	BTB
3	BB	BTB	-	BB	BTB	BTB
4	BTB	BB	BB	-	BB	BB
5	BB	BTB	BTB	BB	-	BTB
6	BB	BTB	BTB	BB	BTB	-

BB = Berbeda Bermakna

BTB = Berbeda Tidak Bermakna

c. Kerapuhan Tablet

Hasil kerapuhan tablet dapat dilihat pada Tabel 5.19, untuk F1-F6 memenuhi persyaratan kerapuhan tablet. Dimana F3 dan F6 memiliki nilai kerapuhan tablet yang lebih tinggi dibandingkan dengan F1, F2, F4 dan F5. Hasil uji LSD kerapuhan tablet dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5.19 Rata-rata kerapuhan tablet

Replikasi	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	0,49	0,70	0,80	0,55	0,77	0,96
2	0,55	0,75	0,76	0,60	0,75	0,90
3	0,65	0,72	0,77	0,54	0,64	0,74
Rata-rata	0,56 ±	0,72 ±	0,78 ±	0,56 ±	0,72 ±	0,87 ±
± SD	0,08	0,03	0,02	0,03	0,07	0,11

Tabel 5.20 Hasil uji LSD kerapuhan tablet

Formula	1	2	3	4	5	6
1	-	BB	BB	BTB	BB	BB
2	BB	-	BTB	BB	BTB	BB
3	BB	BTB	-	BB	BTB	BTB
4	BTB	BB	BB	-	BB	BB
5	BB	BTB	BTB	BB	-	BB
6	BB	BB	BTB	BB	BB	-

BB = Berbeda Bermakna

BTB = Berbeda Tidak Bermakna

d. Waktu Hancur Tablet

Hasil evaluasi waktu hancur tablet dapat dilihat pada Tabel 5.21 dimana F3 dan F6 memiliki waktu hancur yang lebih lama dibandingkan dengan F1, F2, F4 dan F5 tetapi masih memenuhi persyaratan waktu hancur. Hasil uji LSD waktu hancur tablet dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5.21 Rata-rata waktu hancur tablet

Formula	Rata-rata waktu hancur tablet
1	4.63 ± 0,36
2	6.36 ± 0,66
3	8.38 ± 0,86
4	4.64 ± 0,76
5	6.76 ± 0,77
6	10.03 ± 0,39

Tabel 5.22 Hasil uji LSD waktu hancur

Formula	1	2	3	4	5	6
1	-	BB	BB	BTB	BB	BB
2	BB	-	BB	BB	BTB	BB
3	BB	BB	-	BB	BB	BB
4	BTB	BB	BB	-	BB	BB
5	BB	BTB	BB	BB	-	BB
6	BB	BB	BB	BB	BB	-

BB = Berbeda Bermakna

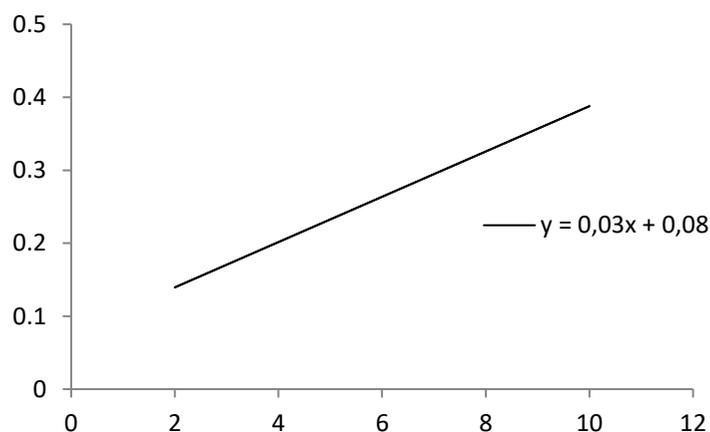
BTB = Berbeda Tidak Bermakna

e. Disolusi Tablet

Untuk mengetahui kadar zat aktif yang terlepas dari sediaan maka diuji disolusi dengan membuat kurva baku terlebih dahulu untuk mencari

persamaan regresi liniernya. Kurva baku dapat dilihat pada Grafik 5.1 dengan persamaan regresi liniernya yaitu $y = 0,03x + 0,08$ dengan $r = 0,972$. Sedangkan hasil uji disolusi tablet parasetamol dapat dilihat pada Tabel 5.23. Data disolusi selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Grafik 5.1 Kurva baku



Tabel 5.23. Data hasil uji disolusi tablet parasetamol

Formula	% Terdisolusi	Persyaratan
1	53,97 ± 21,81	Tidak Memenuhi
2	59,58 ± 23,77	Memenuhi
3	60,51 ± 24,14	Memenuhi
4	57,93 ± 21,43	Tidak Memenuhi
5	57,1 ± 24,23	Memenuhi
6	62,72 ± 27,92	Memenuhi

Tabel 5.24. Hasil uji LSD disolusi tablet

Formula	1	2	3	4	5	6
1	-	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB
2	BTB	-	BTB	BTB	BTB	BTB
3	BTB	BTB	-	BTB	BTB	BTB
4	BTB	BTB	BTB	-	BTB	BTB
5	BTB	BTB	BTB	BTB	-	BTB
6	BTB	BTB	BTB	BTB	BTB	-

BTB = Berbeda Tidak Bermakna

BAB VI

PEMBAHASAN PENELITIAN

6.1 Determinasi Bonggol Pisang Kepok

Untuk memperoleh hasil yang signifikan dan terpercaya determinasi bonggol pisang kepok dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Ahmad Dahlan. Hasil determinasi bonggol pisang kepok seperti pada Lampiran 1. Berdasarkan hasil penelitian tersebut yang diteliti adalah benar-benar bonggol pisang kepok mempunyai nama ilmiah *Musa acuminata* Colla.

6.2 Pembuatan Pati Bonggol Pisang Kepok

Pati adalah salah satu produk yang dihasilkan dari bonggol pisang. Pati terdiri dari dua senyawa polimer glukosa yaitu amilosa dan amilopektin (Suarni, 2013). Pada awal penelitian dilakukan ekstraksi pati bonggol pisang kepok menggunakan media air sebagai bahan pengekstrak yang aman digunakan oleh masyarakat luas.

Untuk mencegah terjadinya *browning* enzimatis saat ekstraksi, pati bonggol pisang direndam dengan zat pemutih dari jenis senyawa antioksidan yaitu asam askorbat dengan konsentrasi 1000 ppm selama 1 jam sehingga dapat dihasilkan rendemen pati dengan derajat putih yang tinggi. Rendemen pati bonggol pisang kepok yang dihasilkan adalah 4,2%.

Asam askorbat dapat mencegah terjadinya *browning* enzimatis karena mempunyai sifat pereduksi yang kuat dan bersifat asam. Sifat pereduksi yang kuat

akan menghambat kerja enzim fenolase. Enzim ini akan mengubah senyawa fenolik sebagai substrat yang ada pada bahan.

Penambahan asam askorbat juga akan mengubah suasana bahan menjadi asam dengan begitu akan mencegah proses pencoklatan enzimatis (Budi Arsih, 2007). Asam askorbat memiliki aktivitas tinggi sebagai inhibitor proses *browning* enzimatis karena kemampuannya mereduksi quinon kembali menjadi senyawa fenol (Schuler, 1990).

6.3 Pembuatan Modifikasi Pati

Pati termodifikasi (*modified starch*) adalah pati yang diberi perlakuan tertentu yang bertujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik (Wurzburg, 1989). Pati termodifikasi adalah pati yang gugus OH-nya telah mengalami perubahan reaksi (Munawaroh, 1998). Dengan mengubah struktur termasuk gugus OH secara terkendali dapat meningkatkan dan memperluas aplikasinya. Menurut Charalambous (1995), menyatakan bahwa amilosa dan amilopektin yang terkandung dalam pati mempunyai perbedaan pada sifat kelarutannya dalam air. Pada granula pati, amilosa dan amilopektin tersusun dengan arah radial pada bentuk yang konsentrik. Amilosa tersusun dengan kompak pada daerah kristalin dan amilosa sulit terlarut dan tidak stabil dalam air, membentuk agregat dan akan mengalami pengerasan (retrogadasi) tidak seperti amilopektin. Amilopektin tersusun pada daerah *amorf* dengan ikatan yang lebih lemah sehingga lebih stabil dalam air (D'Appolonia dkk., 1971).

Modifikasi pati dari bonggol pisang kepok dapat memberikan mutu fisik pati yang baik karena jika dilihat dari segi pati nya ketika disuspensi dengan air yang dipanaskan maka terjadi pengembangan yang diikuti pembengkakan granul pati.

Pembengkakan ini terjadi jika energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari gaya tarik menarik antar molekul pati di dalam granula sehingga air dapat masuk ke butir-butir pati dan pecah yang menyebabkan struktur kristal hilang dan molekul amilosa yang lebih kecil keluar dari granula, membentuk jaringan yang menahan air dan meningkatkan viskositas. Dari hal tersebutlah yang dapat mengubah sifat-sifat psikokimia dan rheologi pati sehingga memberikan mutu fisik pati yang baik (Winarno, 1997).

Pada penelitian ini menggunakan modifikasi pregelatinasi dan modifikasi *heat moisture treatment*. Alasan pemilihan modifikasi pregelatinasi karena pati pregelatinasi sifatnya lebih baik dibandingkan dengan pati alami, pati pregelatinasi tidak lagi memiliki penampakan granula pati karena telah mengalami gelatinisasi dan mekanisme aksinya dengan cara pengembangan (*swelling*) (Sulaiman, 2007). Sedangkan alasan pemilihan modifikasi *heat moisture treatment* dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat pati tanpa mengubah penampakan granula (Stute, 1992) dan menyebabkan kenaikan *swelling power* dan *solubility* (Adebowale dkk., 2005).

Perbedaan antar kedua modifikasi tersebut yaitu pada proses modifikasinya. Pada modifikasi pregelatinasi dengan perlakuan air dengan cara pemanasan sampai suhu gelatinisasi 60°C menyebabkan granula pati mengembang akibat adanya hidrolisis pada pati sehingga tablet yang akan dihasilkan nanti lebih mudah hancur. Dengan mudah hancurnya tablet, maka waktu hancur yang dibutuhkan juga lebih cepat (Sulaiman, 2007). Hidrolisis pada pati yaitu ikatan hidrogen yang menstabilkan struktur *double heliks* dalam kristal terputus sehingga ikatan hidrogen tergantikan

oleh air yang menyebabkan suatu granul pati mengembang (Herawati, 2009). Pada modifikasi *heat moisture treatment* dengan perlakuan panas pada suhu di atas suhu gelatinisasi (80-120°C) (Collado et al., 2001) menyebabkan struktur kristalin amilosa lebih kuat dalam granula. Selama proses HMT, ikatan *double heliks* rantai amilopektin samping terbentuk sehingga mengakibatkan peningkatan kristalisasi dan mengurangi sifat hidrasi (Qingjie *et al.*, 2013).

6.4 Evaluasi Serbuk Pati

a. Organoleptis

Pengamatan organoleptis merupakan proses karakterisasi awal yang bertujuan untuk memeriksa kesesuaian warna, bau, rasa dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh Farmakope Indonesia edisi IV.

Hasil pengamatan organoleptis dapat dilihat pada Tabel 5.1 yang menunjukkan pati alami dan pati termodifikasi berwarna putih, tidak berbau dan tidak berasa. Hal ini telah sesuai dengan syarat mutu pati yang tertera dalam Farmakope Indonesia edisi IV.

b. Kecepatan alir

Kecepatan alir adalah kecepatan yang diperlukan granul dalam waktu tertentu untuk mengalir dalam suatu alat (Ann, 2013). Hasil evaluasi kecepatan alir dengan tiga kali pengulangan dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan menunjukkan ketiganya memenuhi persyaratan yaitu tidak kurang dari 10 g/detik (Carstensen dan Chan, 1977).

Hasil evaluasi kecepatan alir pada modifikasi pati pregelatinasi sebesar 7,86 g/detik \pm 0,19, modifikasi HMT sebesar 7,55 g/detik \pm 0,14 dan pati alami sebesar 5,65 g/detik \pm 0,15. Pada hasil evaluasi tersebut kecepatan alir pati alami lebih rendah dibandingkan pati termodifikasi. Pati alami mempunyai kecepatan alir yang lebih rendah dibandingkan pati termodifikasi dikarenakan kelembaban yang dihasilkan pati alami tinggi, dan kelembaban tersebut dapat berpengaruh terhadap kecepatan alir yang dihasilkan (Voigt, 1995).

Modifikasi pati berpengaruh terhadap kecepatan alir serbuk pati karena pada modifikasi pregelatinasi adanya pemanasan yang mengakibatkan serbuk pati menyerap air, sehingga mengembang akibat ikatan hidrogen yang melemah dan pati yang mengalami pemecahan yang membentuk ukuran yang lebih sehingga memiliki sifat alir dan kompaktilitas yang baik (Sulaiman, 2007). Dan pada modifikasi *heat moisture treatment* menyebabkan kenaikan *sweeling power* sehingga menghasilkan karakteristik lebih baik daripada yang tidak memperoleh perlakuan seperti pati alami (Adebowale dkk., 2005).

Untuk hasil uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.000 < 0,05$ berarti terdapat perbedaan bermakna antar ketiga pati tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* LSD. Uji ini dilakukan untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Hasil dari uji LSD dapat dikatakan berbeda bermakna saat nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil dari uji LSD antar ketiga pati dapat dilihat pada Tabel 5.3. dan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.1. Pada Tabel 5.3 tersebut Formula 1 berbeda bermakna dengan Formula 2, Formula 1 berbeda bermakna dengan Formula 3, dan Formula 2 berbeda tidak bermakna

atau sama dengan Formula 3. Artinya pati yang termodifikasi berpengaruh terhadap kecepatan alir pati, dimana pati termodifikasi pregelatinasi mempunyai kecepatan alir yang lebih cepat dibandingkan pada pati termodifikasi HMT.

c. Sudut diam

Sudut diam adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui kohesifitas partikel campuran serbuk (Voigt, 1995). Serbuk pati hasil evaluasi kecepatan alir dapat diukur tinggi dan diameter kerucutnya agar didapatkan sudut diam suatu serbuk. Untuk sifat alir yang baik jika memiliki sudut diam yang $\leq 30^\circ$ dan sudut diam $\geq 40^\circ$ menunjukkan hasil yang kurang baik (Banker & Anderson, 1994).

Hasil evaluasi sudut diam pati dapat dilihat pada tabel 5.4. Berdasarkan hasil evaluasi didapatkan ketiga pati tersebut memenuhi persyaratan sudut diam $\leq 30^\circ$ yaitu pada pati alami $27,2^\circ \pm 0,65$, pada modifikasi pregelatinasi $21,69^\circ \pm 1,24$ dan pada modifikasi HMT $20,08^\circ \pm 3,60$. Dilihat dari nilai sudut diam modifikasi HMT lebih baik dibandingkan dengan formula lain. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa pati alami memiliki nilai sudut diam yang lebih besar dikarenakan pati alami memiliki ukuran partikel yang kecil yang dapat mengurangi kecepatan alir sehingga sudut diam yang terbentuk semakin besar (Candra, 2008).

Pada pati yang termodifikasi memiliki sifat alir yang lebih baik dikarenakan gaya kohesi antar partikelnya (Voigt, 1995). pati termodifikasi berpengaruh terhadap sudut diam karena pati yang termodifikasi pregelatinasi terjadi perubahan ukuran dan bentuk partikel mulai dari keadaan *amorf* atau tidak teratur menjadi keadaan yang lebih teratur yang mana semakin teratur bentuk

partikel maka semakin baik sifat alirnya (Adebowale, 2003). Pada pati yang termodifikasi *heat moisture treatment* terjadi perubahan karakteristik pati karena selama proses modifikasi terbentuk kristal baru atau proses rekristalisasi dan penyempurnaan struktur kristalin pada granula pati, perubahan molekul tersebut berdampak nyata terhadap sifat rheologi pati. Untuk mekanisme aksi dengan cara pengembangan (*swelling*) (Sulaiman, 2007).

Untuk hasil uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.019 < 0,05$ berarti terdapat perbedaan bermakna antar ketiga pati tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* LSD. Uji ini dilakukan untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Hasil dari uji LSD dapat dikatakan berbeda bermakna saat nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil dari uji LSD antar ketiga pati dapat dilihat pada Tabel 5.5. dan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.2. Pada Tabel 5.5 tersebut Formula 1 berbeda bermakna dengan Formula 2, Formula 1 berbeda bermakna dengan Formula 3, dan Formula 2 berbeda tidak bermakna atau sama dengan Formula 3. Artinya pati yang termodifikasi berpengaruh terhadap sudut diam pati, dimana pati termodifikasi HMT mempunyai sudut diam yang lebih kecil dibandingkan pada pati termodifikasi pregelatinasi.

d. *Tap density*

Tap density berpengaruh terhadap nilai kompresibilitas, dimana proses pembuatan tablet salah satunya terdiri dari proses pengempaan serbuk atau kompresibilitas yang bertujuan untuk mengubah massa serbuk yang tidak berikatan menjadi suatu bentuk kesatuan sediaan padat tunggal (Bayu dkk., 2017). Pada Tabel 5.6 hasil evaluasi *tap density* menunjukkan bahwa modifikasi

pati pregelatinasi memiliki nilai yang lebih tinggi $0,7 \text{ g/mL} \pm 0,03$ daripada modifikasi pati HMT $0,65 \text{ g/mL} \pm 0,06$ dan pati alami $0,59 \text{ g/mL} \pm 0,07$.

Semakin tinggi nilai *tap density* maka semakin mampat granul sehingga semakin baik nilai kompresibilitas granul (Aulton, 2001). Pati termodifikasi dapat meningkatkan nilai kompresibilitas karena pati yang termodifikasi terbentuk dari proses penyatuan partikel-partikel serbuk sehingga menghasilkan pati dengan ukuran yang lebih besar yang disebut granul yang jika dikempa memberikan daya kompresibilitas yang baik (Hastuti, 2008).

Untuk hasil uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.119 > 0,05$ berarti tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar ketiga pati tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* LSD. Uji ini dilakukan untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Hasil dari uji LSD dapat dikatakan berbeda bermakna saat nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil dari uji LSD antar ketiga pati dapat dilihat pada Tabel 5.7. dan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.3. Pada Tabel 5.7 tersebut Formula 1 berbeda bermakna dengan Formula 2, Formula 1 berbeda tidak bermakna atau sama dengan Formula 3, dan Formula 2 berbeda tidak bermakna atau sama dengan Formula 3. Artinya pati yang termodifikasi berpengaruh terhadap *tap density* pati, dimana pati termodifikasi pregelatinasi mempunyai nilai *tap density* yang lebih tinggi dibandingkan pada pati termodifikasi HMT maupun pati alami.

e. Kelembaban

Evaluasi kelembaban dilakukan untuk melihat kandungan air dalam granul. Kandungan air yang terlalu tinggi menyebabkan granul tidak dapat mengalir

dengan baik saat pengempaan, sedangkan kandungan air yang terlalu rendah menyebabkan tablet menjadi rapuh karena daya ikat antar partikel di dalam tablet rendah. Hasil evaluasi kelembaban atau *moisture content* dapat dilihat pada Tabel 5.8. Dari tabel tersebut kelembaban pati yang lebih tinggi adalah pati alami dengan kelembaban $4,53 \pm 0,64$, selanjutnya modifikasi pati pregelatinasi dan HMT masing-masing $3,95 \pm 0,64$ dan $3,58 \pm 0,52$. Ketiga pati tersebut memenuhi persyaratan yaitu dengan kandungan lembab $< 5\%$ akan stabil dan baik pada saat penyimpanan (Rowe *et al.*, 2009). Dilihat dari hasil yang didapatkan modifikasi HMT lebih baik dibandingkan dengan formula yang lain.

Untuk hasil uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.234 > 0,05$ berarti tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar ketiga pati tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* LSD. Uji ini dilakukan untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Hasil dari uji LSD dapat dikatakan berbeda bermakna saat nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil dari uji LSD antar ketiga pati dapat dilihat pada Tabel 5.9. dan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.4. Pada Tabel 5.9 tersebut Formula 1 berbeda tidak bermakna atau sama dengan Formula 2 dan Formula 3. Artinya pati yang termodifikasi tidak berpengaruh terhadap kelembaban pati, tetapi untuk hasil kelembaban paling rendah yaitu pada pati termodifikasi HMT dibandingkan pada pati termodifikasi pregelatinasi maupun pati alami.

6.5 Pembuatan Granul Dengan Granulasi Basah

Sebagai tahap awal pembuatan tablet yaitu pembuatan granul dengan menggunakan metode granulasi basah. Metode granulasi basah dipilih karena bahan aktif dalam pembuatan tablet ini memiliki sifat alir yang kurang baik. Sifat alir yang kurang baik dapat diperbaiki dengan pembentukan granul (proses granulasi). Pembuatan granul dimulai dengan mencampurkan parasetamol, laktosa, modifikasi pati bonggol pisang kepok, lalu dibasahi dengan gelatin sebagai larutan pengikat. Pencampuran bertujuan untuk memperoleh campuran homogen antar partikel-partikel penyusunnya. Kemudian campuran yang dihasilkan diayak dengan ayakan Mesh 20.

Granul yang telah diayak dikeringkan dalam oven dengan menggunakan suhu 60°C sampai granul kering. Tujuan dilakukan pengeringan granul adalah untuk menghilangkan pelarut yang dipakai pada pembentukan granul dan untuk mengurangi kelembaban sampai pada tingkat yang optimum yaitu 5% (Lachman et al., 2008). Granul yang telah dikeringkan, kemudian diayak dengan ayakan Mesh 20. Adapun tujuan dari pengayakan yaitu agar dihasilkan ukuran granul yang homogen. Granul yang telah diayak kemudian ditambahkan bahan pelicin yaitu magnesium stearat dan dievaluasi mutu fisik granul dari masing-masing formula.

6.6 Evaluasi Granul

a. Kecepatan alir

Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur kecepatan aliran sebuah granul saat melalui corong. Evaluasi kecepatan alir sangat penting karena berhubungan dengan keseragaman pengisian ruang cetakan yang akan mempengaruhi keseragaman bobot (Resky dkk., 2016).

Berdasarkan hasil evaluasi kecepatan alir granul yang dilakukan tiga kali pengulangan menunjukkan bahwa keenam formula granul memiliki kecepatan alir yang memenuhi syarat yaitu < 10 g/detik (Carstensen dan Chan, 1977). Ini membuktikan bahwa interaksi bahan penghancur tidak memberikan gangguan kecepatan alir pada granul. Tabel kecepatan alir granul dapat dilihat pada Tabel 5.10 yang menunjukkan bahwa kecepatan alir paling cepat pada Formula 3 dengan modifikasi pregelatinasi konsentrasi 15% dengan nilai $7,59 \pm 0,04$ dan kecepatan alir paling lambat pada Formula 4 dengan modifikasi HMT konsentrasi 5% dengan nilai $7,91 \pm 0,03$. Hal tersebut dikarenakan adanya bahan penghancur yang ditambahkan. Dimana bahan penghancur tersebut juga bisa sebagai bahan pelicin untuk mengurangi friksi atau gesekan antar partikel sehingga kecepatan alir menjadi cepat (Ainurofiq & Nailatul, 2016). Untuk hasil uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.000 < 0,05$ berarti terdapat perbedaan bermakna antar semua formula.

b. Sudut diam

Sudut diam merupakan sudut terbentuk antara serbuk yang bebentuk kerucut dengan bidang datar (Siregar & Wikarsa, 2010). Sudut diam termasuk dalam

rangkaian uji kecepatan alir. Persyaratan sudut diam granul yang baik yaitu antara 20° - 45° (Sinko, 2011). Semakin kecil nilai sudut diam semakin baik sifat alir granul sehingga tablet memiliki keseragaman bobot yang homogen.

Hasil evaluasi sudut diam dapat dilihat pada Tabel 5.11 pada Formula 2, Formula 3, Formula 5, dan Formula 6 memenuhi persyaratan sehingga granul pada formula tersebut memiliki kecepatan alir yang baik dan dapat mengalir bebas. Pada Formula 1 dan Formula 4 tidak memenuhi persyaratan sudut diam karena $< 20^{\circ}$. Nilai sudut diam granul pada Formula 6 tertinggi yaitu $21,23 \pm 1,02$ dengan modifikasi HMT konsentrasi 15% dan nilai sudut diam granul pada Formula 4 terendah yaitu $19,35 \pm 0,19$ dengan modifikasi HMT konsentrasi 5%. Hal tersebut diduga terjadi akibat penggunaan bahan penghancur dengan konsentrasi yang berbeda menghasilkan sudut diam granul yang berbeda. Dimana penggunaan bahan penghancur dengan konsentrasi 5% memiliki sudut diam yang paling kecil. Dimana semakin kecil sudut diam maka sifat alir granul menjadi semakin besar dan hal ini menyebabkan granul menjadi lebih cepat mengalir (Chowhan, 1980). Selain itu, karena faktor kandungan lembab. Bila kandungan lembab granul tinggi, maka sudut diam granul menjadi semakin kecil. Hal ini disebabkan karena dengan adanya lembab maka ikatan antar partikel menjadi kuat sehingga granul yang dihasilkan semakin cepat untuk bergerak turun (Wadke & Jacobson, 1980). Untuk hasil uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.015 < 0,05$ berarti terdapat perbedaan bermakna antar semua formula.

c. *Tap density*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan granul dalam mengisi ruang antarpartikel. Indeks pemampatan kurang dari 20% akan memiliki sifat alir granul yang baik (Sulaiman, 2007).

Hasil evaluasi *tap density* granul dilihat pada Tabel 5.12. Nilai *tap density* tertinggi pada Formula 6 sebesar $0,7 \pm 0,04$ dengan modifikasi HMT konsentrasi 15% dan nilai *tap density* terendah pada Formula 4 sebesar $0,63 \pm 0,05$ dengan modifikasi HMT konsentrasi 5%. Hal tersebut dikarenakan penambahan bahan penghancur indeks pengetapan yang dihasilkan cenderung semakin besar (Ainurofiq, 2016), dan jika bahan penghancur yang ditambahkan semakin sedikit maka menyebabkan jumlah fines lebih kecil sehingga terdapat sedikit rongga-rongga pada granul, hal ini menyebabkan granul lebih mudah dimampatkan (Gordon *et al.*, 1989).

Semakin rendah nilai *tap density* maka semakin mampat granul sehingga semakin baik nilai kompresibilitas granul (Aulton, 2001). Kompresibilitas merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kemampuan serbuk atau granul untuk menjadi bentuk lebih stabil jika mendapat tekanan, yaitu mudah menyusun diri pada saat memasuki ruang cetak kemudian mengalami deformasi menjadi bentuk yang mampat dan akhirnya menjadi massa yang kompak (Lachman *et al.*, 2008). Untuk uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.125 > 0,05$ berarti tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada semua formula.

d. Kelembaban

Uji kelembaban granul dilakukan untuk melihat kandungan air dalam granul. Dengan adanya kandungan lembab, ikatan partikel akan menjadi kuat sehingga akan berpengaruh terhadap kekerasan, kerapuhan, dan waktu hancur tablet yang dihasilkan. Kandungan air yang terlalu tinggi pada granul dapat menyebabkan granul tidak dapat mengalir dengan baik pada saat pencetakan tablet atau susah untuk dikompresi karena massa lengket pada mesin cetak sehingga tablet mengalami *capping*. Sedangkan jika kandungan air terlalu rendah akan menyebabkan tablet menjadi rapuh karena daya ikat antar partikel di dalam tablet rendah.

Pada Tabel 5.13 dapat dilihat hasil evaluasi kelembaban granul tertinggi oleh Formula 4 dan nilai kelembaban granul terendah oleh Formula 1. Semakin tinggi persentase kelembaban atau *moisture content* maka semakin tinggi kadar air yang hilang sehingga semakin kering granul. Granul yang kering menyebabkan granul akan mudah mengalir sehingga kecepatan alir bertambah (Wilda, 2012).

6.7 Pencetakan Tablet

Pada pencetakan tablet diperlukan bahan tambahan yang berfungsi sebagai bahan pengisi, bahan penghancur, bahan pengikat dan bahan pelicin (Fufholi, 1983). Penambahan bahan penghancur sangat penting dalam pembuatan tablet karena bahan penghancur berfungsi untuk memudahkan pecahnya atau hancurnya tablet ketika berkontak dengan cairan saluran pernafasan serta bahan penghancur dimaksudkan

untuk menarik air masuk dalam tablet sehingga memudahkan hancurnya tablet dalam medium cair sehingga dapat pecah menjadi granul atau partikel penyusunnya. Pada pembuatan tablet ini menggunakan bahan penghancur pati bonggol pisang kepok.

6.8 Evaluasi Tablet

a. Keseragaman bobot

Keseragaman bobot mempengaruhi keseragaman takaran dan dosis obat untuk mencapai tujuan terapi yang diinginkan (Lieberman *et al.*, 1989). Keseragaman bobot dapat dipengaruhi oleh sifat alir bahan. Sifat alir bahan yang baik akan mengisi ruang cetak dengan baik selama proses pencetakan tablet. Melalui modifikasi pati akan dihasilkan pati dengan sifat alir yang lebih baik (Patel, 2009).

Dilihat dari Tabel 5.15 menunjukkan bahwa semua formula memenuhi persyaratan ketentuan keseragaman bobot tablet dimana tablet dengan bobot 300 mg tidak boleh lebih dari 2 tablet yang menyimpang lebih dari 5% dan tidak boleh satupun tablet yang bobotnya menyimpang lebih dari 10% dari bobot rata-ratanya (Dirjen POM., 1979). Dilihat dari Tabel 5.14 menunjukkan bahwa semua formula memenuhi persyaratan sehingga tablet parasetamol dengan bahan penghancur pati bonggol pisang kepok yang termodifikasi memiliki bobot yang seragam.

Untuk hasil uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.353 > 0,05$ berarti perbedaan konsentrasi bahan penghancur, perbedaan metode modifikasi pati tidak berpengaruh pada keseragaman bobot tablet. Selanjutnya dilakukan

analisis *post hoc* LSD. Uji ini dilakukan untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Hasil dari uji LSD dapat dikatakan berbeda bermakna saat nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil dari uji LSD antar semua formula dapat dilihat pada Tabel 5.16. dan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.1. Pada Tabel 5.16 tersebut Formula 1 berbeda tidak bermakna atau sama dengan Formula 2,3,4,5 dan Formula 1 berbeda bermakna dengan Formula 6. Artinya perbedaan konsentrasi bahan penghancur yang ditambahkan pada masing-masing modifikasi pati berpengaruh terhadap keseragaman bobot tablet, dapat dilihat juga pada hasil kecepatan alir granul bahwa semakin besar konsentrasi bahan penghancur yang ditambahkan maka semakin cepat kecepatan alir granul. Kecepatan alir sendiri berpengaruh terhadap keseragaman pengisian ruang cetakan yang akan mempengaruhi keseragaman bobot (Resky dkk., 2016).

b. Kekerasan tablet

Tablet harus mempunyai kekuatan atau kekerasan tertentu agar dapat bertahan terhadap berbagai guncangan mekanik pada saat pembuatan dan pengepakan. Kekerasan tablet dapat mempengaruhi kerapuhan dan waktu hancur tablet, pada umumnya semakin keras tablet maka akan semakin rendah persentase kerapuhan. Tablet tidak bersalut harus mempunyai kekerasan 4-8 kg (Parrot, 1970 : 82).

Data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.17 yang menunjukkan bahwa semua formula memenuhi persyaratan kekerasan tablet tersebut. Pada Formula 4 dengan menggunakan modifikasi HMT dengan konsentrasi 5% memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi daripada formula lain yaitu sebesar $6,3 \pm 0,26$,

dikarenakan pada formula tersebut memiliki konsentrasi yang lebih rendah dari formula yang lain yaitu 5% yang mana semakin besar konsentrasi bahan penghancur maka akan menurunkan kekerasan tablet meskipun tekanan kompresinya sama.

Uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.013 < 0,05$ berarti terdapat perbedaan yang bermakna antar formula. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* LSD. Uji ini dilakukan untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Hasil dari uji LSD dapat dikatakan berbeda bermakna saat nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil dari uji LSD antar semua formula dapat dilihat pada Tabel 5.18. dan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.2. Pada Tabel 5.18 tersebut Formula 1 berbeda bermakna dengan Formula 2,3,5,6, Formula 2 berbeda bermakna dengan Formula 1,4, Formula 3 berbeda bermakna dengan Formula 1,4, Formula 4 berbeda bermakna dengan Formula 2,3,5,6, Formula 5 berbeda bermakna dengan Formula 1,4, Formula 6 berbeda bermakna dengan Formula 1,4. Artinya perbedaan konsentrasi bahan penghancur yang ditambahkan berpengaruh terhadap kekerasan tablet, dapat dilihat juga pada nilai *tap density* granul yang dihasilkan, dimana semakin kecil konsentrasi bahan penghancur yang ditambahkan maka semakin kecil pula nilai *tap density* yang dihasilkan sehingga semakin mampat granul sehingga tablet yang dihasilkan semakin keras.

c. Kerapuhan tablet

Evaluasi kerapuhan dilakukan untuk mengetahui ketahanan tablet terhadap guncangan yang terjadi selama proses pembuatan, pengemasan dan

pendistribusian. Pada evaluasi kerapuhan tablet menunjukkan semua formula memenuhi persyaratan kerapuhan tablet yaitu 0,5 sampai 1% (Banker & Anderson, 1994) dan sebaiknya tidak melebihi 0,8% (Voigt, 1995).

Pada Tabel 5.19 diketahui kerapuhan tablet tertinggi adalah Formula 6 sebesar $0,87 \pm 0,11$. Kerapuhan tablet terendah pada Formula 4 dengan modifikasi HMT dengan konsentrasi 5% sebesar $0,56 \pm 0,03$, hal tersebut disebabkan konsentrasi bahan penghancur kedua formula tersebut lebih besar yaitu 15%. Semakin besar konsentrasi bahan penghancur yang digunakan maka tablet akan semakin rapuh (Saifullah, 2007). Hal ini disebabkan karena meningkatnya jumlah fines yang dihasilkan dari bahan penghancur sehingga tablet yang dihasilkan menjadi mudah rapuh dan geripis (Ansel dkk, 1999 : 245). Kerapuhan berkaitan dengan kekerasan tablet, tablet dengan kekerasan tinggi maka akan mengurangi nilai kerapuhannya karena tablet dengan kekerasan tinggi tentu lebih kompak dan kekompakan ini akan menyebabkan tablet tidak mudah rusak akibat perlakuan pengujian (Khaidir, 2015).

Pada uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.001 < 0,05$ berarti terdapat perbedaan yang bermakna antar formula. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* LSD. Uji ini dilakukan untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Hasil dari uji LSD dapat dikatakan berbeda bermakna saat nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil dari uji LSD antar semua formula dapat dilihat pada Tabel 5.20. dan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.3. Pada Tabel 5.20 tersebut Formula 1 berbeda bermakna dengan Formula 2,3,5,6, Formula 2 berbeda bermakna dengan Formula 1,4,6, Formula 3 berbeda

bermakna dengan Formula 1,4, Formula 4 berbeda bermakna dengan Formula 2,3,5,6, Formula 5 berbeda bermakna dengan Formula 1,4,6, Formula 6 berbeda bermakna dengan Formula 1,2,4,6. Artinya perbedaan konsentrasi bahan penghancur yang ditambahkan berpengaruh terhadap kerapuhan tablet, dapat dilihat juga nilai kekerasan tablet yang dihasilkan. Semakin keras tablet yang dihasilkan maka kerapuhan tablet semakin rendah.

d. Waktu hancur tablet

Waktu hancur adalah waktu yang dibutuhkan sejumlah tablet untuk hancur menjadi granul/partikel penyusunnya. Waktu hancur dipengaruhi oleh kekerasan dan kerapuhan, serta formulasi yang digunakan pada produk tersebut. Pada hasil penelitian waktu hancur bisa disebabkan oleh faktor formulasi yaitu bahan jumlah atau konsentrasi penghancur yang digunakan (Yuslinadia, 2013). Waktu hancur dilakukan untuk menggambarkan lama tablet hancur dalam pencernaan. Tablet dinyatakan hancur jika terlarut dalam suatu medium penguji atau hancur menjadi banyak partikel serta sebagai kriteria evaluasinya adalah waktu (Voigt, 1995 : 224). Pada mekanisme aksi bahan penghancur yaitu jika tablet kontak dengan cairan maka cairan tersebut akan merembes ke dalam pori-pori tablet sehingga partikel akan mengembang dan tablet akan hancur dalam waktu yang lebih singkat. Waktu yang diperlukan untuk menghancurkan kelima tablet adalah tidak kurang dari 15 menit (Farmakope edisi V).

Berdasarkan tabel 5.21 semua formula memenuhi persyaratan waktu hancur yang dipersyaratkan. Formula 6 dengan modifikasi HMT konsentrasi 15% memiliki nilai waktu hancur yang lebih tinggi dari formula lain $10,03 \pm 0,39$.

Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi konsentrasi bahan penghancur maka waktu hancur menjadi semakin cepat. Dengan adanya bahan penghancur yang bercampur secara merata dalam tablet akan mengembang, sehingga menyebabkan granul penyusun tablet akan terdesak dan akhirnya tablet hancur (Sulaiman, 2007 : 89).

Uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.000 < 0,05$ berarti terdapat perbedaan yang bermakna antar semua formula. Selanjutnya dilakukan analisis *post hoc* LSD. Uji ini dilakukan untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Hasil dari uji LSD dapat dikatakan berbeda bermakna saat nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil dari uji LSD antar semua formula dapat dilihat pada Tabel 5.22. dan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.4. Pada Tabel 5.22 tersebut Formula 1 berbeda bermakna dengan Formula 2,3,5,6, Formula 2 berbeda bermakna dengan Formula 1,3,4,6, Formula 3 berbeda bermakna dengan Formula 1,2,4,5,6, Formula 4 berbeda bermakna dengan Formula 2,3,5,6, Formula 5 berbeda bermakna dengan Formula 1,3,4,6, Formula 6 berbeda bermakna dengan Formula 1,2,3,4,5. Artinya perbedaan konsentrasi bahan penghancur yang ditambahkan berpengaruh terhadap waktu hancur tablet, semakin besar konsentrasi bahan penghancur yang ditambahkan maka semakin cepat waktu hancur yang dihasilkan.

e. Disolusi tablet

Sebelum dilakukan uji disolusi, dilakukan pencarian panjang gelombang maksimum dan kurva baku dari parasetamol. Pada penelitian ini diperoleh panjang gelombang maksimum 241 nm dan dapat dilihat pada grafik 5.1

terdapat hubungan linier antara waktu dan peningkatan kadar parasetamol dengan persamaan kurva baku $y = 0,03x + 0,08$ dengan nilai $r = 0,972$. Dalam proses pencarian kurva baku tersebut digunakan metanol yang bertujuan untuk melarutkan zat aktif parasetamol agar dapat terbaca pada spektrofotometer UV.

Disolusi menggambarkan jumlah zat aktif yang terlarut dalam media disolusi, karena laju disolusi berhubungan dengan omset dan efikasi obat. Syarat disolusi tablet parasetamol yaitu dalam waktu 30 menit parasetamol harus terlarut tidak kurang dari 80% dari jumlah yang tertera pada etiket (Farmakope Indonesia edisi VI).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya Formula 2, 3, 5 dan 6 yang memenuhi syarat disolusi yaitu melepaskan zat aktif lebih dari 80% $C_8H_9NO_2$ pada menit ke 30. Sedangkan pada Formula 1 dan 4 tidak memenuhi syarat disolusi karena pada menit ke 30 pelepasan zat aktif kurang dari 80% $C_8H_9NO_2$. Nilai disolusi tertinggi pada Formula 6 yaitu dengan modifikasi HMT konsentrasi 15% sebesar $62,72 \pm 27,92$ dan nilai disolusi terendah pada Formula 1 yaitu dengan modifikasi pregelatinasi konsentrasi 5% sebesar $53,97 \pm 21,81$.

Ketidaksesuaian hasil uji disolusi tersebut karena nilai kerapuhan yang berbeda pada kedua modifikasi pati sebagai bahan penghancur dan tekanan kompresi tablet yang berbeda. Tablet yang keras dan tingkat kerapuhan rendah akan menghasilkan disolusi yang rendah begitu pula sebaliknya. Dalam menentukan hasil uji disolusi dapat dilakukan dengan cara % pelepasan. % pelepasan ini digunakan untuk mengetahui hasil kecepatan disolusi obat dalam

medium selama 30 menit. Semakin lama disolusi, semakin banyak pula zat aktif yang dilepaskan sehingga kadar meningkat.

Dapat dilihat pada Tabel 5.23 kecepatan disolusi F1-F6 dengan bahan penghancur menggunakan modifikasi pati HMT lebih besar dibandingkan dengan modifikasi pregelatinasi, karena hasil kerapuhan tablet dan waktu hancur tablet yang berbeda pada kedua modifikasi tersebut.

Uji statistik Anova satu arah menunjukkan $P=0.992 > 0,05$ berarti tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar semua formula. Tetapi setelah dilakukan analisis *post hoc* LSD. Uji ini dilakukan untuk mengetahui formula yang berbeda secara bermakna. Hasil dari uji LSD dapat dikatakan berbeda bermakna saat nilai signifikansinya $< 0,05$. Hasil dari uji LSD antar semua formula dapat dilihat pada Tabel 5.24. dan data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.5. Pada Tabel 5.24 tersebut antar Formula berbeda tidak bermakna atau sama. Artinya perbedaan konsentrasi bahan penghancur yang ditambahkan tidak berpengaruh terhadap disolusi tablet, dapat dilihat juga pada nilai waktu hancur yang dihasilkan. Nilai disolusi akan semakin tinggi jika waktu hancur yang dihasilkan juga tinggi.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Modifikasi pati secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment* dapat menghasilkan karakteristik pati yang baik dibandingkan dengan pati alami dilihat dari hasil evaluasi kecepatan alir, sudut diam dan *tap density*.
2. Formula tablet parasetamol menggunakan pati yang dimodifikasi secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment* sebagai bahan penghancur dengan konsentrasi 5% menghasilkan mutu fisik sediaan tablet yang lebih baik.
3. Terdapat perbedaan mutu tablet menggunakan modifikasi pati secara pregelatinasi dan *heat moisture treatment* dilihat dari hasil evaluasi yang didapatkan.

7.2 Saran

Disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk dapat mengembangkan obat-obat baru dengan *excipient* atau bahan tambahan dari pati bonggol pisang kepok yang telah termodifikasi serta lakukan uji keamanan dan toksisitas dari pati bonggol pisang kepok sebagai bahan tambahan tablet.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, G.N.V. & Widjaja, B. 2005. Pengaruh Prosentase Fines terhadap Kualitas Tablet Parasetamol. *Majalah Farmasi Airlangga*. Volume 5 Nomor 2.
- Adebowale, K. O., Olu-owolabi, B. I., Olayinka, O. O., Olayide, S. 2005. *Effect of Heat Moisture Treatment and Annealing on Physicochemical Properties of Red Sorghum Starch*, 4(9), 928–933.
- AOAC. 1995. Analysis of the Association of *Official Agriculture Chemistry*. In *Official Methods of Analysis, 16th Edition*. Gaithersburg, Maryland: AOAC International.
- Agoes, Goeswin. (2006). *Pengembangan Sediaan Farmasi*, ITB, Bandung.
- Alam F. & Abid H. 2009. Studies on Swelling and Solubility of Modified Starch from Taro (*Colocasia esculenta*) : *Effect of Ph and Temperature*, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74 (1), 45–50.
- Alebiowu, G., & Itiola O. A. 2003. *The Influence of Pregelatinized Starch Disintegrants on Interacting Variabels that Act on Disintegrant Properties*. Drug delivery, a Pharm Technol.
- Anief, M., 1994, *Farmasetika*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Anief, M., 2000, *Ilmu Meracik Obat Teori dan Praktek*, Cetakan ke sembilan, 169, 210-211, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ansel, H. C., 1989, *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*, Edisi IV. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Aparicio-Saguilan A, Flores-Huicochea E, Tovar J, Garcia-Suarez F, Guitierrez-Meraz F, Bello-Perez LA. 2005. Resistant starch rich-powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch: partial characterization. *Starch/Starke*. 57(9): 405-412.
- Arsih, Budi. 2007. Pemanfaatan Pati Bonggol Pisang Kepok Sebagai Alternatif Bahan Pengisi dalam Pembuatan Tablet Parasetamol dengan Metode Granulasi Basah. Jember.
- Asni. *Analisis Kandungan Pati Bonggol Pisang*. Aceh : Universitas Syiah Kuala. 2015
- Aulton, M. E. 2013. *The Design and Manufactured Of Medicine*. UK: Elsevier.
- Banakar, U. V. 1992. *Pharmaceutical Dissolution Testing*. Marcel Dekker Inc, New York.

- Banker dan Anderson, 1994, *teori dan praktek farmasi industry II*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Banks, W., & Greenwood, c.t. 1975. *Starch and Its Components*, John Wiley & Sons; New York.
- Candra, D. 2008. Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Tartrat Terhadap Sifat Fisik Dan Respon Rasa Tablet Effervescent Ekstrak Tanaman Ceplukan (*Physalis Angulata L.*), skripsi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Carstensen, J. T., & Chan, o. C. 1977. *Flow Rate And Repose Angles Of Wet Processed Granulations*, *Journal Pharmaceutical Science*, vol. 66, 1235-1238.
- Collado, L.S., Mabesa L.B., Oates C.G., Corice H. 2001. Bihon-Type Noodles from Heat Moisture Treated Sweet Potato Starch. *Journal of Food Science*, 66(4):604-609.
- Depkes RI. 1979. *Farmakope Indonesia*, Edisi III. Jakarta: Dirjen POM.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Farmakope Indonesia, Edisi IV, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta. 448, 515, 771, 1000.
- French, D. 1984. *Organization of Starch Granules*. Chemistry and Technology. 2nd ed. (pp):183-248. Academic Press Inc. Toronto. Tokyo.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in Food Industry*. Academia Press, New York.
- Greenwood, C. T., & D.N. Munro. 1979. Carbohydrates. Di dalam R.J. Priestley, ed. *Effects of Heat on Foodstufs*. Applied Science Publ. Ltd., London.
- Hill dan Kelley. 1942. *Organic Chemistry*. The Blakistan Co., Philadelphia, Toronto.
- Hodge, J.E. & E.M. Osman. 1976. *Carbohydrates*. Di dalam Food Chemistry. D.R. Fennema, ed. Macel Dekker, Inc. New York dan Basel.
- Jufri dkk. 2006. Studi Kemampuan Pati Biji Durian Sebagai Bahan Pengikat Dalam Tablet Ketoprofen Secara Granulasi Basah. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, volume 3, 78-86.
- Juheini, Iskandarsyah, Animar J.A., & Jenny. 2004. *Pengaruh Kandungan Pati Singkong Terpregelatinasi Terhadap Karakteristik Fisik Tablet Lepas Terkontrol Teofilin*. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol.1, No.1.
- Katzung, B.G., & Trevor, A. J. 1994. *Buku Farmakologi*, Penerbit buku kedokteran EGC, Jakarta.

- Lachman, L., Lieberman, H.A., Kaning, J.L. 1994. *Teori dan Praktek Farmasi*, Jilid I. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Leach, E.T., 1965. *Gelatinization of Starch*. In : Whistler, R.L. and Paschall, E.F. (eds). *Starch : Chemistry and Technology*, Vol I. Industrial Aspects. Academi Press. New York.
- Makfoeld, D. 1982. *Deskripsi Pengolahan Pisang*. Yogyakarta: Agritech.
- Mangal, M., Thakral, S., Goswani M., & Ghai. 2012. Superdisintegrant: An update review. *Akal College of Pharmacy and Technical Education Mastuana Sahib*, (Pb), 26-35.
- Maudi, f. 2008. *Pemanfaatan Bonggol Pisang Sebagai Bahan Pangan Alternatif Melalui Program Pelatihan Pembuatan Steak Dan Nugget Bonggol Pisang di Desa Cihideung Udik, Kabupaten Bogor*. Institute Pertanian Bogor: Program Kreativitas Mahasiswa.
- Moore, J. G. 1995. Drum dryers. In A. S. Mujumdar (Ed.), *Handbook of industrial drying* (2nd ed., pp. 249–262). New York: Marcel Dekker Inc.
- Muljohardjo, M. 1983. *Teknologi Pengolahan Pati, PAU Pangan dan Gizi*. UGM : Yogyakarta.
- Mutschler, E. 1991. *Dinamika Obat*, Edisi V, 88, Penerbit ITB, Bandung.
- Nofalina, Y. 2013. Pengaruh penambahan tepung terigu terhadap daya terima, kadar karbohidrat dan kadar serat kasar kue prol bonggol pisang (musa paradisiaca).
- Oktavia AD,. 2013. Studi Awal Pemisahan Amilosa dan Amilopektin Pati Ubi Jalar (*Ipomea batatas Lam*) Dengan Variasi Konsentrasi n-Butanol. JKK.
- Parrot, L. E. 1971. *Pharmaceutical Technology Fundamental Pharmaceutica*, Edisi III, 158, 171, 389, Burger Publishing Company, Mineapolis.
- Perindustrian, Departemen. SNI Tepung Jagung No. 01-3727-1995. Jakarta. 1995.
- Puung, Victoria F. 2012. *Karakterisasi Sifat FisikoKimia Pati Ubi Jalar Ungu (Ipomoea Batatas L.) Termodifikasi Perendaman dan Heat Moisture Treatment (HMT)*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya
- Rowe, R, C., Sheskey, P.J., & Weller, P.J. 2003. *Hanbook of Pharmaceutical Excipients*. Edisi IV. London: Publisher-Science and Practice Royal Pharmaceutical Society of Great Britain. Hal. 181-185, 453-455.
- Rukmana. R.. 1999. *Usaha Tani Pisang*. Yogyakarta ; Kanisius.
- Rundle, R. E., Foster. J.F., & Baldwin, R.R. 1944. *On The Nature of The Starch-Iodine Complex*. J. Am. Chem. Soc 69 : 1769.

- Saifullah, T.N dkk., 2007. Profil Pelepasan Propanolol HCl Dari Tablet Lepas Lambat Dengan Sistem *Floating* Menggunakan Matriks Methocel K15M, *Majalah Farmasi Indonesia* 18 (2) : 48-51.
- Sariamanah, WOS., Munir, A., & Agriansyah, A. 2016. Karakterisasi Morfologi Tanaman (*Musa paradisiaca* L .) Di Kleurahan Tobimeita Kecamatan Abeli Kota Kendari. *Jurnal Ampibi*, 1(3), 32–41.
- Selpiana,. 2015. Pembuatan Plastik Biodegradable dari Tepung Nasi Aking. Palembang: Jurusan teknik kimia fakultas teknik universitas sriwijaya.
- Sembiring, Sabarta. 2017. *Penggunaan Tepung Bonggol Pisang Kepok Hasil Fermentasi Dengan Saccharomyces Cerevisiae Dan Aspergillus Niger Sebagai Pakan Dan Implikasinya Terhadap Kecernaan Nutrien Dan Performan Ternak Babi Fase Grower*. Universitas Brawijaya.
- Setiyoko, A., Nugraeni, Hartutik, S., 2018. *Optimasi Suhu dan Kadar Air pada Proses Produksi Tepung bengkuang Termodifikasi dengan Teknik Heat Moisture treatment (HMT) Sebagai Bahan Baku Mie Basah*, Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan, Yogyakarta.
- Siregar, Charles J.P. & saleh wikarsa. 2010. *Teknologi Farmasi Sediaan Tablet*. Penerbit Buku Kedokteran (EGC). Jakarta. Hlm1,33-37, 145, 149, 160-164, 166, 172, 193-194, 223, 236, 377, 378.
- Stute, R. 1992. *Hydrothermal Modification of Starches: The Difference Between Annealing and Heat Moisture Treatment*. *Starch* 44:205-214. Academic Press. New York.
- Suhery, WN, A Fernando, & B Giovani. 2016. *Perbandingan granulasi basah dan kempa langsung terhadap sifat fisik dan waktu hancur Orally disintegrant tablet (ODTs) Piroksikam*, *Jurnal Sains dan Klinis*, 2(2):138-144.
- Sulaiman, T.N.S., 2007, *Teknologi & Formulasi Sediaan Tablet*, Pustaka Laboratorium Teknologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 56 – 59, 198 – 215.
- Sumarlin. 2011. *Karakterisasi Pati Biji Duria (*Durio zibethinus* Murr) Dengan Heat Moisture Treatment (HMT)*. Skripsi. Program syudi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- Suyanti & Supriyadi A. 2008. *Pisang Budi Daya Pengolahan dan Prospek Pasar*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tjitrosoepomo,. 2001. *Morfologi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Voigt,. 1995. *Buku Teknologi Farmasi*, Edisi VI. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Widoyoko, Eko Putro. 2014. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Winarno, F. G., M. Man. 1995. *Fisiologi Lepas Pangan*. Bogor : Sastra Hudaya.
- Winarno, F. G., S. Fardiaz & D. Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wulansari, O. D., 2016. *Pemanfaatan Limbah Nangka (Jerami) Sebagai Atraktan Lalat pada Flytap*. Kesehatan Lingkungan Poltekkes Yogyakarta.
- Wurzburg, O. B. 1989. *Modified starches : properties and uses*. CR Press, Inc. Boca Raton Florida.
- Yulianingtyas,. 2016. Karakterisasi Natrium Alginat untuk Pembuatan Cangkang Kapsul Keras. *Jurnal Prodi farmasi*.

Lampiran 1. Determinasi

	LABORATORIUM BIOLOGI FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI TERAPAN UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN Jl. Ringroad Selatan, Tamanan, Banguntapan, Bantul
<u>SURAT KETERANGAN</u> Nomor : 086/Lab.Bio/B/III/2021	
Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Laboratorium Biologi Universitas Ahmad Dahlan menerangkan bahwa :	
Nama : Luluk Latifah NIM : 17040023 Prodi, PT : Farmasi, STIKES dr. Soebandi, Jember	
Telah melakukan determinasi tanaman dengan bimbingan Hery Setiyawan, M.Si di Laboratorium Biologi Universitas Ahmad Dahlan, pada tanggal 6 Maret 2021	
Tanaman tersebut adalah : <i>Musa acuminata</i> Colla	
Demikian Surat Keterangan ini untuk dapat dipergunakan seperlunya.	
Yogyakarta, 8 Maret 2021	
Kepala Lab. Biologi  Hery Setiyawan, M. Si.	

Lampiran 2. Hasil SPSS evaluasi pati

1. Kecepatan alir pati

a. Normalitas

Tests of Normality							
	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kecepatan	Pati Alami	,247	3	.	,969	3	,661
Alir Pati	Pregel	,326	3	.	,874	3	,307
	HMT	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Lilliefors Significance Correction

b. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Kecepatan Alir Pati

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,362	2	6	,710

c. ANOVA

ANOVA

Kecepatan Alir Pati

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8,607	2	4,304	169,134	,000
Within Groups	,153	6	,025		
Total	8,760	8			

d. Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kecepatan Alir Pati

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound

Pati Alami	Pregel	-2,21333*	,13024	,000	-2,5320	-1,8946
	HMT	-1,90000*	,13024	,000	-2,2187	-1,5813
Pregel	Pati Alami	2,21333*	,13024	,000	1,8946	2,5320
	HMT	,31333	,13024	,053	-,0054	,6320
HMT	Pati Alami	1,90000*	,13024	,000	1,5813	2,2187
	Pregel	-,31333	,13024	,053	-,6320	,0054

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

2. Sudut diam pati

a. Normalitas

Tests of Normality							
	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Sudut Diam Pati	Pati	,187	3	.	,998	3	,915
	Alami						
	Pregel	,216	3	.	,988	3	,795
	HMT	,247	3	.	,970	3	,665

a. Lilliefors Significance Correction

b. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Sudut Diam Pati

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,576	2	6	,095

c. ANOVA

ANOVA

Sudut Diam Pati

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	82,430	2	41,215	8,269	,019
Within Groups	29,905	6	4,984		
Total	112,335	8			

d. Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Sudut Diam Pati

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Pati Alami	Pregel	5,27000*	1,82284	,028	,8097	9,7303
	HMT	7,15000*	1,82284	,008	2,6897	11,6103
Pregel	Pati Alami	-5,27000*	1,82284	,028	-9,7303	-,8097
	HMT	1,88000	1,82284	,342	-2,5803	6,3403
HMT	Pati Alami	-7,15000*	1,82284	,008	-11,6103	-2,6897
	Pregel	-1,88000	1,82284	,342	-6,3403	2,5803

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

3. Tap density pati

a. Normalitas

Tests of Normality

	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Tap Density	Pati	,187	3	.	,998	3	,915
Pati	Alami	,328	3	.	,871	3	,298
	Pregel	,211	3	.	,991	3	,817
	HMT						

a. Lilliefors Significance Correction

b. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Tap Density Pati

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,457	2	6	,654

c. ANOVA

ANOVA

Tap Density Pati

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,018	2	,009	3,105	,119
Within Groups	,018	6	,003		
Total	,036	8			

d. Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Tap density pati

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Pati Alami	Pregel	-,11000*	,04447	,048	-,2188	-,0012
	HMT	-,06667	,04447	,185	-,1755	,0422
Pregel	Pati Alami	,11000*	,04447	,048	,0012	,2188
	HMT	,04333	,04447	,367	-,0655	,1522
HMT	Pati Alami	,06667	,04447	,185	-,0422	,1755
	Pregel	-,04333	,04447	,367	-,1522	,0655

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

4. Kelembaban pati

a. Normalitas

Tests of Normality

	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kelembaban Pati	Pati Alami	,324	3	.	,877	3	,314
	Pregel	,212	3	.	,990	3	,811
	HMT	,245	3	.	,971	3	,671

a. Lilliefors Significance Correction

b. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Kelembaban Pati

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,124	2	6	,885

c. ANOVA

ANOVA

Kelembaban Pati

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,368	2	,684	1,870	,234
Within Groups	2,195	6	,366		
Total	3,564	8			

d. Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kelembaban Pati

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Pati Alami	Pregel	,58333	,49387	,282	-,6251	1,7918
	HMT	,94667	,49387	,104	-,2618	2,1551
Pregel	Pati Alami	-,58333	,49387	,282	-1,7918	,6251
	HMT	,36333	,49387	,490	-,8451	1,5718
HMT	Pati Alami	-,94667	,49387	,104	-2,1551	,2618
	Pregel	-,36333	,49387	,490	-1,5718	,8451

Lampiran 3. Hasil SPSS evaluasi tablet

1. Keseragaman bobot

a. Normalitas

Tests of Normality							
	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Keseragaman Bobot	Formula1	,333	20	,000	,768	20	,000
	Formula2	,252	20	,002	,797	20	,001
	Formula3	,263	20	,001	,800	20	,001
	Formula4	,230	20	,007	,809	20	,001
	Formula5	,394	20	,000	,675	20	,000
	Formula6	,345	20	,000	,723	20	,000

a. Lilliefors Significance Correction

b. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Keseragaman Bobot

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,321	5	114	,260

c. ANOVA

ANOVA

Keseragaman Bobot

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	330,000	5	66,000	1,363	,243
Within Groups	5520,000	114	48,421		
Total	5850,000	119			

d. Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Keceragaman Bobot

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Formula1	Formula2	-1,00000	2,20048	,650	-5,3591	3,3591
	Formula3	-1,50000	2,20048	,497	-5,8591	2,8591
	Formula4	-1,00000	2,20048	,650	-5,3591	3,3591
	Formula5	-4,00000	2,20048	,072	-8,3591	,3591
	Formula6	-4,50000*	2,20048	,043	-8,8591	-,1409
Formula2	Formula1	1,00000	2,20048	,650	-3,3591	5,3591
	Formula3	-,50000	2,20048	,821	-4,8591	3,8591
	Formula4	,00000	2,20048	1,000	-4,3591	4,3591
	Formula5	-3,00000	2,20048	,175	-7,3591	1,3591
	Formula6	-3,50000	2,20048	,114	-7,8591	,8591
Formula3	Formula1	1,50000	2,20048	,497	-2,8591	5,8591
	Formula2	,50000	2,20048	,821	-3,8591	4,8591
	Formula4	,50000	2,20048	,821	-3,8591	4,8591
	Formula5	-2,50000	2,20048	,258	-6,8591	1,8591
	Formula6	-3,00000	2,20048	,175	-7,3591	1,3591
Formula4	Formula1	1,00000	2,20048	,650	-3,3591	5,3591
	Formula2	,00000	2,20048	1,000	-4,3591	4,3591
	Formula3	-,50000	2,20048	,821	-4,8591	3,8591
	Formula5	-3,00000	2,20048	,175	-7,3591	1,3591
	Formula6	-3,50000	2,20048	,114	-7,8591	,8591
Formula5	Formula1	4,00000	2,20048	,072	-,3591	8,3591
	Formula2	3,00000	2,20048	,175	-1,3591	7,3591
	Formula3	2,50000	2,20048	,258	-1,8591	6,8591
	Formula4	3,00000	2,20048	,175	-1,3591	7,3591
	Formula6	-,50000	2,20048	,821	-4,8591	3,8591
Formula6	Formula1	4,50000*	2,20048	,043	,1409	8,8591
	Formula2	3,50000	2,20048	,114	-,8591	7,8591
	Formula3	3,00000	2,20048	,175	-1,3591	7,3591
	Formula4	3,50000	2,20048	,114	-,8591	7,8591
	Formula5	,50000	2,20048	,821	-3,8591	4,8591

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

2. Kekerasan tablet

a. Normalitas

Tests of Normality							
	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kekerasan Tablet	Pregel1	,230	10	,143	,933	10	,479
	Pregel2	,233	10	,133	,851	10	,060
	Pregel3	,256	10	,062	,905	10	,247
	HMT1	,166	10	,200*	,915	10	,321
	HMT2	,180	10	,200*	,924	10	,392
	HMT3	,274	9	,050	,854	9	,083

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

b. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Kekerasan Tablet

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,160	5	53	,072

c. ANOVA

ANOVA

Kekerasan Tablet

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11,501	5	2,300	3,202	,013
Within Groups	38,075	53	,718		
Total	49,576	58			

d. Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kekerasan Tablet

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Formula1	Formula2	,80000*	,24851	,002	,3018	1,2982
	Formula3	,95000*	,24851	,000	,4518	1,4482
	Formula4	-,25000	,24851	,319	-,7482	,2482
	Formula5	,60000*	,24851	,019	,1018	1,0982
	Formula6	,75000*	,24851	,004	,2518	1,2482
Formula2	Formula1	-,80000*	,24851	,002	-1,2982	-,3018
	Formula3	,15000	,24851	,549	-,3482	,6482
	Formula4	-1,05000*	,24851	,000	-1,5482	-,5518
	Formula5	-,20000	,24851	,424	-,6982	,2982
	Formula6	-,05000	,24851	,841	-,5482	,4482
Formula3	Formula1	-,95000*	,24851	,000	-1,4482	-,4518
	Formula2	-,15000	,24851	,549	-,6482	,3482
	Formula4	-1,20000*	,24851	,000	-1,6982	-,7018
	Formula5	-,35000	,24851	,165	-,8482	,1482
	Formula6	-,20000	,24851	,424	-,6982	,2982
Formula4	Formula1	,25000	,24851	,319	-,2482	,7482
	Formula2	1,05000*	,24851	,000	,5518	1,5482
	Formula3	1,20000*	,24851	,000	,7018	1,6982
	Formula5	,85000*	,24851	,001	,3518	1,3482
	Formula6	1,00000*	,24851	,000	,5018	1,4982
Formula5	Formula1	-,60000*	,24851	,019	-1,0982	-,1018
	Formula2	,20000	,24851	,424	-,2982	,6982
	Formula3	,35000	,24851	,165	-,1482	,8482
	Formula4	-,85000*	,24851	,001	-1,3482	-,3518
	Formula6	,15000	,24851	,549	-,3482	,6482
Formula6	Formula1	-,75000*	,24851	,004	-1,2482	-,2518
	Formula2	,05000	,24851	,841	-,4482	,5482
	Formula3	,20000	,24851	,424	-,2982	,6982
	Formula4	-1,00000*	,24851	,000	-1,4982	-,5018
	Formula5	-,15000	,24851	,549	-,6482	,3482

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

3. Kerapuhan tablet

a. Normalitas

Tests of Normality							
	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kerapuhan tablet	Formula1	,232	3	.	,980	3	,726
	Formula2	,219	3	.	,987	3	,780
	Formula3	,292	3	.	,923	3	,463
	Formula4	,328	3	.	,871	3	,298
	Formula5	,333	3	.	,862	3	,274
	Formula6	,282	3	.	,936	3	,510

a. Lilliefors Significance Correction

b. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Kerapuhan tablet

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,852	5	12	,064

c. ANOVA

ANOVA

Kerapuhan Tablet

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,216	5	,043	9,783	,001
Within Groups	,053	12	,004		
Total	,269	17			

d. Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kerapuhan tablet

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval
-------------	-------------	------	------------	------	-------------------------

		Difference (I- J)			Lower Bound	Upper Bound
Formula1	Formula2	-,16000*	,05423	,012	-,2782	-,0418
	Formula3	-,21333*	,05423	,002	-,3315	-,0952
	Formula4	,00000	,05423	1,000	-,1182	,1182
	Formula5	-,15667*	,05423	,014	-,2748	-,0385
	Formula6	-,30333*	,05423	,000	-,4215	-,1852
Formula2	Formula1	,16000*	,05423	,012	,0418	,2782
	Formula3	-,05333	,05423	,345	-,1715	,0648
	Formula4	,16000*	,05423	,012	,0418	,2782
	Formula5	,00333	,05423	,952	-,1148	,1215
	Formula6	-,14333*	,05423	,021	-,2615	-,0252
Formula3	Formula1	,21333*	,05423	,002	,0952	,3315
	Formula2	,05333	,05423	,345	-,0648	,1715
	Formula4	,21333*	,05423	,002	,0952	,3315
	Formula5	,05667	,05423	,317	-,0615	,1748
	Formula6	-,09000	,05423	,123	-,2082	,0282
Formula4	Formula1	,00000	,05423	1,000	-,1182	,1182
	Formula2	-,16000*	,05423	,012	-,2782	-,0418
	Formula3	-,21333*	,05423	,002	-,3315	-,0952
	Formula5	-,15667*	,05423	,014	-,2748	-,0385
	Formula6	-,30333*	,05423	,000	-,4215	-,1852
Formula5	Formula1	,15667*	,05423	,014	,0385	,2748
	Formula2	-,00333	,05423	,952	-,1215	,1148
	Formula3	-,05667	,05423	,317	-,1748	,0615
	Formula4	,15667*	,05423	,014	,0385	,2748
	Formula6	-,14667*	,05423	,019	-,2648	-,0285
Formula6	Formula1	,30333*	,05423	,000	,1852	,4215
	Formula2	,14333*	,05423	,021	,0252	,2615
	Formula3	,09000	,05423	,123	-,0282	,2082
	Formula4	,30333*	,05423	,000	,1852	,4215
	Formula5	,14667*	,05423	,019	,0285	,2648

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

4. Waktu hancur tablet

a. Normalitas

Tests of Normality							
	Formula	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Waktu hancur	Formula1	,270	6	,195	,804	6	,064
	Formula2	,335	6	,034	,849	6	,154
	Formula3	,197	6	,200 [*]	,897	6	,355
	Formula4	,301	6	,094	,827	6	,102
	Formula5	,279	6	,160	,874	6	,243
	Formula6	,268	6	,200 [*]	,828	6	,103

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

b. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Waktu hancur

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,216	5	30	,326

c. ANOVA

ANOVA

Waktu Hancur

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1349377,806	5	269875,561	63,656	,000
Within Groups	127187,167	30	4239,572		
Total	1476564,972	35			

d. Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Waktu hancur

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Formula1	Formula2	-172,16667*	38,21644	,000	-250,2150	-94,1183
	Formula3	-374,33333*	38,21644	,000	-452,3817	-296,2850
	Formula4	-,66667	38,21644	,986	-78,7150	77,3817
	Formula5	-212,33333*	38,21644	,000	-290,3817	-134,2850
	Formula6	-539,83333*	38,21644	,000	-617,8817	-461,7850
Formula2	Formula1	172,16667*	38,21644	,000	94,1183	250,2150
	Formula3	-202,16667*	38,21644	,000	-280,2150	-124,1183
	Formula4	171,50000*	38,21644	,000	93,4516	249,5484
	Formula5	-40,16667	38,21644	,302	-118,2150	37,8817
	Formula6	-367,66667*	38,21644	,000	-445,7150	-289,6183
Formula3	Formula1	374,33333*	38,21644	,000	296,2850	452,3817
	Formula2	202,16667*	38,21644	,000	124,1183	280,2150
	Formula4	373,66667*	38,21644	,000	295,6183	451,7150
	Formula5	162,00000*	38,21644	,000	83,9516	240,0484
	Formula6	-165,50000*	38,21644	,000	-243,5484	-87,4516
Formula4	Formula1	,66667	38,21644	,986	-77,3817	78,7150
	Formula2	-171,50000*	38,21644	,000	-249,5484	-93,4516
	Formula3	-373,66667*	38,21644	,000	-451,7150	-295,6183
	Formula5	-211,66667*	38,21644	,000	-289,7150	-133,6183
	Formula6	-539,16667*	38,21644	,000	-617,2150	-461,1183
Formula5	Formula1	212,33333*	38,21644	,000	134,2850	290,3817
	Formula2	40,16667	38,21644	,302	-37,8817	118,2150
	Formula3	-162,00000*	38,21644	,000	-240,0484	-83,9516
	Formula4	211,66667*	38,21644	,000	133,6183	289,7150
	Formula6	-327,50000*	38,21644	,000	-405,5484	-249,4516
Formula6	Formula1	539,83333*	38,21644	,000	461,7850	617,8817
	Formula2	367,66667*	38,21644	,000	289,6183	445,7150

Formula3	165,50000*	38,21644	,000	87,4516	243,5484
Formula4	539,16667*	38,21644	,000	461,1183	617,2150
Formula5	327,50000*	38,21644	,000	249,4516	405,5484

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

5. Disolusi Tablet

a. Normalitas

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Formula		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Disolusi Tablet	Formula1	,169	6	,200*	,970	6	,890
	Formula2	,247	6	,200*	,933	6	,601
	Formula3	,262	6	,200*	,919	6	,498
	Formula4	,246	6	,200*	,937	6	,636
	Formula5	,185	6	,200*	,931	6	,585
	Formula6	,246	6	,200*	,901	6	,381

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

b. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Disolusi Tablet

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,069	5	30	,996

c. ANOVA

ANOVA

Disolusi Tablet

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	273,776	5	54,755	,095	,992
Within Groups	17248,251	30	574,942		
Total	17522,028	35			

d. Uji LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Disolusi Tablet

LSD

(I) Formula	(J) Formula	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Formula1	Formula2	-5,61000	13,84367	,688	-33,8825	22,6625
	Formula3	-6,53667	13,84367	,640	-34,8092	21,7359
	Formula4	-3,95500	13,84367	,777	-32,2275	24,3175
	Formula5	-3,12833	13,84367	,823	-31,4009	25,1442
	Formula6	-8,74000	13,84367	,533	-37,0125	19,5325
Formula2	Formula1	5,61000	13,84367	,688	-22,6625	33,8825
	Formula3	-,92667	13,84367	,947	-29,1992	27,3459
	Formula4	1,65500	13,84367	,906	-26,6175	29,9275
	Formula5	2,48167	13,84367	,859	-25,7909	30,7542
	Formula6	-3,13000	13,84367	,823	-31,4025	25,1425
Formula3	Formula1	6,53667	13,84367	,640	-21,7359	34,8092
	Formula2	,92667	13,84367	,947	-27,3459	29,1992
	Formula4	2,58167	13,84367	,853	-25,6909	30,8542
	Formula5	3,40833	13,84367	,807	-24,8642	31,6809
	Formula6	-2,20333	13,84367	,875	-30,4759	26,0692
Formula4	Formula1	3,95500	13,84367	,777	-24,3175	32,2275
	Formula2	-1,65500	13,84367	,906	-29,9275	26,6175
	Formula3	-2,58167	13,84367	,853	-30,8542	25,6909
	Formula5	,82667	13,84367	,953	-27,4459	29,0992
	Formula6	-4,78500	13,84367	,732	-33,0575	23,4875
Formula5	Formula1	3,12833	13,84367	,823	-25,1442	31,4009
	Formula2	-2,48167	13,84367	,859	-30,7542	25,7909
	Formula3	-3,40833	13,84367	,807	-31,6809	24,8642
	Formula4	-,82667	13,84367	,953	-29,0992	27,4459
	Formula6	-5,61167	13,84367	,688	-33,8842	22,6609
Formula6	Formula1	8,74000	13,84367	,533	-19,5325	37,0125
	Formula2	3,13000	13,84367	,823	-25,1425	31,4025
	Formula3	2,20333	13,84367	,875	-26,0692	30,4759
	Formula4	4,78500	13,84367	,732	-23,4875	33,0575
	Formula5	5,61167	13,84367	,688	-22,6609	33,8842

Lampiran 4. Tabel Perhitungan Evaluasi Tablet

1. Keseragaman bobot

Tablet ke-	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	720	720	720	740	750	730
2	730	720	740	740	750	740
3	720	730	720	720	740	740
4	730	740	740	740	740	730
5	730	740	730	740	740	730
6	730	720	730	730	730	750
7	730	730	730	730	730	740
8	730	730	730	730	730	730
9	720	740	720	720	730	730
10	730	740	740	740	730	730
11	740	720	740	720	730	740
12	740	730	740	740	730	740
13	740	730	740	740	740	730
14	730	730	730	730	730	740
15	730	720	730	730	730	740
16	730	740	730	730	730	730
17	730	740	740	730	730	730
18	740	730	730	720	740	730
19	730	740	730	730	730	730
20	730	740	730	730	730	740
Rata-rata ± SD	730,5 ± 6,05	731,5 ± 8,13	732 ± 6,96	732 ± 6,96	734,5 ± 6,86	735 ± 6,7

2. Kekerasan tablet

Tablet ke-	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	6	5,5	5	6	5,5	5,5
2	6	5,5	5	6,5	5,5	5,5
3	6	6	5,5	6,5	4,5	6
4	6,5	4	5,5	6	5,5	6
5	6,5	5	5	6,5	5,5	5,5
6	5	6,5	5	6	5	5
7	6	5	4	6	6,5	5
8	6,5	5	6	6,5	6	5,5
9	6,5	5	4,5	6,5	6	4
10	5,5	5	5,5	6,5	4,5	5
Rata-rata ± SD	6,05 ± 0,5	5,25 ± 0,68	5,1 ± 0,58	6,3 ± 0,26	5,45 ± 0,64	5,3 ± 0,59

3. Waktu hancur tablet

Tablet ke-	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	4.54	6.40	9.38	5.02	7.49	10.40
2	4.45	5.15	7.35	4.00	7.37	10.35
3	4.33	6.52	8.30	4.18	6.33	10.01
4	5.08	7.16	9.32	6.02	7.35	9.54
5	5.10	6.36	8.40	4.38	5.56	9.58
6	4.31	6.55	7.52	4.25	6.45	10.32
Rata-rata ± SD	4.63 ± 0,36	6.36 ± 0,66	8.38 ± 0,86	4.64 ± 0,76	6.76 ± 0,77	10.03 ± 0,39

4. Disolusi tablet

Waktu (menit)	Abs	Terdisolusi (µg/mL)	Terdisolusi dlm 900 mL (mg)	Kadar dlm 900 mL (mg)	FK	Terdisolusi Pada t (mg)	% Terdisolusi
Formula 1							
5	0.399	15,97	79,85	71,87	0	71,87	27,57
10	0.539	20,63	103,15	92,84	79,85	172,69	39,57
15	0.615	23,17	115,85	104,27	183	287,27	44,44
20	0.822	30,07	150,35	135,32	298,85	434,17	57,67
25	0.943	34,1	170,5	153,45	449,2	602,65	65,40
30	1.315	46,5	232,5	209,25	619,7	828,95	89,18
Formula 2							
5	0.401	16,03	80,15	72,14	0	72,14	30,74
10	0.636	23,87	119,35	107,42	80,15	187,57	45,78
15	0.763	28,1	140,5	126,45	199,5	325,95	53,89
20	0.874	31,8	159	143,10	340	483,1	60,99
25	0.933	33,77	168,85	151,97	499	650,97	64,77
30	1.505	52,83	264,15	237,74	667,85	905,59	101,32
Formula 3							
5	0.425	16,83	84,15	75,74	0	75,74	32,28
10	0.639	23,97	119,85	107,87	84,15	191,72	45,97
15	0.773	28,43	142,15	127,94	204	331,94	54,52
20	0.889	32,3	161,5	145,35	346,15	491,5	61,95
25	0.934	33,8	169	152,10	507,65	659,75	64,82
30	1.539	53,97	269,85	242,87	676,65	919,52	103,51
Formula 4							
5	0.401	16,03	80,15	72,14	0	72,14	30,74
10	0.649	24,3	121,5	109,35	80,15	189,5	46,60
15	0.759	27,97	139,85	125,87	201,65	327,52	53,64

20	0.839	30,63	153,15	137,84	341,5	479,34	58,74
25	0.900	32,67	163,35	147,02	494,65	641,67	62,66
30	1.409	49,63	248,15	223,34	658	881,34	95,18
Formula 5							
5	0.415	16,5	82,5	74,25	0	74,25	31,64
10	0.543	20,77	103,85	93,47	82,5	93,55	39,83
15	0.631	23,7	118,5	106,65	186,35	293	45,45
20	0.834	30,47	152,35	137,12	304,85	441,97	58,44
25	0.995	35,83	179,15	161,24	457,2	618,44	68,72
30	1.461	51,37	256,85	231,17	636,35	867,52	98,52
Formula 6							
5	0.438	17,27	86,35	77,72	0	77,72	33,12
10	0.609	22,97	114,85	103,37	86,35	189,72	44,05
15	0.773	28,43	142,15	127,94	201,2	329,14	54,52
20	0.895	32,5	162,5	146,25	343,35	489,6	62,33
25	0.997	35,9	179,5	161,55	505,85	667,4	68,85
30	1.694	59,13	295,65	266,09	685,35	951,44	113,40

Lampiran 5. Gambar hasil penelitian

1. Pengolahan pati



Gambar 1. Pencacahan bonggol pisang



Gambar 2. Perendaman dengan asam askorbat



Gambar 3. Penirisan



Gambar 4. Penghancuran dengan mesin



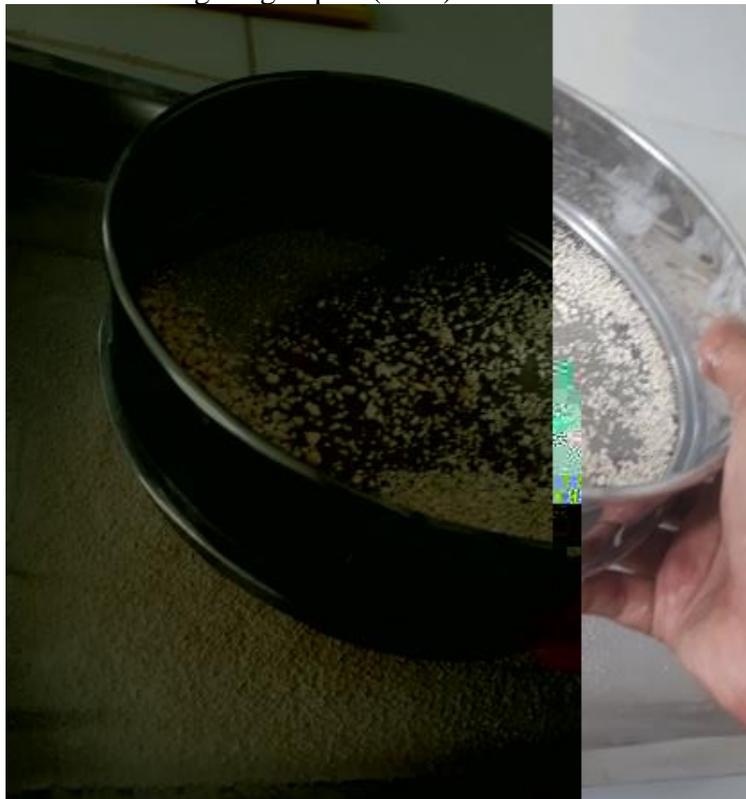
Gambar 5. Penyaringan pati



Gambar 6. Pengendapan pati



Gambar 7. Pengeringan pati (oven)



Gambar 8. Pengayakan pati hasil oven

2. Pembuatan modifikasi pati



Gambar 9. Pembuatan pati pregel



Gambar 10. Pembuatan pati HMT

3. Evaluasi pati dan granul



Gambar 11. Kecepatan alir dan sudut diam



Gambar 12. Tap density



Gambar 13. Kelembaban

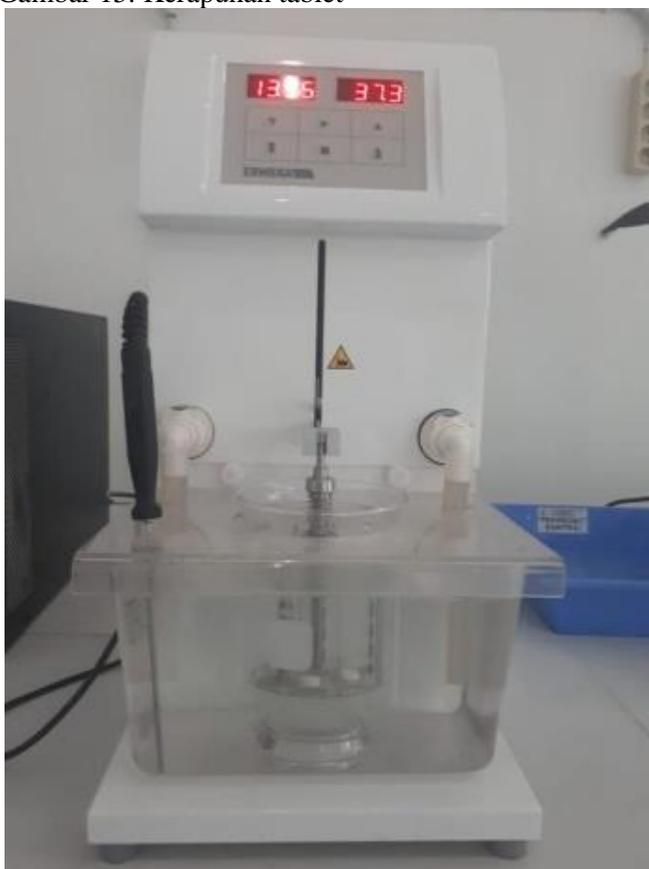
4. Evaluasi tablet



Gambar 14. Kekerasan



Gambar 15. Kerapuhan tablet



Gambar 16. Waktu hancur



Gambar 17. Disolusi tablet