

**PENGARUH MODIFIKASI AMILUM BENGKUANG  
(*Pachyrrhizus erosus*, Urban) DENGAN METODE HIDROLISIS  
ASAM TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA  
AMILUM**

**SKRIPSI**



**Diajukan oleh :**

**Andina**

**06613065**

**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
MARET  
2012**

**PENGARUH MODIFIKASI AMILUM BENGKUANG  
(*Pachyrrhizus erosus*, Urban) DENGAN METODE HIDROLISIS  
ASAM TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA  
AMILUM**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi  
(S.Farm.)

Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia



Oleh :

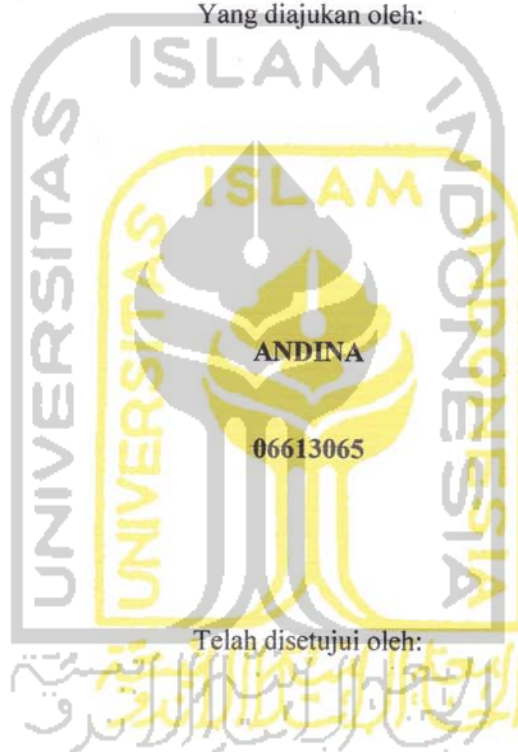
**Andina  
06613065**

**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
MARET  
2012**

SKRIPSI

**PENGARUH MODIFIKASI AMILUM BENGKUANG  
(*Pachyrrhizus erosus*, Urban) DENGAN METODE HIDROLISIS  
ASAM TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA  
AMILUM**

Yang diajukan oleh:



Telah disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Yandi Syukri, M.Si., Apt.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ari Wibowo'.

Ari Wibowo, S.Farm., Apt.

SKRIPSI

**PENGARUH MODIFIKASI AMILUM BENGKUANG  
(*Pachyrrhizus erosus*, Urban) DENGAN METODE HIDROLISIS  
ASAM TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA  
AMILUM**

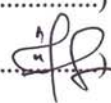

Oleh:

**ANDINA**

**06 613 065**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi  
Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia

Tanggal: 17 Februari 2012

Ketua penguji : Yandi Syukri, M.Si., Apt (.....)  
Anggota penguji : 1. Ari Wibowo, S.Farm., Apt (.....)   
2. Drs. Mufrod, M.Sc., Apt (.....)   
3. Mimiek Murrukmihadi, S.U., Apt(.....)

Mengetahui

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Indonesia

Yandi Syukri, M.Si., Apt.

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.



Yogyakarta, Maret 2012

Penulis,

Andina

**Karya kecilku ini kupersembahkan untuk :**

*Kedua orang tuaku yang selalu berusaha memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya*

*Amater UJI yang menjadi sarana menimba ilmu.*

*Kakakku satu-satunya dan keluarga besarku, terima kasih semangatnya.*

*Teman-temanku di "wisma putri Aurisa", kakak-kakakku "kost Bu Siti", teman-teman sekelasaku dulu dan teman-teman sepermainan, terima kasih atas pertemanannya.*



## KATA PENGANTAR



*Assalamua'laikum Wr. Wb*

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang, dan syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan anugerahNya yang telah memberi ilmu, kekuatan dan kesempatan sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Modifikasi Amilum Bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) Dengan Metode Hidrolisis Asam Terhadap Karakteristik Fisikokimia Amilum”** sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S1) di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini mungkin terdapat kesalahan atau kekurangan baik yang disengaja atau maupun yang tidak disengaja, oleh karena itu saran serta kritik dari semua pihak akan kami terima sebagai referensi dalam penyusunan laporan-laporan berikutnya.

Dalam penyusunan skripsi ini, dari awal hingga akhir telah banyak pihak yang memberikan bantuan dan masukan. Untuk itu, penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Yandi Syukri, M.Si., Apt., selaku dosen pembimbing utama dan dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam serta selaku dosen pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, masukan, motivasi selama menjadi mahasiswa serta atas kemudahan dan fasilitas yang diberikan selama menempuh studi dan penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Ari Wibowo S.Farm.,Apt selaku dosen pembimbing pendamping yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, masukan, dan dorongan selama penelitian skripsi ini.
3. Bapak Drs. Mufrod, M.Sc., Apt dan Ibu Mimiek Murrukmihadi, S.U., Apt selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan dan perbaikan skripsi ini.

4. Bapak M. Hatta Prabowo SF. Apt selaku Ketua Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Hartanto (Staf Laboratorium Teknologi Farmasi UII) dan Bapak Kuswandi (Staf Laboratorium Kimia Farmasi UII) yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian.
6. Seluruh dosen Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan kepada kami selama di bangku kuliah.
7. Seluruh staf laboratorium Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, terima kasih atas bantuan dan kerjasama yang baik.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu terselesainya penyusunan skripsi ini.

Agar laporan ini dapat lebih baik, maka kami mengharapkan saran atau kritik yang membangun dan memotivasi kerja kami.

Akhirnya kami memohon maaf yang sebesar besarnya apabila ada kata-kata serta penulisan yang kurang berkenan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin....

*Wassalamu'alaikum. Wr.Wb*

Yogyakarta, Maret 2012

Penulis

Andina



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>INTISARI</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>Bab I. Pendahuluan</b> .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Perumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	4
<b>Bab II. Studi Pustaka</b> .....	5
A. Tinjauan Pustaka .....	5
1. Bengkuang .....	5
2. Amilum .....	7
3. Amprotab .....	11
4. Metode Hidrolisis Asam .....	12
B. Landasan Teori .....	13
C. Hipotesis .....	14
<b>Bab III. Metode Penelitian</b> .....	15
A. Bahan dan Alat .....	15
1. Bahan .....	15
2. Alat .....	15
B. Cara Penelitian .....	15
1. Pembuatan Amilum Bengkuang Alami .....	15
2. Pembuatan Amilum Bengkuang Modifikasi .....	16
3. Pemeriksaan Fisikokimia Amilum .....	16
C. Analisis Hasil .....	20
<b>Bab IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan</b> .....	21

1. Pemeriksaan Organoleptis.....	22
2. Pemeriksaan Ukuran Partikel .....	24
3. Kandungan Air .....	25
4. Pemeriksaan Kelarutan.....	26
5. Identifikasi Iodine.....	27
6. Penetapan.....	27
7. Waktu Alir .....	29
8. Sudut Diam .....	30
9. Pengembangan Amilum .....	31
10. pH .....	32
11. Kompaktibilitas.....	33
<b>Bab V. Kesimpulan dan Saran .....</b>	<b>35</b>
A. Kesimpulan .....	35
B. Saran .....	35
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>36</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>39</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tanaman Bengkuang.....	5
Gambar 2. Struktur Amilosa.....	10
Gambar 3. Struktur Amilopektin.....	10
Gambar 4. Struktur <i>Sodium Starch Glycolate</i> .....	11
Gambar 5. Reaksi Hidrolisis Asam pada Amilum.....	12
Gambar 6. Skema Tahapan Penelitian.....	19
Gambar 7. Serbuk Amilum Bengkuang Alami.....	23
Gambar 8. Serbuk Amilum Bengkuang Modifikasi.....	23
Gambar 9. Serbuk Amprotab.....	23



## DAFTAR TABEL

Tabel I.	Istilah Perkiraan Kelarutan.....	17
Tabel II.	Pemeriksaan Sifat Fisikokimia Amilum.....	22
Tabel III.	Data Hasil Uji Ukuran Partikel Amilum.....	24
Tabel IV.	Data Hasil Uji Kandungan Air Amilum.....	25
Tabel V.	Data Statistik Hasil Uji Kandungan Air Amilum.....	26
Tabel VI.	Klasifikasi <i>Carr Index</i> .....	28
Tabel VII.	Data Hasil Uji Penetapan Amilum.....	28
Tabel VIII.	Data Statistik Hasil Uji Penetapan Amilum.....	28
Tabel IX.	Data Hasil Uji Waktu Alir Amilum.....	30
Tabel X.	Data Hasil Uji Kompaktibilitas Amilum.....	33
Tabel XI.	Data Statistik Hasil Uji Kompaktibilitas Amilum.....	34



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I. Skema Cara kerja .....	39
Lampiran II. Data Hasil Uji Ukuran Partikel.....	41
Lampiran III. Data Hasil Uji Kandungan Air (%).....	43
Lampiran IV. Data Hasil Uji Penetapan.....	46
Lampiran V. Data Hasil Uji Sudut Diam (°) dan Waktu Alir (detik) .....	53
Lampiran VI. Data Hasil Uji Kompaktibilitas.....	54
Lampiran VII. Lampiran Gambar.....	56
Lampiran VIII. Lampiran Surat Keterangan Determinasi.....	61



**PENGARUH MODIFIKASI AMILUM BENGKUANG  
(*Pachyrrhizus erosus*, Urban) DENGAN METODE HIDROLISIS  
ASAM TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA  
AMILUM**

**INTISARI**

Amilum telah digunakan secara luas dalam bidang industri farmasi sebagai bahan baku sediaan farmasi. Salah satu sumber amilum yang potensial adalah bengkuang. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik fisikokimia amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus* Urban) alami dan modifikasi secara hidrolisis asam. Amilum bengkuang dihasilkan dari proses sedimentasi. Amilum bengkuang dimodifikasi dengan proses hidrolisis asam klorida 2 M. Berdasarkan hasil analisis dengan metode deskriptif-komparatif diperoleh bahwa amilum yang dimodifikasi dengan hidrolisis asam memiliki kekerasan yang lebih tinggi yaitu  $0,99\text{kg} \pm 0,037$  dibandingkan dengan amilum alami yaitu  $0,91\text{kg} \pm 0,031$ . Sedangkan untuk ukuran partikel, menunjukkan bahwa amilum termodifikasi dengan hidrolisis asam memiliki ukuran partikel lebih kecil ( $0,232\text{ mm}$ ) dibandingkan dengan amilum alami ( $0,288\text{ mm}$ ). Amilum modifikasi memiliki sifat alir yang lebih baik ( $\text{CI}=24,83\% \pm 0,390$ ) dibanding amilum alami ( $\text{CI}=27,23\% \pm 1,89$ ). Jadi dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa hidrolisis asam dapat memperbaiki kompaktibilitas dan sifat alir dari amilum bengkuang.

Kata kunci: amilum, bengkuang, modifikasi hidrolisis asam.

**THE EFFECT OF MODIFICATION OF YAM STARCH  
(Pachyrrhizus erosus, Urban) WITH ACID HYDROLYSIS  
METHOD TO PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF  
STARCH**

**ABSTRACT**

Starches are widely used in the pharmaceutical industry as a pharmaceutical excipient. One of the potential source of starch is a yam. The purpose of this study is to determine the physicochemical characteristics of native yam starch (*Pachyrrhizus erosus* Urban) and modified with acid hydrolysis. The way of making the starch is with sedimentation method. Modified starch hydrolysis conducted with hydrochloric acid 2 M. Based on the results of analysis with descriptive-comparative method are obtained that the starch which modified by acid hydrolysis has a higher hardness  $0,99\text{kg} \pm 0,037$  compared with native starch  $0,91\text{kg} \pm 0,031$ . For the particle size, the starch modified by acid hydrolysis has a smaller particle size (0,232 mm) compared with native starch (0,288 mm). Modification starch has a better flow properties ( $\text{CI}=24,83\% \pm 0,390$ ) compared to native starch ( $\text{CI}=27,23\% \pm 1,89$ ). So from the results of this study concluded that modified starch characteristic was better than native starch.

Key words : starch, bengkuang, acid hydrolysis.

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang Masalah

Pati merupakan karbohidrat asal tanaman sebagai hasil fotosintesis, yang disimpan dalam bagian tertentu tanaman sebagai cadangan makanan. Sifat pati tergantung pada jenis tanaman serta tempat penyimpanannya. Perbedaan terlihat antara lain pada viskositas dan daya lekat musilagonya atau pada sifat lainnya<sup>(1)</sup>.

Terdapat dua jenis pati yang sering digunakan di industri farmasi yaitu pati alami dan pati yang sudah dimodifikasi. Pati dalam bentuk alami (*native starch*) adalah pati yang dihasilkan dari sumber umbi-umbian dan belum mengalami perubahan sifat fisik dan kimia atau diolah secara kimia-fisik. Pati alami banyak digunakan di industri farmasi sebagai bahan pengisi (*filler*) dan pengikat (*binder*) dalam pembuatan tablet, pil dan kapsul. Pati alami mempunyai dua keterbatasan besar dalam membentuk tablet yang baik, yaitu tidak mempunyai sifat fluiditas (daya alir) dan kompresibilitas<sup>(2)</sup>.

Dalam pembuatan tablet, untuk mendapatkan tablet yang bagus dan memenuhi persyaratan tablet yang ideal diperlukan bahan-bahan tambahan antara lain bahan pengisi, bahan penghancur, bahan pengikat, bahan pelicin dan bahan penolong lainnya. Amilum merupakan bahan tambahan yang multifungsi. Amilum dapat digunakan sebagai bahan pengisi, bahan penghancur, bahan pengikat, dan sebagai bahan pelicin. Amilum yang digunakan sebagai bahan pengikat dibuat dalam bentuk musilago untuk mengikat bahan obat dan bahan penolong lainnya menjadi bentuk granul yang kompak hingga mudah ditablet. Kemampuan amilum sebagai bahan pengikat dalam pembuatan tablet akan menentukan sifat fisik tablet<sup>(4)</sup>.

Amilum merupakan golongan karbohidrat yang berfungsi sebagai cadangan energi pada sebagian besar tanaman. Tanaman dengan kandungan amilum dalam jumlah besar antara lain beras (76-80 g/100 g), singkong (35 g/100 g), gapek (81 g/100 g), ubi rambat (28 g/100 g), jagung (64-74 g/100 g), kentang (19 g/100 g), gandum atau terigu (77 g/100 g), sagu (85 g/100 g), dan bengkuang (12,8 g/100 g).



Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah tropis dan memiliki tanah yang sangat subur. Dengan kondisi tanah seperti ini membuat masyarakat Indonesia dapat hidup dengan mudah dari hasil pertanian mereka. Banyak tanaman yang dapat tumbuh di tanah tropis ini, salah satu dari keanekaragaman tersebut adalah tanaman bengkuang (*Pachyrrhizus erosus Urban*).

Studi sebelumnya tentang pemakaian amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus Urban*) sebagai bahan pengikat pada tablet asetaminofen menunjukkan hasil yang cukup baik sebagai alternatif bahan pengikat, bahkan hasilnya lebih baik daripada amilum singkong<sup>(5)</sup>, namun belum ada perlakuan modifikasi secara kimia. Penggunaan amilum alami (*native*) menyebabkan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan retrogradasi, sineresis, kestabilan rendah, dan ketahanan pasta yang rendah terhadap pH dan perubahan suhu. Hal tersebut menjadi alasan dilakukan modifikasi amilum secara fisik, kimia, dan enzimatik atau kombinasi dari cara-cara tersebut<sup>(6)</sup>.

Penelitian yang membandingkan eksipien sediaan tablet dari amilum ubi jalar<sup>(7)</sup> dan amilum singkong<sup>(8)</sup> yang dimodifikasi secara fisikokimia, menunjukkan karakteristik amilum modifikasi lebih baik dan potensial untuk dijadikan sebagai pengikat dan penghancur sediaan tablet dibandingkan dengan amilum yang tidak dimodifikasi.

Pati tertermodifikasi dengan hidrolisis asam klorida menghasilkan pati yang strukturnya lebih renggang, sehingga air lebih mudah menguap pada waktu pengeringan. Struktur pati yang agak rapat akan lebih tinggi daya ikat airnya, selain itu terjadi pemutusan ikatan hidrogen pada rantai linier dan berkurangnya daerah amorf yang mudah dimasuki air<sup>(9)</sup>.

Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian terhadap kemungkinan penggunaan amilum bengkuang yang dimodifikasi secara hidrolisis asam sebagai bahan tambahan pada tablet. Metode hidrolisis asam lebih praktis dan sederhana dibandingkan dengan metode hidrolisis pati yang lain seperti modifikasi dengan enzim, disamping itu metode ini tidak membutuhkan tenaga banyak karena peralatannya yang sederhana. Diharapkan akan didapatkan amilum bengkuang modifikasi yang mempunyai potensi sama seperti amilum standar (amprotab) yang biasa digunakan dalam sediaan farmasi, terutama sediaan tablet

sebagai bahan pengisi, pelincir, maupun penghancur sehingga dapat mengurangi impor amilum dari luar yang harganya lebih mahal dan adanya penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup petani bengkuang.

### **B. Perumusan Masalah**

Penelitian menggunakan amilum bengkuang sebagai bahan pengikat pada tablet asetaminofen telah dilakukan, dan menunjukkan hasil granulnya lebih baik dibandingkan amilum singkong. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi secara hidrolisis asam terhadap bengkuang yang merupakan upaya derivatisasi dari pati aslinya menjadi berbagai produk turunannya yang memiliki karakteristik fisikokimia lebih baik, khususnya untuk bahan baku pembuatan tablet. Penelitian ini diharapkan dapat menjawab permasalahan yang dirumuskan sebagai berikut

1. Bagaimanakah karakteristik fisikokimia amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus* Urban) yang dimodifikisasi dengan metode hidrolisis asam dibandingkan dengan amilum bengkuang alami?
2. Bagaimanakah karakteristik fisikokimia amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus* Urban) yang dimodifikisasi dengan metode hidrolisis asam dibandingkan dengan amilum standar (amprotab)?

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui karakteristik fisikokimia amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus* Urban) yang dimodifikasi dengan metode hidrolisis asam dibandingkan dengan amilum bengkuang alami.
2. Untuk mengetahui karakteristik fisikokimia amilum bengkuang yang dimodifikisasi dengan metode hidrolisis asam dibandingkan dengan amilum standar (amprotab).

### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi banyak pihak. Bagi peneliti, hasil penelitian ini dapat menjadi landasan dan petunjuk untuk mengetahui potensi bahan alam sebagai eksipien dalam formulasi sediaan farmasi, terutama sediaan tablet. Bagi industri obat, hasil penelitian ini dapat menambah

alternatif eksipien dari bahan alam yang dapat digunakan untuk memformulasikan suatu sediaan farmasi, khususnya tablet sehingga dapat menggantikan eksipien sintetik dalam formulasinya dan dapat menekan harga sediaan yang akan beredar dipasaran. Bagi masyarakat, hasil penelitian ini merupakan informasi yang sangat berguna untuk menambah pengetahuan tentang potensi serta pemanfaatan budidaya tanaman bengkuang sebagai eksipien dalam pembuatan suatu sediaan obat, terutama tablet. Penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi kemajuan formulasi dan desain formulasi obat, serta dapat dikembangkan amilum bengkuang yang memenuhi kualitas farmasetis yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan tablet.



## BAB II STUDI PUSTAKA

### A. Tinjauan Pustaka

#### 1. Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*, Urban)

Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) dikenal dari umbi (cormus) putihnya yang bisa dimakan sebagai komponen rujak dan dijadikan masker untuk menyegarkan wajah dan memutihkan kulit. Tumbuhan yang berasal dari Amerika tropis ini termasuk dalam suku polong-polongan. Di tempat asalnya, tumbuhan ini dikenal sebagai xicama atau jicama<sup>(10)</sup>.

Sifat kimiawi dan efek farmakologis tanaman bengkuang adalah manis, dingin, sejuk, dan berkhasiat mendinginkan. Kandungan kimianya adalah pachirhizon, rotenon, vitamin B1 dan C. Bagian yang digunakan sebagai obat adalah akar atau umbi, biji, dan tangkai<sup>(10)</sup>.



**Gambar 1.** Tanaman bengkuang<sup>(11)</sup>

#### a. Klasifikasi

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Subfamili	: Faboideae

Genus : Pachyrhizus  
Spesies : *Pachyrhizus erosus*<sup>(10)</sup>.

b. Asal usul bengkuang

Bengkuang berasal dari daerah Amerika Tengah dan Selatan terutama di daerah Mexico. Suku Aztec menggunakan biji tanaman bengkuang ini sebagai obat-obatan. Kemudian pada abad ke-17, Spanyol menyebarkan tanaman ini ke daerah Philipina sampai akhirnya menyebar ke seluruh Asia dan Pasifik. Tanaman ini masuk ke Indonesia dari Manila melalui Ambon, dan sejak saat itulah bengkuang dibudidayakan diseluruh negeri. Bengkuang sekarang ini lebih banyak dibudidayakan di daerah Jawa dan Madura atau di dataran rendah<sup>(12)</sup>.

c. Struktur dan bentuk

Bengkuang merupakan liana tahunan yang dapat mencapai panjang 4-5 m, sedangkan akarnya dapat mencapai 2 m. Batangnya menjalar dan membelit, dengan rambut-rambut halus yang mengarah ke bawah. Daun majemuk menyirip beranak daun 3; bertangkai 8,5 - 16 cm; anak daun bundar telur melebar, dengan ujung runcing dan bergigi besar, berambut dikedua belah sisinya; anak daun ujung paling besar, bentuk belah ketupat, 7 - 21 × 6 - 20 cm<sup>(12)</sup>.

Bunga berkumpul dalam tandan di ujung atau di ketiak daun, sendiri atau berkelompok 2 - 4 tandan, panjang hingga 60 cm, berambut coklat. Tabung kelopak bentuk lonceng, kecoklatan, panjang sekitar 0,5 cm, bertaju hingga 0,5 cm. Mahkota putih ungu kebiru-biruan, gundul. Tangkai sari pipih, dengan ujung sedikit menggulung; kepala putik bentuk bola, di bawah ujung tangkai putik, tangkai putik di bawah kepala putik berjanggut. Buah polong bentuk garis, pipih, panjang 8 - 13 cm, berambut, berbiji 4 - 9 butir<sup>(12)</sup>.

Perbanyakan tanaman ini dilakukan dengan cara stek batang, umbi, dan biji. Bengkuang banyak dibudidayakan di Pulau Jawa dan Madura, terutama di daerah dataran rendah. Untuk memperoleh umbi yang baik bunga harus selalu dibuang. Setelah satu sampai tiga minggu ditanam, biji mulai berkecambah. Pada beberapa varietas seperti bengkuang gajah, bengkuang sudah dapat dipanen

sampai berusia tujuh bulan yaitu bengkuang Badur. Umumnya, bengkuang dipanen ketika umur enam sampai sebelas bulan.

d. Identifikasi bengkuang dan bagian yang dapat dimanfaatkan

Tanaman bengkuang termasuk kedalam tanaman terna yang merambat dari famili leguminosae yang mempunyai nama ilmiah *Pachyrrhizus erosus*. Bengkuang dibudidayakan terutama untuk diambil umbinya. Daun tanaman ini majemuk, beranak daun tiga. Bunganya tersusun dalam tandan yang panjangnya 15 sampai 25 cm. Buahnya berbulu halus, berbentuk polong yang berisi empat sampai sembilan buah biji<sup>(12)</sup>.

Umbi akarnya berwarna putih, berbentuk seperti gasing dan kulitnya mudah dikupas. Daging buahnya berwarna putih, renyah serta menyegarkan karena kandungan airnya cukup tinggi. Bagian dari tanaman bengkuang yang dapat dimanfaatkan yaitu akar atau umbinya, biji dan juga tangkainya. Bagian tanaman yang dapat digunakan tersebut juga berkhasiat obat dan dapat pula digunakan untuk kecantikan, misalnya saja dibuat menjadi bedak dingin untuk perawatan kulit wajah agar terlihat lebih segar dan putih<sup>(12)</sup>.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Melo *et al*<sup>(13)</sup>, amilum bengkuang menunjukkan sifat fungsional yang khas. Suhu gelatinisasi (53-63°C) dan suhu paste (64,5°C) kurang dibandingkan dengan pati jagung, namun daya mengembangnya tinggi (54,4 ggel/pati kering). Sifat fungsional amilum bengkuang, mirip dengan amilum ubi kayu, ini memungkinkan bengkuang untuk digunakan sebagai sumber amilum baru yang potensial<sup>(13)</sup>.

## 2. Amilum

Amilum merupakan salah satu bentuk karbohidrat. Karbohidrat dibentuk di dalam tanaman melalui proses fotosintesis yang meliputi serangkaian reaksi kimia. Di dalam tanaman terdapat klorofil atau zat hijau pada daun dan dengan bantuan sinar matahari, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O akan membentuk glukosa. Glukosa mengalami polimerisasi membentuk amilum dan selulosa. Amilum terdapat sebagai butiran kecil dengan berbagai ukuran dan bentuk yang khas untuk setiap spesies tumbuhan. Butir amilum dapat ditunjukkan dengan mikroskop cahaya

biasa dan cahaya terpolarisasi dan dengan difraksi sinar-X terlihat mempunyai struktur kristal yang sangat beraturan. Amilum merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Berbagai macam amilum tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang atom C-nya serta lurus atau bercabang rantai molekulnya. Amilum terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,6)-D- glukosa sebanyak 4-5 % dari berat total<sup>(14)</sup>. Amilum tidak larut di dalam air dingin, tetapi larut di dalam air panas membentuk cairan yang sangat pekat seperti pasta; peristiwa ini disebut "gelatinisasi".

Amilum merupakan sumber energi utama bagi orang dewasa di seluruh penduduk dunia, terutama di negara sedang berkembang oleh karena di konsumsi sebagai bahan makanan pokok. Amilum merupakan karbohidrat dalam bentuk simpanan bagi tumbuh-tumbuhan dalam bentuk granul yang dijumpai pada umbi dan akarnya. Umbi-umbian, sereal dan biji-bijian merupakan sumber amilum yang berlimpah ruah oleh karena mudah didapat untuk di konsumsi. Jagung, beras dan gandum kandungan amilumnya lebih dari 70 %, sedangkan pada kacang-kacangan sekitar 40 %.

Amilum merupakan bahan tambahan yang sangat luas penggunaannya, karena bersifat *inert* dan dapat dicampur dengan hampir semua obat tanpa menimbulkan terjadinya reaksi. Namun kekurangannya adalah pada sifat alir dan kompresibilitasnya yang kurang baik sehingga tablet yang kadar amilumnya besar, kekerasannya menurun. Oleh karena itu penggunaannya sebagai bahan tambahan tablet lebih banyak digunakan sebagai disintegran (bahan penghancur) dengan kadar 5-20 %.

Sifat khas dari amilum yaitu dapat membantu membasahkan bahan yang hidrofobik dengan jalan menarik air, disamping itu amilum juga mempunyai sifat membantu pembentukan kapiler-kapiler sehingga dapat menarik air atau cairan ke dalam tablet. Amilum yang mengembang tergantung dari amilosa dan amilopektin yang dikandungnya. Amilosa dapat menimbulkan tekanan osmotik yang mendukung sistem kapiler terhadap absorpsi cairan dan amilopektin mempunyai

kemampuan mengembang bila kontak dengan cairan, dengan demikian mendukung hancurnya tablet<sup>(15)</sup>.

Sifat fisik amilum yang perlu diketahui adalah sebagai berikut.

a. Bentuk dan ukuran granula

Amilum yang biasanya disebut pati merupakan cadangan makanan dalam umbi-umbian yang merupakan hasil kegiatan fotosintesis tanaman. Amilum ini juga merupakan suatu komponen yang sangat menentukan sifat fisik bahan.

Amilum terdapat dalam bentuk granula. Bentuk dan ukuran granula amilum berbeda-beda tergantung sumbernya. Menurut Haryadi kemampuan gaya tarik-menarik antar amilum dengan air dipengaruhi bentuk granula amilum dan ikatan antar partikel. Granula yang mempunyai luas spesifik besar, maka bidang kontak antar amilum dengan air semakin besar<sup>(15)</sup>.

Pada bagian tengah granula amilum terdapat bentuk bulat yang disebut *hilus*. *Hilus* merupakan awal pertumbuhan granula. Menurut teori komposisi granula, pembagian jumlah air dalam granula tidak sama. *Hilus* merupakan bagian yang paling banyak mengandung air dan lunak. Pada saat mengering terjadi penekanan pada struktur granula sehingga bila dilihat dengan sinar polarisasi tampak bercahaya kecuali pada garis gelap yang saling memotong pada *hilus*<sup>(16)</sup>.

b. Warna

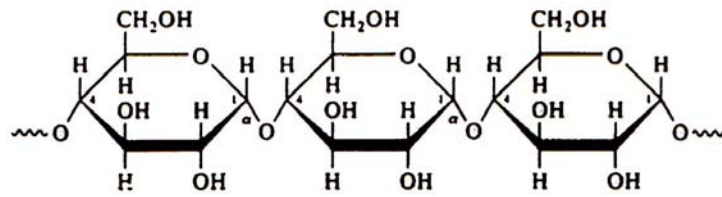
Amilum berkualitas baik, apabila warna yang dihasilkan putih cemerlang tidak berbau, tidak berasa, merupakan powder netral, bebas dari noda atau kotoran.

Amilum terdiri atas dua molekul, yaitu amilosa dan amilopektin.

a. Amilosa

Amilosa terdiri dari satuan-satuan glukosil yang dihubungkan dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa yang mempunyai rantai lurus, terdiri dari 500 unit atau lebih. Gambar 2 menunjukkan struktur polimer dari amilosa.



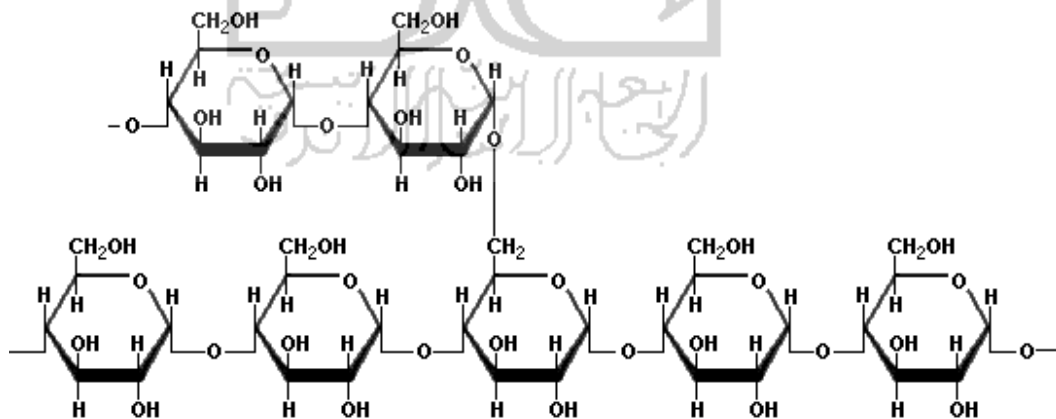


**Gambar 2.** Struktur amilosa<sup>(15)</sup>

Berat molekul amilosa 150.00 sampai 100.000.000. Ujung rantai yang satu bersifat pereduksi dan ujung yang lain bersifat non pereduksi. Amilosa mempunyai sifat karakteristik yang mampu mengikat iod dan memberi warna biru kelam. Reaksi ion ini biasanya digunakan sebagai dasar identifikasi amilum pada suatu bahan. Dalam keadaan panas, warna biru tidak tampak, tetapi warna biru ini akan nampak setelah didinginkan atau pada suhu rendah<sup>(15)</sup>.

b. Amilopektin

Amilopektin terdiri dari satuan-satuan glukosil yang dihubungkan dengan ikatan 1,4  $\alpha$  glukosidik dan 1,6  $\alpha$  glukosidik pada percabangannya. Percabangan ini terjadi selang 20 sampai 30 unit glukosa dan beberapa di antaranya menunjukkan adanya percabangan pada atom C nomor 2 dan atom C nomor 3. Amilopektin tidak membentuk kompleks dengan iodine, tetapi membentuk warna merah ungu. Gambar 3 menunjukkan struktur polimer dari amilopektin.

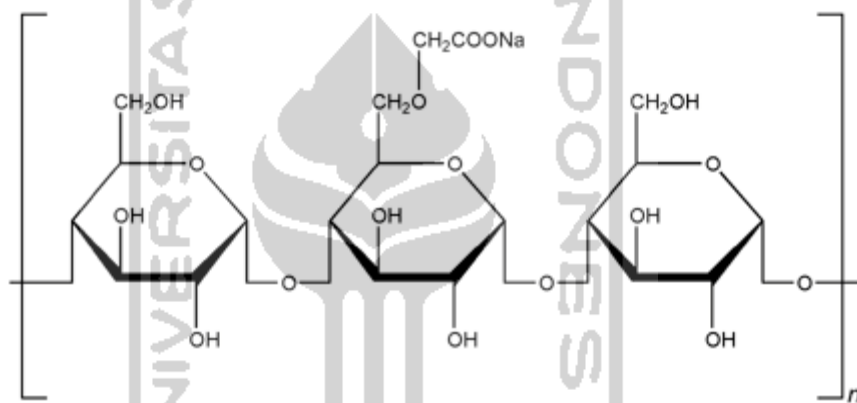


**Gambar 3.** Struktur amilopektin<sup>(15)</sup>

Antara molekul amilum yaitu amilosa dan amilopektin terikat melalui ikatan hidrogen. Apabila dipanaskan ikatan antara amilum menjadi lemah sehingga molekul air dengan mudah masuk di antara molekul amilum. Ukuran

partikel amilum menjadi besar karena terjadi pengikatan air dan terjadi pengurangan air membentuk jaringan 3 dimensi<sup>(16)</sup>.

Untuk mendapatkan sifat pengembangan yang lebih baik serta untuk meningkatkan kecepatan disintegrasi, amilum biasanya dimodifikasi dengan metil karboksil dengan cara *cross linking*. Produk yang telah tersedia dipasarannya contohnya primojel (*sodium starch glycolate*) yaitu hasil modifikasi amilum dengan substitusi karboksimetil. Kelebihan bahan penghancur ini adalah pada daya pengembangannya yang sangat tinggi, dan konsentrasi yang ditambahkan besar, akan terbentuk suatu lapisan gel yang tebal akibat dari proses pengembangan (*gelling*) dan akan menurunkan waktu hancur tablet serta disolusi<sup>(14)</sup>. Gambar 4 menunjukkan struktur sodium starch glycolate.



**Gambar 4.** Struktur sodium starch glycolate<sup>(17)</sup>.

### 3. Amprotab

Merupakan nama dagang dari amilum manihot diperoleh dari umbi akar *Manihot utilisima* P. atau beberapa spesies manihot lain. Amilum manihot berupa serbuk halus, kadang-kadang gumpalan serbuk, warna putih tidak berbau, tidak berasa, praktis tidak larut dalam air dingin dan etanol. Secara mikroskopi amilum ini berupa butir tunggal, agak bulat atau bersegi banyak, hilus ditengah berupa titik, garis lurus, atau bercabang tiga, konsentris, butir majemuk sedikit terdiri dari 2 atau 3 butir tunggal yang tidak sama bentuknya, untuk penyimpanan dapat disimpan dalam wadah tertutup rapat.

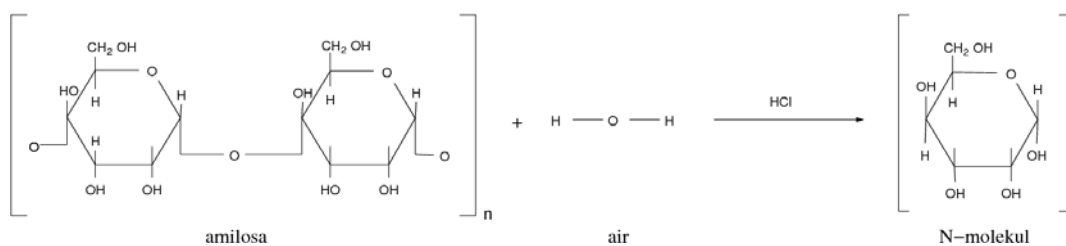
Amilum manihot biasa digunakan sebagai bahan penghancur, pengisi, dan pelincir dalam pembuatan tablet. Kekuatan amprotab karena terjadi aksi kapiler. Aksi kapiler ini akan membentuk suatu cairan yang masuk ke dalam tablet, aksi

ini akan melawan aksi bahan pengikat dan aksi ini akan membantu pengembangan dari beberapa komponen yang akan membantu hancurnya tablet. Amilum memiliki sifat hidrofilik yang mempunyai kemampuan menyerap air dan membentuk pori-pori dalam tablet. Hal ini akan meningkatkan penetrasi air ke dalam tablet, sehingga akan mempercepat waktu hancur tablet.

#### 4. Metode Hidrolisis Asam

Amilum digunakan secara luas dalam industri pangan. Terdapat dua jenis amilum yang sering digunakan di industri farmasi yaitu amilum alami dan amilum modifikasi. Amilum dalam bentuk alami (*native starch*) adalah amilum yang dihasilkan dari sumber umbi-umbian dan belum mengalami perubahan sifat fisik dan kimia atau diolah secara kimia-fisik. Amilum alami banyak digunakan di industri farmasi sebagai bahan pengisris (*filler*) dan pengikat (*binder*) dalam pembuatan tablet, pil dan kapsul. Amilum alami mempunyai dua keterbatasan besar dalam membentuk tablet yang baik, yaitu tidak mempunyai sifat fluiditas (daya alir) dan kompresibilitas<sup>(2)</sup>. Amilum termodifikasi adalah amilum yang telah mengalami perlakuan secara fisik ataupun kimia yang bertujuan untuk mengubah salah satu atau lebih sifat fisik atau kimia yang penting dari amilum.

Metode hidrolisis asam yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pemutusan ikatan polisakarida dari amilum menjadi penyusunnya (monosakarida) oleh air dengan bantuan asam sebagai katalisatornya. Asam yang dipilih adalah asam klorida (HCl). Gambar 5 menunjukkan rekasi hidrolisa asam pada amilum.



**Gambar 5.** Reaksi hidrolisis asam pada amilum<sup>(14)</sup>.

Amilum termodifikasi dengan hidrolisis asam klorida menghasilkan amilum yang strukturnya lebih renggang, sehingga air lebih mudah menguap pada waktu pengeringan. Struktur amilum yang agak rapat memiliki daya ikat air yang

lebih tinggi, selain itu terjadi pemutusan ikatan hidrogen pada rantai linier dan berkurangnya daerah amorf yang mudah dimasuki air<sup>(2)</sup>. Pada amilum termodifikasi akan menghasilkan molekul-molekul glukosa yang menyebabkan permukaan untuk tempat terjadinya ikatan hidrogen menjadi lebih luas, ini dapat dilihat pada uji kekerasan tabletnya.

Salah satu sifat amilum adalah tidak larut dalam air dingin, karena molekulnya berantai lurus atau bercabang tidak berpasangan, sehingga membentuk jaringan yang mempersatukan granula amilum. Selain itu, kesulitan dalam penggunaan amilum adalah selain pemasakannya memakan waktu yang cukup lama, pasta yang terbentuk juga cukup keras, karena itu pati tersebut perlu dilakukan modifikasi agar diperoleh sifat-sifat yang cocok untuk aplikasi tertentu<sup>(2)</sup>. Sifat-sifat yang diinginkan amilum yang memiliki viskositas yang stabil pada suhu tinggi dan rendah<sup>(18)</sup>. Dengan demikian, amilum memiliki kegunaan yang lebih banyak pada industri makanan dan farmasi.

## **B. Landasan Teori**

Studi sebelumnya tentang pemakaian amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus* Urban) sebagai bahan pengikat pada tablet memberikan hasil yang cukup baik sebagai alternatif bahan pengikat, bahkan hasilnya lebih baik daripada amilum singkong. Namun dalam penggunaan amilum alami (*native*) dapat menyebabkan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan retrogradasi, sineresis, kestabilan rendah, dan ketahanan pasta yang rendah terhadap pH dan perubahan suhu. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian terhadap kemungkinan penggunaan amilum bengkuang yang dimodifikasi secara hidrolisis asam. Metode hidrolisis asam lebih menghemat biaya dibandingkan dengan metode hidrolisis pati dengan enzim, disamping itu metode ini tidak membutuhkan tenaga banyak karena peralatannya yang sederhana.

Dalam penelitian ini diuji sifat fisikokimia amilum bengkuang sesudah dilakukan modifikasi hidrolisis asam. Apakah modifikasi amilum bengkuang secara hidrolisis asam menghasilkan sifat fisikokimia yang lebih baik dibanding pada penelitian sebelumnya yang tanpa modifikasi secara hidrolisis asam, sehingga memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan baku sediaan farmasi.

### C. Hipotesis

Karakteristik fisikokimia dan karakteristik granul amilum bengkang yang telah dimodifikasi dengan metode hidrolisis asam memiliki potensi yang sama seperti amilum standar (Amprotab) dan lebih baik kualitasnya dibanding dengan amilum bengkang alami sehingga dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam sediaan farmasi.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Bahan dan Alat**

##### **1. Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bengkung (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) yang diperoleh dari daerah Giwangan Yogyakarta sebagai bahan baku pembuatan eksipien tablet, amilum standar Amprotab (kualitas farmasetik), aquadest, etanol 96 % (kualitas farmasetik), iodine LP, NaOH 2 M, HCl 2 M, etanol 80%.

##### **2. Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat gelas, parutan besi, baskom, ayakan serbuk, alat penyaring, pompa vakum, oven, stopwatch, *sieving machine* (Retsch AS200 Basic), neraca analitik Dragon 204 (Mettler Toledo), termometer (celcius), mortar, stamper, kompor listrik, cawan porselen, *sentrifuge*, *waterbath*, *Hardness Tester* (Vanguard type YD-2), mesin tablet *single punch* (Korsh EK0), *moisture balance*, *Dual tap density Type DTD-22*.

#### **B. Cara Penelitian**

##### **1. Pembuatan amilum bengkung alami**

Amilum bengkung dibuat dengan bengkung dikupas sampai bersih kemudian diparut sampai halus. Hasil parutan bengkung direndam dengan air selama  $\pm 3$  jam. Setelah itu disaring menggunakan saringan kain kasa halus, diperas dan filtrat hasil saringan ditampung. Ampas bengkung ditambah dengan aquades dan diperas kembali. Filtrat didiamkan sampai mengendap sempurna selama  $\pm 24$  jam. Endapan amilum bengkung yang diperoleh dikeringkan dalam oven dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam (2 hari). Setelah endapan kering dilanjutkan dengan menghaluskan endapan amilum kering tersebut dengan mortar dan stamper, diperoleh serbuk amilum bengkung.

## 2. Pembuatan amilum bengkuang modifikasi dengan metode hidrolisis asam

Suspensi pati dibuat dengan perbandingan pati dan air 1:20 kemudian ditambahkan HCl 2 M sampai pH 2 tercapai. Campuran tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 55°C selama 3 jam. Selanjutnya dinetralkan dengan NaOH 2 M dan etanol 80% dengan perbandingan 1:2 dan disaring dengan bantuan pompa vakum. Residu yang tidak tersaring kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 50 °C selama 24 jam, kemudian dihaluskan<sup>(2)</sup>.

### a. Perhitungan NaOH 2M = 2 mol/L

$$\begin{aligned}g &= n \times \text{BM} \\ &= 2 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} \\ &= 80 \text{ g/L} = 40 \text{ mg/500ml}\end{aligned}$$

Cara pembuatan, timbang NaOH seberat 40 mg lalu masukkan ke dalam labu labu ukur 500 ml, tambahkan aquadest hingga batas 500 ml, kocok hingga larut sempurna.

### b. Perhitungan HCl 2M

$$\begin{aligned}\text{Konsentrasi} &= 35,4\% \text{ b/b} \\ \text{BJ} &= 1,18 \text{ g/ml} = 1,18 \times 10^3 \text{ g/L} \\ \text{BM} &= 36,46 \\ M &= \frac{0,354}{36,46} \times 1,18 \cdot 10^3 = 11,457 \text{ M} \\ V_1 \cdot M_1 &= V_2 \cdot M_2 \\ V_1 &= \frac{500 \text{ ml} \times 2 \text{ M}}{11,457 \text{ M}} \\ &= 87,28 \text{ ml}\end{aligned}$$

Cara pembuatan, ambil HCl sebanyak 87,28 ml, lalu masukkan ke dalam labu ukur 500 ml kemudian tambahkan aquadest hingga batas 500 ml, kocok hingga tercampur sempurna.

## 3. Pemeriksaan sifat fisikokimia amilum (bengkuang dan amprotab)

### a. Organoleptis

Dilakukan dengan mengamati bentuk, warna, bau dan rasa. Hasil pemeriksaan dibandingkan dengan hasil pemeriksaan Amprotab (amilum standar).

**b. Kelarutan**

Diuji kelarutan amilum dalam air dan etanol 96%. Amilum dimasukkan ke dalam air dan juga etanol 96% sesuai dengan perbandingan pada Tabel I kemudian di stirrer dan diamati kelarutan amilum dalam air dan etanol 96%.

**Tabel I.** Istilah perkiraan kelarutan<sup>(4)</sup>

Kelarutan	bagian pelarut untuk 1 bagian larutan (ml)
sangat larut	< 1
mudah larut	1-10
Larut	10-30
agak larut	30-100
sukar larut	100-1000
sangat sukar larut	1000-10000
praktis tidak larut	>10000

**c. Pemeriksaan ukuran partikel**

Disusun ayakan dari mesh 20, 40, 60, 80, 100. Ditimbang 50 g amilum, lalu diletakkan pada mesh terbesar. Selanjutnya mesin dijalankan selama 3 menit, kemudian amilum ditimbang pada masing-masing mesh<sup>(19)</sup>.

**d. Sifat alir**

1. Sudut diam

Sebanyak 100 gram amilum dimasukkan ke dalam corong elementasi, kemudian penutup lubang bagian bawah dibuka perlahan. Selanjutnya serbuk keluar melewati lubang dan ditampung di atas kertas milimeterblok, kemudian diukur tinggi (h) dan jari-jari timbunan (r). Lalu sudut diam dihitung dengan rumus<sup>(20)</sup>.

$$\tan \alpha = \frac{\text{tinggi kerucut (h)}}{\text{jari-jari kerucut (r)}} \dots \dots \dots (1)$$

2. Waktu alir

Sebanyak 100 gram amilum dimasukkan ke dalam corong elementasi, kemudian penutup lubang bagian bawah dibuka perlahan. Selanjutnya serbuk keluar melewati lubang dan dicatat waktu dari pertama kali serbuk keluar sampai habis dengan menggunakan *stopwatch*.



e. Pengetapan

Amilum dimasukkan ke dalam gelas ukur sampai batas 100 ml. lalu diletakkan di atas alat tapping dan motor dijalankan. Kemudian di catat pengurangan volume amilum akibat pengetapan pada waktu-waktu tertentu hingga didapatkan T konstan dan hasilnya dinyatakan dengan harga  $T\%$ <sup>(21)</sup>.

$$T = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Di mana  $V_0$  adalah volume serbuk awal dan  $V_1$  adalah volume serbuk setelah pengetapan.

f. Daya kembang (*swelling*)

1. Kekuatan *swelling*

Dilakukan pengaturan suhu yang diinginkan pada inkubator (65-95°C). Ditimbang 2 gram amilum, kemudian ditambahkan 98 ml aquadest, diaduk sampai homogen. Diambil 50 ml suspensi, kemudian dimasukkan pada inkubator setelah suhu yang diinginkan konstan. Ditunggu sampai 30 menit. Setelah 30 menit diambil 25 ml dari sampel, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan disentrifugasi selama 20 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Kemudian dihitung berat sedimen yang diperoleh<sup>(22)</sup>.

2. Kapasitas *swelling*

Ditimbang 1 gram amilum, dimasukkan dalam gelas ukur 5 ml. kemudian dicatat volumenya ( $V_1$ ), setelah itu dicampur dengan 5 ml air. Didiamkan selama 24 jam, kemudian dihitung volume dari sedimen ( $V_2$ )<sup>(22)</sup>.

$$Swelling\ capacity\ (S) = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

$V_1$  adalah volume sebelum pengembangan dan  $V_2$  adalah volume setelah pengembangan.

g. pH

Sebanyak 2 gram amilum dilarutkan dalam 100 ml aquadest selama 5 menit kemudian cairan supernatant di uji menggunakan pH meter<sup>(4)</sup>.

h. Identifikasi iodium

Serbuk amilum ditambahkan dengan pereaksi iodium, diamati perubahan warna yang terbentuk pada amilum bengkuang dan amilum standar (Amprotab).

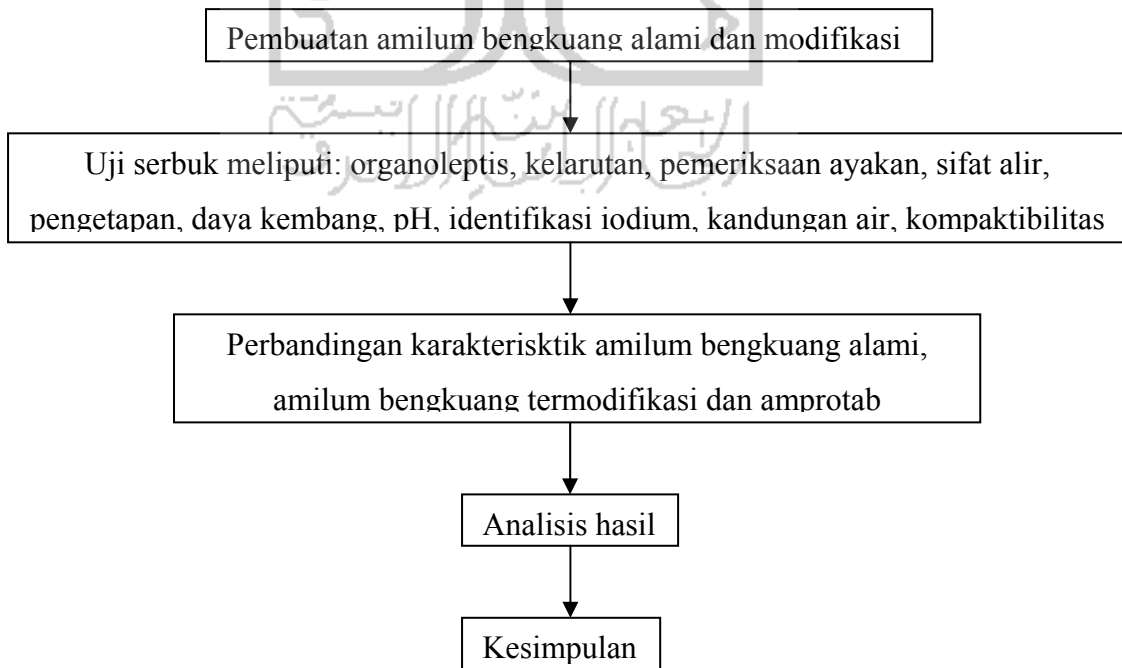
i. Pemeriksaan kandungan air

Uji kandungan air ini menggunakan alat *moisture balance*. Caranya ditimbang 0,5 gram serbuk amilum, kemudian diletakkan di dalam alat, lalu dijalankan alat sampai didapat nilai susut pengeringan yang dinyatakan dalam (%).

j. Kompaktibilitas

Ditimbang 0,5 gram serbuk amilum kemudian dimasukkan ke dalam *die* mesin pencetak tablet. Lalu diatur *punch* atas dari skala terbesar (skala 10), kemudian diputar mesin pencetak tablet dengan kekuatan maksimal. Tablet yang dicetak diukur kekerasannya menggunakan *hardness tester*. Dilakukan penabletan pada skala dibawahnya sampai dihasilkan tablet yang rapuh.

Secara garis besar jalannya penelitian dibagi menjadi beberapa tahap. Tahap-tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:



**Gambar 6.** Skema tahapan penelitian

### C. Analisis Hasil

Analisis data yang diperoleh dari pengujian berbagai parameter tersebut dilakukan dengan cara deskriptif komparatif yaitu data tersebut dibandingkan terhadap persyaratan-persyaratan yang ada dalam Farmakope Indonesia dan kepustakaan lainnya seperti USP dan jurnal pendukung. Analisis yang dilakukan meliputi uji organoleptis, kelarutan, identifikasi iodium, pemeriksaan ayakan, sifat alir serbuk, pengetapan, daya kembang, kandungan air, pH dan uji kompaktilitas.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian karakteristik fisikokimia amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) sebagai bahan tambahan dalam formulasi sediaan farmasi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisikokimia amilum bengkuang dibandingkan dengan amprotab, kemudian disesuaikan dengan persyaratan pada Farmakope Indonesia dan literatur lainnya seperti USP, BNF, dan jurnal-jurnal pendukung. Bengkuang merupakan tumbuhan yang umum dibudidayakan dan tumbuh subur di negara tropis seperti Indonesia.

Tanaman bengkuang yang digunakan dalam penelitian terlebih dahulu dideterminasi untuk memastikan jenis spesies tanaman tersebut. Determinasi dilakukan oleh peneliti di Laboratorium Biologi Farmasi Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan buku panduan yaitu *Flora of Java*<sup>(23)</sup>. Hasil determinasi sebagai berikut: 1b-2b-3b-4b-6b-7b-9b-10b-11b-12b-13b-14a-15b. Golongan 9. Daun-daun majemuk tersebar 197b-208b-219b-220b-224b-225b-227b-229b-230a-231a-232b-233a. Famili 60. Papilionaceae 1b-5a-6b-7b-9b-10b-11b-12b-13a-14a. Genus: *pachyrrhizuz*. Spesies: *pachyrrhizuz erosus* Urban

Berdasarkan hasil determinasi, diketahui bahwa tanaman bengkuang yang digunakan dalam penelitian berasal dari family Fabaceae dengan jenis spesies yaitu *Pachyrrhizuz erosus*.

Amilum biasa diformulasikan sebagai bahan tambahan sediaan tablet karena fungsinya yang multifungsi dapat digunakan sebagai bahan pengisi, bahan pengikat, maupun bahan penghancur. Amilum sangat luas pemakaiannya karena bersifat inert dan dapat dicampur dengan hampir semua obat tanpa menimbulkan terjadinya reaksi kimia. Oleh karena itu, dilakukan penelitian membuat sediaan serbuk amilum dari bengkuang (*Pachyrrhizuz erosus*, Urban).

Bengkuang yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 30 kg dan diperoleh amilum sebanyak 450 gram, pengeringan dilakukan dalam oven selama 48 jam (2 hari) pada suhu 60°C kemudian dihaluskan hingga terbentuk amilum bengkuang alami. Sebagian amilum bengkuang alami yang didapat dimodifikasi menggunakan metode hidrolisis asam HCl 2M.

Hasil pemeriksaan kualitatif amilum bengkung alami dan termodifikasi dapat dilihat dalam Tabel II.

**Tabel II.** Hasil pemeriksaan sifat fisikokimia amilum bengkung dan amprotab

No	Sifat Fisikokimia	Amilum bengkung alami	Amilum bengkung modifikasi	Amprotab
1.	Organoleptis: a. Bentuk b. Warna c. Bau d. Rasa	Serbuk, hablur Putih Tidak berbau Tidak berasa	Serbuk, hablur Putih Tidak berbau Tidak berasa	Serbuk, hablur Putih Tidak berbau Tidak berasa
2.	Pemeriksaan ukuran partikel	0,275 mm	0,251 mm	0,214 mm
3.	Kandungan air (%)	10,97±0,60	9,21±0,37	13,21±0,42
4.	Kelarutan a. Air b. Etanol	Praktis tidak larut Praktis tidak larut	Praktis tidak larut Praktis tidak larut	Praktis tidak larut Praktis tidak larut
5.	Identifikasi Iodine	Ungu	Ungu	Ungu
6.	Uji Penetapan (%)	27,2±1,92	24,8±0,45	24±1,87
7.	Waktu Alir (detik)	-	-	-
8.	Sudut Diam (°)	-	-	-
9.	Kekuatan <i>Swelling</i> (gram)	3,53	3,54	3,19
10.	pH	4,6	3,6	5
11.	Kompaktibilitas	0,91±0,031	0,99±0,037	2,06±0,425

Secara rinci pemeriksaan karakteristik sifat fisikokimia amilum dapat dilakukan sebagai berikut:

### 1. Pemeriksaan Organoleptis

Uji organoleptis dilakukan untuk melihat bentuk, warna, bau, dan rasa. Hasil uji organoleptis amilum bengkung alami, modifikasi, dan amprotab menunjukkan warna, bau dan rasa yang sudah memenuhi standar persyaratan seperti dicantumkan dalam Farmakope Indonesia edisi IV, yaitu berupa serbuk sangat halus berwarna putih. Pada gambar 9 sampai dengan gambar 11 dapat dilihat bahwa semua jenis amilum bengkung yang dibuat dan amprotab mempunyai bentuk serbuk halus dan berwarna putih juga tidak mempunyai rasa dan tidak berbau. Dengan demikian, amilum bengkung yang telah diuji telah

memenuhi persyaratan organoleptis seperti yang tercantum dalam Farmakope Indonesia.



**Gambar 7.** Serbuk Amilum Bengkuang Alami



**Gambar 8.** Serbuk Amilum Bengkuang Terhidrolisis Asam



**Gambar 9.** Serbuk Amprotab

Warna dari amilum pada tumbuhan dipengaruhi oleh warna dari bahan yang akan diisolasi. Selain itu, kebersihan air yang digunakan pada proses isolasi amilum juga menentukan derajat putih amilum. Air yang baik berupa cairan

jernih, tidak berwarna dan tidak berbau. Kebersihan air yang baik selama proses isolasi akan menghasilkan amilum yang lebih putih dan kualitas yang lebih baik.

## 2. Pemeriksaan Ukuran Partikel

Pemeriksaan ayakan bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel berdasarkan susunan nomor ayakan. Ayakan disusun dari atas ke bawah (mesh terkecil ke nomor mesh tertinggi), lalu bahan diletakkan di ayakan teratas. Setelah partikel menerobos ayakan kemudian ditimbang masing-masing zat tersebut yang tertinggal di atas ayakan.

Keuntungan dari metode ini adalah alat yang digunakan sangat sederhana, penggunaannya mudah dan cepat, serta pengontrolan kecepatan dan waktu pengayakan yang konstan.

**Tabel III.** Data Hasil Uji Pemeriksaan Ukuran Partikel Amilum

Jenis amilum	Diameter rata-rata
Amprotab	0,214 mm
Amilum bengkung alami	0,275 mm
Amilum bengkung modifikasi	0,251 mm

Ukuran partikel yang kecil ini membuat ketiga amilum mempunyai sifat alir yang buruk. Studi sebelumnya tentang penggunaan amilum termodifikasi sebagai bahan penolong tablet cetak langsung menunjukkan bahwa amilum yang relatif terlalu kecil dan terlalu besar tidak bisa digunakan sebagai bahan pengikat tablet cetak langsung, karena tablet yang dihasilkan terlalu rapuh. Serbuk yang terlalu kecil akan mengurangi kompresibilitas karena sifat alirnya buruk, sedangkan kalau terlalu besar akan menimbulkan banyaknya pori-pori antar partikel yang tidak bisa terisi partikel padat, sehingga membuat massa tablet yang kurang kompak<sup>(24)</sup>.

Ketiga amilum yang diujikan, serbuk amprotab yang memiliki ukuran paling besar sehingga baik dijadikan sebagai bahan pengikat dan pengisi karena dengan ukuran partikel yang lebih besar akan memiliki sifat alir lebih yang baik. Sedangkan ukuran partikel yang paling kecil yaitu serbuk amilum bengkung termodifikasi harus diubah menjadi bentuk granul terlebih dahulu untuk menghasilkan sifat alir yang lebih baik sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengikat maupun bahan pengisi sediaan tablet.

### 3. Kandungan Air

Uji kandungan air digunakan untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam amilum karena dalam bahan yang lembab mudah terkontaminasi oleh bakteri, dan air merupakan media yang tepat bagi bakteri untuk dapat berkembang biak. Tingginya kadar air dapat menyebabkan instabilitas suatu obat, sehingga akan mempengaruhi zat aktif untuk mengalami peruraian secara kimia.

**Tabel IV.** Data Hasil Uji Kandungan Air Amilum

Jenis amilum	Kandungan air
Amilum bengkuang alami	10,97% ± 0,60
Amilum bengkuang termodifikasi	9,21% ± 0,37
Amprotab	13,21% ± 0,42

Kandungan air merupakan penetapan kadar air dengan pengukuran sisa zat setelah pengeringan pada temperatur 105°C sampai berat konstan yang dinyatakan sebagai nilai persen. Hasil penelitian di dapatkan data kandungan air amilum bengkuang alami diperoleh sebesar 10,97 %; amilum bengkuang modifikasi diperoleh sebesar 9,21 %; sedangkan amprotab diperoleh sebesar 13,21 %. Amilum termodifikasi dengan hidrolisis asam klorida menghasilkan amilum yang strukturnya lebih renggang, sehingga air lebih mudah menguap pada waktu pengeringan. Farmakope Indonesia IV menyatakan bahwa persyaratan kandungan air maksimal 15%, oleh karena itu baik amilum bengkuang alami, amilum bengkuang yang telah dimodifikasi, dan amprotab telah memenuhi persyaratan.

Kelembaban merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pemilihan bahan pengisi. Gaya adhesi dan kohesi serbuk ditimbulkan akibat gaya Van Der Waals antar partikel yang berpengaruh pada terjadinya penghambatan aliran partikel serbuk dan juga hambatan-hambatan dalam penyusunan partikel serbuk. Peningkatan gaya adhesi dan kohesi serbuk disebabkan karena tingginya kelembaban, hal ini menyebabkan daya tarik menarik antar partikel serbuk meningkat sehingga semakin buruk aliran partikel serbuknya.



**Tabel V.** Data statistik uji kandungan air amilum

**Multiple Comparisons**  
Kandungan Air  
Tukey HSD

(I) amilum	(J) amilum	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Amilum bengkung alami	Amilum bengkung termodifikasi	1.76000*	.30070	.000	.9578	2.5622
	Amprotab	-2.23200*	.30070	.000	-3.0342	-1.4298
Amilum bengkung termodifikasi	Amilum bengkung alami	-1.76000*	.30070	.000	-2.5622	-.9578
	Amprotab	-3.99200*	.30070	.000	-4.7942	-3.1898
Amprotab	Amilum bengkung alami	2.23200*	.30070	.000	1.4298	3.0342
	Amilum bengkung termodifikasi	3.99200*	.30070	.000	3.1898	4.7942

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

Hasil pengujian, amprotab memiliki kandungan air yang lebih besar dibanding amilum bengkung alami dan amilum bengkung termodifikasi, hal ini menyebabkan amprotab lebih sulit mengalir. Sedangkan amilum bengkung alami memiliki kandungan air lebih besar daripada amilum yang sudah dimodifikasi, kelembaban yang rendah ini dapat menghasilkan sifat alir yang baik sehingga amilum bengkung yang telah dimodifikasi cocok digunakan sebagai bahan pengisi tablet dan bahan pengikat.

#### 4. Pemeriksaan Kelarutan

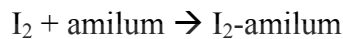
Masing-masing amilum dimasukkan ke dalam pelarut, kemudian dilihat apakah pelarut melarutkan atau tidak. Hasil uji amilum menunjukkan bahwa ketiga amilum praktis tidak larut dalam air dan etanol. Kandungan amilosa pada amilum larut dalam air sedangkan amilopektin tidak larut dalam air karena dalam air amilopektin membentuk massa gelatinous. Karena dalam kedua amilum tersebut mempunyai kandungan amilopektin lebih besar daripada amilosa yang sudah dibuktikan pada uji identifikasi iodine, sehingga amilum tidak larut dalam air.

Dalam Farmakope Indonesia edisi IV, kelarutan amilum adalah praktis tidak larut dalam air dingin dan dalam etanol maka ketiga amilum telah memenuhi persyaratan kelarutan.

## 5. Identifikasi Iodine

Amilum dengan iodium akan membentuk kompleks amilum-iod yang berwarna, warna yang ditimbulkan dapat berbeda-beda tergantung perbedaan jumlah amilosa dan amilopektin. Amilopektin dengan iodium akan berwarna merah ungu, sedangkan amilosa dengan iodium akan berwarna biru kelam<sup>(25)</sup>.

Pada pemeriksaan, amilum bengkuang alami, termodifikasi, dan amprotab menghasilkan warna ungu, karena pada ketiga amilum tersebut lebih banyak mengandung amilopektin dibandingkan amilosa. Reaksi yang terjadi adalah:



## 6. Pengetapan

Indeks pengetapan adalah harga yang diperoleh berdasarkan penataan granul dalam suatu wadah sebelum dan sesudah diberi getaran mekanik. Besar kecilnya harga indeks pengetapan ditentukan oleh kemampuan granul untuk menata diri dalam mengisi ruang antar partikel saat terjadinya getaran pada volumenometer. Partikel yang berbentuk sferis dengan ukuran granul yang besar biasanya akan lebih mudah mengalir pada saat penuangan ke dalam volumenometer sehingga lebih mudah menata diri, dan ketika diberi hentakan tidak menyebabkan terjadinya penurunan volume yang besar.

Jumlah *finer* juga berpengaruh pada besar kecilnya indeks pengetapan, jika jumlah *finer* terlalu banyak maka akan menaikkan harga indeks pengetapan. Dengan adanya *finer* ini akan mengisi ruang antar granul dan akan meningkatkan kemampuan granul untuk memampatkan lebih rapat sehingga menaikkan indeks pengetapan.

Uji pengetapan ditunjukkan dengan harga indeks pengetapan (T %) makin kecil harga indeks pengetapan maka sifat alirannya makin baik. Besar kecilnya harga indeks pengetapan ditentukan dari kemampuan granul untuk mengisi ruang antar partikel dan memampatkan partikel secara lebih rapat.

Harga indeks pengetapan yang kecil menunjukkan bahwa granul dapat menata diri dengan baik sehingga pada waktu uji pengetapan tidak memberikan penurunan volume yang besar. Granul dengan indeks pengetapan kurang dari 20% mempunyai sifat alir yang baik.

**Tabel VI.** Klasifikasi *Carr index*

Indeks pengetapan	Deskripsi	Keterangan
5-12	Sangat bagus	
12-16	Bagus	
18-21	Agak bagus	Perlu penambahan glidan
23-25	Kurang bagus	Perlu penambahan glidan
33-38	Tidak bagus	
>40	Sangat tidak bagus	

Tingginya nilai pengetapan dikarenakan ukuran amilum yang terlalu kecil dan bentuk partikelnya yang halus. Serbuk dengan ukuran yang lebih besar dan berbentuk sferis biasanya akan lebih mudah mengalir dan menata diri sehingga ketika diberi hentakan tidak terjadi penurunan volume yang besar.

**Table VII.** Data Hasil Uji Pengetapan Amilum

Jenis Amilum	Nilai T (%)	CI (%)	Ratio hausner
Amprotab	24	23,96	1,31
Bengkuang alami	27,2	27,23	1,37
Bengkuang modifikasi	24,8	24,83	1,33

Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel VI menunjukkan bahwa dari uji pengetapan amilum bengkuang alami, amilum bengkuang termodifikasi, maupun amprotab memiliki nilai T % lebih dari 20 %. Dilihat dari nilai *Carr index*, baik amilum bengkuang alami, amilum bengkuang termodifikasi maupun amprotab masuk dalam klasifikasi kurang bagus sehingga perlu penambahan glidan.

**Tabel VIII.** Data Statistik Hasil Uji Pengetapan Amilum

Multiple Comparisons  
pengetapan  
Tukey HSD

(I) amilum	(J) amilum	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
amilum bengkuang alami	amilum bengkuang termodifikasi	2.40000	.99331	.077	-.2500	5.0500
	amprotab	3.20000*	.99331	.019	.5500	5.8500
amilum bengkuang termodifikasi	amilum bengkuang alami	-2.40000	.99331	.077	-5.0500	.2500
	amprotab	.80000	.99331	.707	-1.8500	3.4500
amprotab	amilum bengkuang alami	-3.20000*	.99331	.019	-5.8500	-.5500
	amilum bengkuang termodifikasi	-.80000	.99331	.707	-3.4500	1.8500

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

Hasil statistik menunjukkan indeks pengetapan (T%) amilum bengkuang alami lebih besar dibanding amilum bengkuang termodifikasi dan amprotab, ini menunjukkan sifat alir amilum bengkuang termodifikasi dan amprotab lebih baik

dibanding amilum bengkung alami. Akan tetapi indeks pengetapan (T%) amilum bengkung termodifikasi lebih besar dibanding amprotab, ini menunjukkan amprotab memiliki sifat alir yang lebih baik dibanding amilum bengkung termodifikasi.

Bentuk partikel juga mempengaruhi densitas bulk, partikel dengan bentuk irregular cenderung memiliki porositas besar diakibatkan rongga antar partikel yang terisi oleh udara sehingga bulk lebih kecil. Granul dengan ukuran yang lebih besar dan berbentuk sferis biasanya akan lebih mudah mengalir dan menata diri sehingga ketika diberi hentakan tidak terjadi penurunan volume yang besar.

Indeks Hausner merupakan derajat densifikasi yang dapat terjadi pada proses penabletan. Angka ini diperoleh dari ratio *tap density* dan *bulk density* pada serbuk. Semakin tinggi indeks hausner maka propensity serbuk makin besar daripada densitasnya, fenomena ini menyebabkan tablet mengalami bobot yang tidak seragam. Pada umumnya indeks hausner yang lebih dari 1,25 - 1,5 menunjukkan sifat alir yang sedang.

Merujuk pada Tabel VII, dapat disimpulkan sifat alir amilum bengkung yang dihidrolisis dengan asam lebih baik dibanding amilum bengkung alami. Sifat alir yang baik ini menyebabkan amilum yang telah dimodifikasi cocok digunakan sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat.

## **7. Waktu Alir**

Waktu alir digunakan untuk mengetahui mengalirnya sejumlah serbuk atau granul pada alat yang dipakai karena merupakan faktor yang sangat mempengaruhi pengisian ruang kompresi yang nantinya akan berpengaruh terhadap keseragaman bobot tablet yang dihasilkan. Mudah tidaknya serbuk mengalir dipengaruhi oleh bentuk serbuk, sifat permukaan granul, *density*, dan kelembaban granul. Bentuk sferis akan memperkecil luas permukaan partikel yang bersinggungan sehingga akan menurunkan gaya gesek antar partikel akibatnya granul mudah mengalir. Pada umumnya untuk 100 gram granul atau serbuk dengan waktu alir kurang dari 10 detik maka dikatakan mempunyai waktu alir yang baik dan mudah untuk dilakukan penabletan.

**Tabel IX.** Data Hasil Uji Waktu Alir

Jenis amilum	Waktu alir (s)
Amprotab	0
Amilum bengkuang alami	0
Amilum bengkuang modifikasi	0

Hasil penelitian yang dilakukan pada amilum bengkuang alami, amilum bengkuang termodifikasi, serta amprotab, waktu alirnya tidak dapat diukur atau tidak mengalir. Hal ini dikarenakan ketidakseragaman dan semakin kecilnya ukuran serbuk sehingga akan menghasilkan daya kohesifitas sehingga serbuk akan menggumpal dan tidak mudah mengalir. Karena waktu alir dari ketiga amilum tersebut tidak dapat diukur, maka ketiganya tidak cocok digunakan sebagai bahan pengisi sediaan tablet.

Waktu alir memegang peranan penting dalam pengisian granul ke dalam ruang kompresi yang pada gilirannya akan menentukan keseragaman bobot tablet. Apabila serbuk mempunyai sifat alir yang baik maka pengisian pada ruang kompresi akan menjadi baik sehingga sediaan yang dihasilkan mempunyai bobot yang seragam.

### **8. Sudut Diam**

Sudut diam merupakan sudut tetap yang terjadi antara timbunan partikel bentuk kerucut dengan bidang horizontal bila sejumlah serbuk atau granul dituang dalam alat pengukur. Besar kecilnya sudut diam dipengaruhi oleh bentuk, ukuran dan kelembaban granul atau serbuk<sup>(20)</sup>.

Granul akan mengalir dengan baik apabila mempunyai sudut diam antara 25°-40°. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap sudut diam yaitu gaya tarik menarik dan gaya gesek antar partikel. Jika gaya tarik menarik antar partikel serta gaya gesek antar partikel kecil maka granul akan lebih mudah mengalir.

Pada penelitian ini diperoleh bahwa amilum bengkuang alami, termodifikasi, dan amprotab (amilum standar) tidak ada serbuk yang mengalir dari mulut corong, sehingga amilum tidak dapat diukur sudut diamnya. Hal ini dikarenakan ketidakseragaman dan semakin kecilnya ukuran serbuk sehingga akan menghasilkan daya kohesifitas sehingga serbuk akan menggumpal dan tidak mudah mengalir.

## 9. Pengembangan Amilum

Kelarutan dinyatakan dengan jumlah amilosa, sedangkan kekuatan pengembangan dinyatakan dengan jumlah amilopektin<sup>(26)</sup>. Kekuatan swelling dari sampel amilum akan meningkat pada saat temperature inkubasi dinaikkan. Seperti diketahui bahwa amilum tidak larut dalam air dingin, ditandai dengan struktur kristal amilum. Molekul dari tepung akan mulai menyatu dengan air pada saat temperature dinaikkan, sehingga amilosa dan amilopektin akan dipisahkan dalam suspensi ini. Pada temperature yang tinggi suspensi dan kelarutan dari amilum akan meningkat. Serbuk amilum akan mulai mengembang dikarenakan mempunyai sifat mengabsorpsi air kemudian mengembang dan dapat menghasilkan efek kapilaritas.

Pengembangan secara umum dapat menggambarkan kemampuan disintegrasi tablet yang salah satunya dapat ditentukan oleh kapasitas pengembangan. Kapasitas pengembangan dapat dilihat dengan adanya peningkatan volume dari suspensi amilum.

### a. *Swelling Power*

Amilum terdiri atas dua macam polisakarida yang kedua-duanya adalah polimer dari glukosa, yaitu amilosa (kira-kira 20-28%) dan sisanya amilopektin<sup>(27)</sup>. Amilosa dapat mempengaruhi proses pengembangan pati dan tingkat kekentalan pati. Amilosa berperan dalam pembentukan gel sedangkan amilopektin membentuk sifat viskoelastis. Semakin besar kadar amilosa semakin kecil kemampuan mengembangnya pati dan kekuatan gel semakin rendah. Peningkatan kadar amilosa mengurangi daya ikat pati dan menurunkan kekuatan gel.

Pada uji kekuatan *swelling* amilum bengkuang dan amprotab diperoleh bahwa hasil pengendapan amilum bengkuang alami sebesar 3,53 gram, amilum bengkuang termodifikasi 3,54 gram, dan amprotab 3,19 gram. Berat pengendapan amilum bengkuang lebih besar dari amprotab, dan amilum bengkuang termodifikasi berat pengendapannya lebih besar dari amilum bengkuang alami. Sehingga, kekuatan pengembangan amilum bengkuang termodifikasi lebih besar dibandingkan amilum bengkuang alami dan amprotab. Hal ini dikarenakan kadar

amilopektin yang lebih besar pada amilum bengkung termodifikasi. Penurunan kadar amilosa ini disebabkan karena terjadinya pemutusan ikatan glukosida pada rantai amilosa, rantai tersebut merupakan penyusun sebagian besar daerah amorf yang mudah dimasuki air dan senyawa yang terlarut didalamnya. Kandungan amilosa mempengaruhi kekentalan gel yang terbentuk. Semakin rendah kandungan amilosa, maka kekentalan gel semakin besar.

#### *b. Swelling Capacity*

Pengembangan secara umum dapat menggambarkan kemampuan disintegrasi tablet yang salah satunya dapat ditentukan oleh kapasitas pengembangan. Kapasitas pengembangan dapat dilihat dengan adanya peningkatan volume dari suspensi amilum.

Dari pemeriksaan diperoleh bahwa kapasitas swelling dari amilum bengkung alami sebesar 5,26 % dan amilum bengkung termodifikasi 15,79 %. Kapasitas pengembangan yang diperoleh amilum bengkung termodifikasi lebih besar dibandingkan dengan amilum bengkung alami. Penurunan kadar amilosa pada amilum bengkung termodifikasi mempengaruhi kekentalan gel yang terbentuk. Semakin rendah kandungan amilosa, maka kekentalan gel semakin besar. Sehingga, kemampuan amilum bengkung termodifikasi sebagai bahan penghancur lebih besar dibandingkan amilum bengkung alami.

#### **10. pH**

Hasil uji diperoleh pH amilum bengkung alami 4,6, amilum bengkung termodifikasi 3,6, dan amprotab diperoleh pH 5. Pada amilum bengkung yang dimodifikasi dengan hidrolisis asam menghasilkan pH yang menjadi lebih asam dibandingkan dengan amilum bengkung alami dikarenakan adanya penambahan asam pada proses hidrolisis, sedangkan amprotab mendekati pH netral. pH netral diharapkan amilum tidak mengganggu stabilitas zat aktif.

Mengacu pada literature yang lain, pH amilum sebagai bahan tambahan adalah 5,5-6,5 untuk 2% w/v disperse air amilum jagung pada suhu 25°C<sup>(25)</sup>. Hasil yang diperoleh berbeda signifikan dengan persyaratan pH amilum.

## 11. Kompaktibilitas

Amilum merupakan bahan tambahan yang sangat luas pemakaiannya karena bersifat inert dan dapat dicampur dengan hampir semua obat tanpa terjadinya reaksi. Adapun kekurangannya adalah pada sifat alir dan kompresibilitas kurang baik sehingga tablet yang kadar amilumnya besar, kekerasannya menurun, maka penggunaannya sebagai bahan pengisis terbatas, lebih banyak digunakan sebagai bahan penghancur dengan kadar 5-20 %<sup>(20)</sup>.

Sifat khas amilum adalah menyebabkan zat tidak larut air menjadi mudah menarik air, di samping itu juga mempunyai sifat membantu pembentukan kapiler-kapiler, dengan demikian dapat menarik cairan ke dalam tablet.

Kompaktibilitas adalah kemampuan bahan untuk membentuk massa yang kompak setelah diberi tekanan. Uji kompaktibilitas dilakukan untuk mengetahui mudah atau tidaknya granul dikempa menjadi tablet. Kompaktibilitas suatu campuran digambarkan dengan kekerasan tablet. Bahan yang bersifat kompaktibel adalah bahan dengan tekanan kecil sudah memberikan kekerasan tertentu. Uji kompaktibilitas dilakukan pada mesin dengan mengubah-ubah kedalaman *punch* atas yang turun ke dalam ruang kompresi (*die*). Volume masing-masing serbuk yang dimasukkan ke dalam ruang kompresi (*die*) dibuat sama, karena akan berpengaruh pada kekerasan yang dihasilkan. Pada tekanan kompresi yang sama, semakin keras tablet semakin baik kompaktibilitasnya.

**Tabel X.** Data Hasil Uji Kompaktibilitas Amilum

Jenis amilum	Skala (kg)		
	5	6	7
Amprotab	0,94 ± 0,03	1,07 ± 0,03	2,06 ± 0,43
Amilum bengkuang alami	0,91 ± 0,01	0,89 ± 0,02	0,91 ± 0,03
Amilum bengkuang modifikasi	0,00 ± 0,00	0,88 ± 0,01	0,99 ± 0,04

Kedalaman ruang kompresi dibuat sama untuk tiap pengukuran yaitu 10 ml dan diameter *punch* yaitu 12 ml. Penggunaan *punch* atas dengan skala lebih besar dari 8 membuat mesin menjadi macet karena adanya kelebihan kompresi. Sedangkan pada skala 5 tablet yang dihasilkan masih sangat rapuh karena tekanan yang diberikan kurang besar sehingga ikatan antar partikel kecil dan belum terbentuk massa yang kompak.



**Tabel XI. Data Statistik Hasil Uji Kompaktibilitas Amilum**

**Multiple Comparisons**

kompaktibilitas  
Tukey HSD

(I) amilum	(J) amilum	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
amilum bengkung alami	amilum bengkung termodifikasi	-.08400	.15633	.855	-.5011	.3331
	amprotab	-1.15200*	.15633	.000	-1.5691	-.7349
amilum bengkung termodifikasi	amilum bengkung alami	.08400	.15633	.855	-.3331	.5011
	amprotab	-1.06800*	.15633	.000	-1.4851	-.6509
amprotab	amilum bengkung alami	1.15200*	.15633	.000	.7349	1.5691
	amilum bengkung termodifikasi	1.06800*	.15633	.000	.6509	1.4851

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

Data statistik menunjukkan, daya kompaktibilitas amilum bengkung termodifikasi lebih baik dibanding amilum bengkung alami, akan tetapi daya kompaktibilitas amprotab lebih baik dibanding amilum bengkung alami dan amilum bengkung termodifikasi.

Tablet dikatakan baik apabila memiliki kekerasan 4-8 kg<sup>(28)</sup>. Semakin tinggi kekerasan tablet ikatan antar partikel penyusun tablet semakin kuat dan porositasnya semakin kecil. Jika dilihat dari hasil pengujian pada skala yang paling besar yaitu skala 7, kekerasan yang dihasilkan amilum bengkung modifikasi lebih baik dibanding amilum bengkung alami, ini menggambarkan bahwa sifat kompresibilitas dari amilum bengkung modifikasi lebih baik dibanding amilum bengkung alami.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

1. Karakteristik fisikokimia amilum bengkuang alami dan modifikasi hampir sama dilihat dari organoleptis, kelarutannya dalam air dan etanol, identifikasi dengan iodine, serta waktu alir dan sudut diamnya. Akan tetapi amilum bengkuang termodifikasi dengan hidrolisis asam memiliki karakteristik fisikokimia yang lebih baik dibanding amilum bengkuang alami dilihat dari kandungan air, uji pengetapan, kekuatan swelling dan kompaktilitasnya.
2. Karakteristik fisikokimia amilum bengkuang modifikasi dan amprotab (amilum standar) hampir sama dilihat dari segi organoleptis, kelarutannya dalam air dan etanol, identifikasi dengan iodine, serta waktu alir dan sudut diamnya. Amilum bengkuang termodifikasi dengan hidrolisis asam memiliki karakteristik fisikokimia yang lebih baik dibanding amprotab dilihat dari kandungan air dan kekuatan swellingnya. Akan tetapi amprotab memiliki karakteristik yang lebih baik dilihat dari uji pengetapan dan kompaktilitasnya.

#### **B. Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kualitas amilum bengkuang sebagai bahan pengisi, bahan pengikat, maupun bahan penghancur pada sediaan tablet.
2. Perlu dilakukan uji kandungan amilosa dan amilopektin untuk mengetahui besarnya potensi amilum bengkuang sebagai bahan penghancur dalam sediaan tablet.
3. Perlu dilakukan penelitian mengenai amilum bengkuang dengan menggunakan metode modifikasi yang lain seperti modifikasi menggunakan enzim yang lebih spesifik.

## DAFTAR PUSTAKA

- (1) Claus, E.P., Teylor, V.E.1965. *Pharmacognosy*. 5<sup>th</sup> edition. Philadelphia: Lea and Febiger. p. 66
- (2) Soebagio, B., Sriwidodo., Adhika, A.S., 2006, Pengujian Sifat Fisikokimia Pati Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr) Alami dan Modifikasi Secara Hidrolisis Asam, *Laporan Penelitian*, UNPAD, Bandung
- (3) Banker, G.S., Anderson, N.R., 1994, *Tablet* dalam Lachman, Lieberman, H.A., *Teori dan Praktek Farmasi Industri*, diterjemahkan oleh Syuatmi, S., edisi II, Universitas Indonesia, Jakarta 643-703
- (4) Anonim, 1995, *Farmakope Indonesia*, edisi IV, Departemen kesehatan Republik Indonesia, Jakarta
- (5) Hj. Lisma CH., 1995, Pemakaian Pati Bengkuang (*Pachyrrhizus erosus* urban) Sebagai Bahan Pengikat Pada Tablet Asetaminofen, *Journal Matematika dan Pengetahuan Alam*, 4 (3): 100
- (6) Fortuna T., Juszczak L., and Palasiński M., 2001, *Properties of Corn and Wheat Starch Phosphates Obtained from Granules Segregated According to Their Size*, *EJPAU*, Vol. 4.
- (7) Diang, L., 2010, Pengembangan Eksipien Sediaan Tablet dari Pati Ubi Jalar Termodifikasi secara Fisikokimia untuk Peningkatan Sifat Farmasetiknya, *Skripsi*, Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- (8) Octavia, M., 2010, Pengembangan Eksipien Sediaan Tablet dari Pati Singkong Termodifikasi secara Fisikokimia untuk Peningkatan Sifat Farmasetiknya, *Skripsi*, Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- (9) Afrianti, Leni Herliani. 2006. Pati Termodifikasi Dibutuhkan Industri Makanan.  
<http://www.pikiranrakyat.com/cetak/0704/15/cakrawala/penelitian.htm>
- (10) Kloppenburg. J., Versteegh., 1983, *Petunjuk Lengkap Mengenai Tanam-tanaman di Indonesia dan Khasiatnya sebagai Obat-obatan Tradisionil*. Yayasan Dana Sejahtera, Yogyakarta
- (11) Guzman-Ladion. Herminia., 1998, *Tanaman Obat Penyembuh Ajaib*, Indonesia Publishing House, Bandung, hal 134
- (12) Paramita D., 2011, *Bengkuang*, <http://fpk.unair.ac.id/jurnal/download.php?id=24> (diakses 17 Maret 2011)

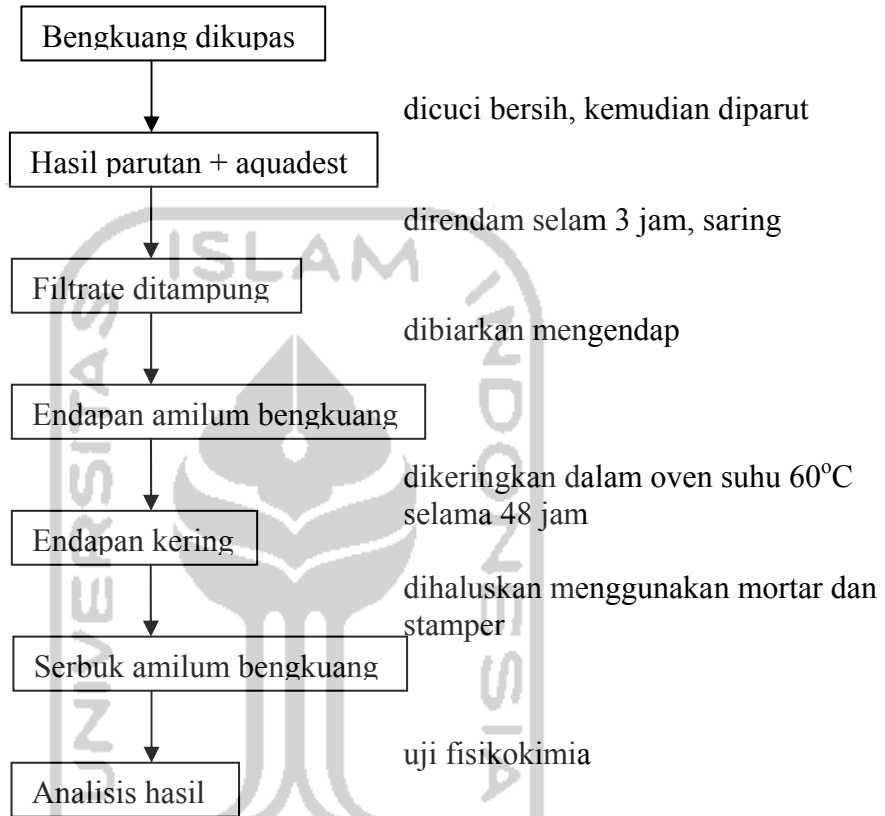
- (13) Melo. E.A, T.L.M. Stamford, M.P.C. Silva, N. Krieger, N.P. Stamford, 2003, *Functional properties of yam bean (Pachyrhizus erosus) starch*, Bioresource Technology, vol 89; 103-106
- (14) Ul, Aulia,. 2010. Pengaruh Modifikasi Amilum Talas (*Colacasia esculenta. L*) Dengan Metode Hidrolisa Asam Terhadap Karakteristik Fisikomekanik Sebagai Bahan Tambahan Sediaan Tablet, *Skripsi*, Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- (15) Gaman, D.M., Sherrington, 1994, *Ilmu Pangan; Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*, Edisi 2, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta, 15-19
- (16) Haryadi, 1982, Modifikasi Kimia Pati, *Agritech*, Vol.3, No.3 dan 4, 38
- (17) Anonim, 2006, *Pharmaceutical Exipient*, *Pharmaceutical Press and American Pharmacist Association*, Edited by: Raymond C. Rowe, Paul J. Sheskey and Sian C. Owen, UK
- (18) Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2008, Varietas IR64, dalam <http://www.pustaka-deptan.go.id/bppi/lengkap/bpp08059.pdf>, diakses tanggal 21 Maret 2011
- (19) Anonim. 2010. Mikromeritik. muhammadcank.files.wordpress.com/2010/02/mikromeritik.doc
- (20) Ohwoavworhua, F.O., Alelakun, T.A., 2005, Some Physical Charecteristics of Microcrystalline Cellulose Obtained from Row Cotton of *Cochlospermuon planchonii*, *Trop J. Pharm. Res.* 4 (2): 501-507
- (21) Patel, D., Prajupati, D.G., Paten, N.M., 2007, Seed Mucilago from *Ocimum americanum* Linn. as Disintegrant in Tablets: Separation and Evaluation, *Indian. J. Pharm, Sci.* 69:433
- (22) Schoch, T.J., 1964, Method of Swelling Power and Solubility. In R.L. Whistler, R.J. Smith, & J.N. BeMiller (Eds), *Methods in Carbohydrate Chemistry Starch* (vol.4, pp.106). London, UK: Academic Press
- (23) Backer, C.A., dan Bakhuizen, R.C., 1963, *Flora of Java*, NV.P.Noordhoff-Groningen, Groningen, The Nederland
- (24) Soebagy, S.S., 1994, Amilum Termodifikasi Sebagai Bahan Penolong Tablet Cetak Langsung Parasetamol, *Majalah Farmasi Indonesia* 5 (4), 147-153
- (25) Winarno, F.G., 2002, *Kimia Pangan dan Gizi*, Edisi IX, Fakultas Teknik Pertanian dan Fakultas Pasca Sarjana. IPB

- (26) Sheth, B. B., Bandelin, F. J., Shangraw, R. F., 1980, *Compressed Tablets in Lachman, L. Lieberman, H. A., (editor), Pharmaceutical Dossage Forms: Tablets, Vol I, Marcel Dekker Inc, New York 109-114, 135-139*
- (27) Fonner, D. E. Anderson, N, R., Banker, G, S., 1990 , Granulation and Tablet Characterization in Lieberman, H, A., *Lachman. L., (editor), Pharmaceutical Dossage Forms, Tablets, Vol II, Marcel Dekker Inc, New York, 298-330*
- (28) Wadke, H. A., and Jacobson, H., 1980, Preformulation Testing in Lieberman, H. A., and Lachman, L., (editor), *Pharmaceutical Dosage Forms: Tablets, Vol I, Marcel Dekker Inc, New York, 45*

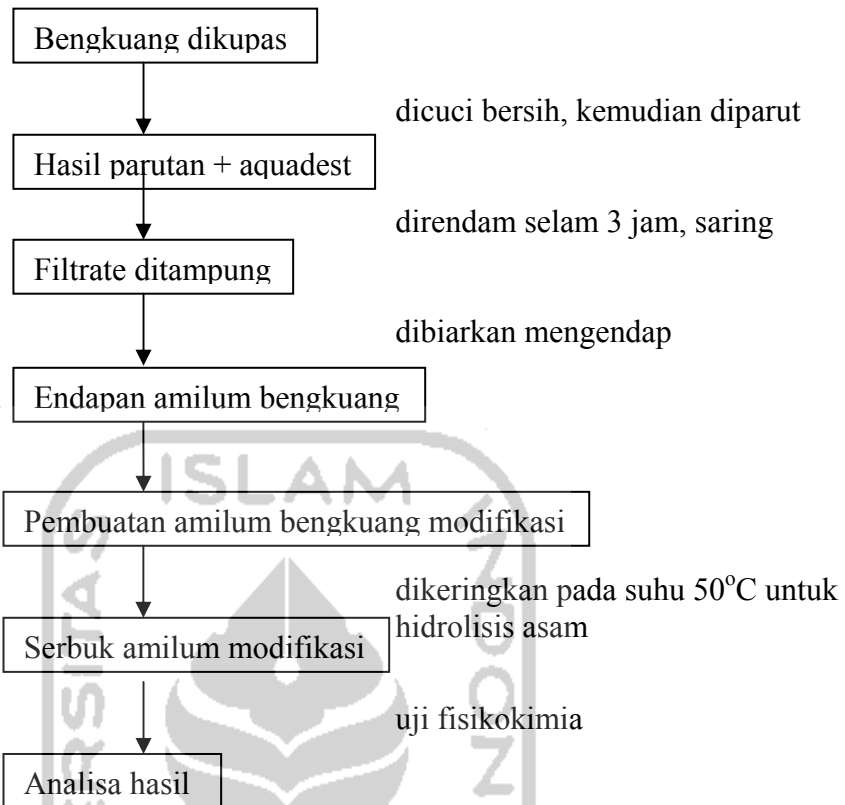


**LAMPIRAN I**  
**SKEMA CARA KERJA**

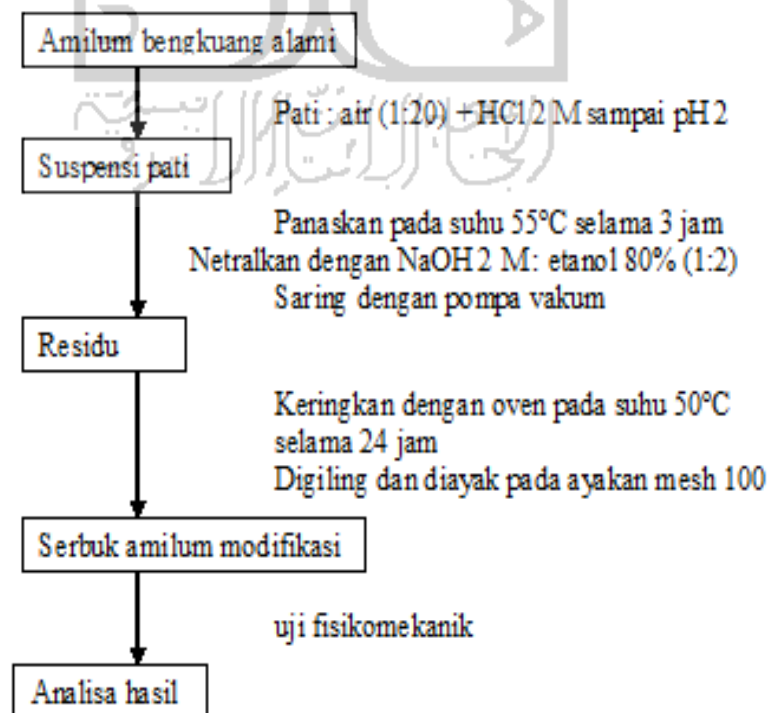
**1. Skema pembuatan amilum bengkuang alami**



2. Skema pembuatan amilum bengkang modifikasi



3. Langkah-langkah modifikasi dengan hidrolisis asam



**Lampiran II**  
**Data Hasil Uji Ukuran Partikel**

1. Amilum bengkang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) alami

No. mesh	d (mm)	g (gram)	n (%)	n x d
20	0,850	1,026	4,184	3,556
40	0,425	2,207	9,000	3,825
60	0,250	19,462	79,365	19,841
80	0,180	1,364	5,562	1,001
100	0,150	0,463	1,889	0,283
$\Sigma$		24,522	100	27,506

2. Amilum bengkang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) yang sudah dimodifikasi

No. mesh	d (mm)	g (gram)	n (%)	n x d
20	0,850	0,396	1,637	1,391
40	0,425	0,606	2,505	1,065
60	0,250	18,685	77,224	19,306
80	0,180	4,370	18,061	3,251
100	0,150	0,139	0,574	0,086
$\Sigma$		24,196	100	25,099

3. Amprotab

No. mesh	d (mm)	g (gram)	n (%)	n x d
20	0,850	0,007	0,148	0,126
40	0,425	0,039	0,825	0,351
60	0,250	2,574	54,442	13,611
80	0,180	0,983	20,791	3,742
100	0,150	1,125	23,794	3,569
$\Sigma$		4,728	100	21,399

Keterangan : d = diameter mesh

g = bobot / berat tertahan

n = % berat tertahan

- Perhitungan

$$d_{av} = \frac{\Sigma n \cdot d}{n}$$



Keterangan :  $d_{av}$  = diameter rata-rata

1. Amilum bengkung (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) alami

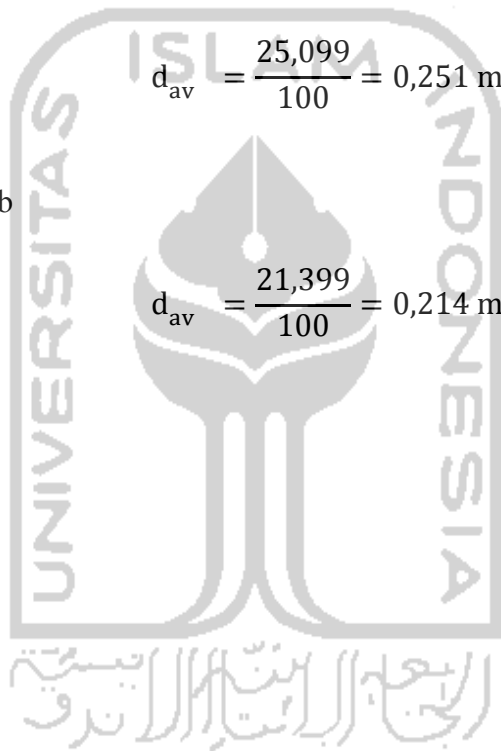
$$d_{av} = \frac{27,506}{100} = 0,275 \text{ mm}$$

2. Amilum bengkung (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) yang sudah dimodifikasi

3. Amprotab

$$d_{av} = \frac{25,099}{100} = 0,251 \text{ mm}$$

$$d_{av} = \frac{21,399}{100} = 0,214 \text{ mm}$$



### Lampiran III

#### Data Hasil Uji Kandungan Air (%)

1. Amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) alami

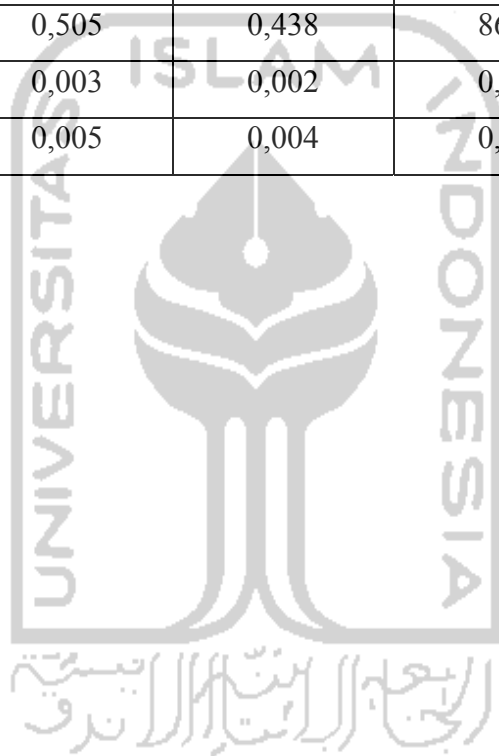
Replikasi	Berat awal (gram)	Berat akhir (gram)	% penyusutan	Kandungan air (%)
1	0,535	0,451	88,58	11,42
2	0,507	0,450	89,11	10,89
3	0,502	0,444	88,62	11,38
4	0,508	0,451	88,78	11,22
5	0,503	0,452	90,04	9,96
X	0,511	0,449	89,03	10,97
SD	0,014	0,003	0,604	0,604
CV	0,027	0,007	0,007	0,055

2. Amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) yang sudah dimodifikasi

Replikasi	Berat awal (gram)	Berat akhir (gram)	% penyusutan	Kandungan air (%)
1	0,501	0,457	91,22	8,78
2	0,508	0,458	90,34	9,66
3	0,503	0,457	91,04	8,96
4	0,502	0,457	90,85	9,15
5	0,505	0,456	90,48	9,52
X	0,504	0,457	90,79	9,21
SD	0,003	0,001	0,371	0,37
CV	0,006	0,002	0,004	0,04

### 3. Amprotab

Replikasi	Berat awal (gram)	Berat akhir (gram)	% penyusutan	Kandungan air (%)
1	0,509	0,438	86,22	13,78
2	0,504	0,439	87,28	12,72
3	0,506	0,438	86,56	13,44
4	0,502	0,435	86,83	13,17
5	0,504	0,438	87,08	12,92
X	0,505	0,438	86,79	13,21
SD	0,003	0,002	0,419	0,419
CV	0,005	0,004	0,005	0,032



## Oneway

### Descriptives

Kandungan Air

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
Amilum bengkuang alami	5	10.9740	.60405	.27014
Amilum bengkuang termodifikasi	5	9.2140	.37065	.16576
Amprotab	5	13.2060	.41938	.18755
Total	15	11.1313	1.74721	.45113

### ANOVA

Kandungan Air

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	40.026	2	20.013	88.534	.000
Within Groups	2.713	12	.226		
Total	42.738	14			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Kandungan Air

Tukey HSD

(I) amilum	(J) amilum	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Amilum bengkuang alami	Amilum bengkuang termodifikasi	1.76000*	.30070	.000
	Amprotab	-2.23200*	.30070	.000
Amilum bengkuang termodifikasi	Amilum bengkuang alami	-1.76000*	.30070	.000
	Amprotab	-3.99200*	.30070	.000
Amprotab	Amilum bengkuang alami	2.23200*	.30070	.000
	Amilum bengkuang termodifikasi	3.99200*	.30070	.000

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

## Lampiran IV

### Data Hasil Uji Pengetapan (%)

#### 1. Amilum bengkang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) alami

Jumlah Tapping	R1	R2	R3	R4	R5
T <sub>0</sub>	100	100	100	100	100
T <sub>100</sub>	71	73	75	76	74
T <sub>200</sub>	70	72	74	75	73
T <sub>300</sub>	70	72	74	75	73
T <sub>400</sub>	70	72	74	75	73
T <sub>500</sub>	70	72	74	75	73
T konstan (ml)	70	72	74	75	73
Nilai T (%)	30	28	26	25	27

#### Berat amilum

Replikasi	Berat Amilum (gram)
1	42,84
2	43,18
3	43,33
4	42,65
5	42,24

#### Bulk Density

Replikasi	Berat Amilum (gram)	Volume Awal (ml)	Bulk Density (g/ml)
1	42,84	100	0,428
2	43,18	100	0,432
3	43,33	100	0,433
4	42,65	100	0,426
5	42,24	100	0,422

#### Tapping Density

Berat Amilum (gram)	T Konstan (ml)	Tapping Density (g/ml)
42,84	70	0,612
43,18	72	0,599
43,33	74	0,585
42,65	75	0,569
42,24	73	0,579

### Indeks Carr

Bulk density	Tapping density	Indeks Carr
0,428	0,612	30,06
0,432	0,599	27,88
0,433	0,585	25,98
0,426	0,569	25,13
0,422	0,579	27,11

### Hausner Ratio

Bulk density	Tapping density	Hausner ratio
0,428	0,612	1,43
0,432	0,599	1,39
0,433	0,585	1,35
0,426	0,569	1,33
0,422	0,579	1,37

### Hasil Rata-rata

Hasil	X	SD	CV
T Konstan	72,8	1,92	0,03
Nilai T (%)	27,2	1,92	0,07
Massa amilum (gram)	42,85	0,43	0,01
CI (%)	27,23	1,89	0,07
Bulk density (g/ml)	0,43	0,005	0,01
Tapping density (g/ml)	0,59	0,017	0,03
Hausner ratio (g/ml)	1,37	0,038	0,03

2. Amilum bengkang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) yang sudah dimodifikasi

Jumlah Tapping	R1	R2	R3	R4	R5
T <sub>0</sub>	100	100	100	100	100
T <sub>100</sub>	76	75	76	75	75
T <sub>200</sub>	75	75	76	75	75
T <sub>300</sub>	75	75	76	75	75
T <sub>400</sub>	75	75	76	75	75
T <sub>500</sub>	75	75	76	75	75
T konstan (ml)	75	75	76	75	75
Nilai T (%)	25	25	24	25	25

Berat amilum

Replikasi	Berat Amilum (gram)
1	44,67
2	45,03
3	45,64
4	46,43
5	47,15

Bulk Density

Replikasi	Berat Amilum (gram)	Volume Awal (ml)	Bulk Density (g/ml)
1	44,67	100	0,447
2	45,03	100	0,450
3	45,64	100	0,456
4	46,43	100	0,464
5	47,15	100	0,472

Tapping Density

Berat Amilum (gram)	T Konstan (ml)	Tapping Density (g/ml)
44,67	75	0,596
45,03	75	0,600
45,64	76	0,601
46,43	75	0,619
47,15	75	0,629

### Indeks Carr

Bulk density	Tapping density	Indeks Carr
0,447	0,596	25
0,450	0,600	25
0,456	0,601	24,13
0,464	0,619	25,04
0,472	0,629	24,96

### Hausner Ratio

Bulk density	Tapping density	Hausner ratio
0,447	0,596	1,33
0,450	0,600	1,33
0,456	0,601	1,32
0,464	0,619	1,33
0,472	0,629	1,33

### Hasil Rata-rata

Hasil	X	SD	CV
T Konstan	75,2	0,45	0,006
Nilai T (%)	24,8	0,45	0,018
Massa amilum (gram)	45,78	1,01	0,022
CI (%)	24,83	0,39	0,016
Bulk density (g/ml)	0,46	0,01	0,022
Tapping density (g/ml)	0,61	0,01	0,023
Hausner ratio (g/ml)	1,33	0,005	0,003



### 3. Amprotab

Jumlah Tapping	R1	R2	R3	R4	R5
T <sub>0</sub>	100	100	100	100	100
T <sub>100</sub>	78	74	77	76	77
T <sub>200</sub>	78	73	76	76	77
T <sub>300</sub>	78	73	76	76	77
T <sub>400</sub>	78	73	76	76	77
T <sub>500</sub>	78	73	76	76	77
T konstan (ml)	78	73	76	76	77
Nilai T (%)	22	27	24	24	23

#### Berat amilum

Replikasi	Berat Amilum (gram)
1	45,04
2	44,06
3	44,83
4	44,18
5	44,73

#### Bulk Density

Replikasi	Berat Amilum (gram)	Volume Awal (ml)	Bulk Density (g/ml)
1	45,04	100	0,450
2	44,06	100	0,441
3	44,83	100	0,448
4	44,18	100	0,442
5	44,73	100	0,447

#### Tapping Density

Berat Amilum (gram)	T Konstan (ml)	Tapping Density (g/ml)
45,04	78	0,577
44,06	73	0,603
44,83	76	0,589
44,18	76	0,581
44,73	77	0,581

### Indeks Carr

Bulk density	Tapping density	Indeks Carr
0,450	0,577	22,01
0,441	0,603	26,86
0,448	0,589	23,94
0,442	0,581	23,92
0,447	0,581	23,06

### Hausner Ratio

Bulk density	Tapping density	Hausner ratio
0,450	0,577	1,282
0,441	0,603	1,367
0,448	0,589	1,315
0,442	0,581	1,314
0,447	0,581	1,299

### Hasil Rata-rata

Hasil	X	SD	CV
T Konstan	76	1,87	0,03
Nilai T (%)	24	1,87	0,08
Massa amilum (gram)	44,57	0,43	0,01
CI (%)	23,96	1,8	0,08
Bulk density (g/ml)	0,45	0,004	0,01
Tapping density (g/ml)	0,59	0,01	0,02
Hausner ratio (g/ml)	1,32	0,03	0,02

## Oneway

### Descriptives

penetapan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
amilum bengkuang alami	5	27.2000	1.92354	.86023
amilum bengkuang termodifikasi	5	24.8000	.44721	.20000
amprotab	5	24.0000	1.87083	.83666
Total	15	25.3333	2.02367	.52251

### ANOVA

penetapan

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	27.733	2	13.867	5.622	.019
Within Groups	29.600	12	2.467		
Total	57.333	14			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

penetapan

Tukey HSD

(I) amilum	(J) amilum	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
amilum bengkuang alami	amilum bengkuang termodifikasi	2.40000	.99331	.077
	Amprotab	3.20000*	.99331	.019
amilum bengkuang termodifikasi	amilum bengkuang alami	-2.40000	.99331	.077
	Amprotab	.80000	.99331	.707
amprotab	amilum bengkuang alami	-3.20000*	.99331	.019
	amilum bengkuang termodifikasi	-.80000	.99331	.707

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

## Lampiran V

### Data Hasil Pemeriksaan Sudut Diam ( $^{\circ}$ ) dan Waktu Alir (detik)

1. Amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) alami

Replikasi	Tinggi (h)	Hari-jari (r)	Sudut diam ( $^{\circ}$ )	Waktu (s)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0

2. Amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) yang sudah dimodifikasi

Replikasi	Tinggi (h)	Hari-jari (r)	Sudut diam ( $^{\circ}$ )	Waktu (s)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0

3. Amprotab

Replikasi	Tinggi (h)	Hari-jari (r)	Sudut diam ( $^{\circ}$ )	Waktu (s)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0

**Lampiran VI**  
**Data Hasil Uji Kompaktibilitas**

Diameter punch : 12 ml

Kedalaman punch : 10 ml

1. Amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) alami

	Skala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Replikasi											
1		0	0	0	0	0,89	0,91	0,89	0	0	0
2		0	0	0	0	0,91	0,87	0,92	0	0	0
3		0	0	0	0	0,92	0,87	0,96	0	0	0
4		0	0	0	0	0,91	0,92	0,89	0	0	0
5		0	0	0	0	0,90	0,89	0,89	0	0	0
X		0	0	0	0	0,91	0,89	0,91	0	0	0
SD		0	0	0	0	0,01	0,02	0,03	0	0	0
CV		0	0	0	0	0,01	0,03	0,03	0	0	0

2. Amilum bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*, Urban) yang sudah dimodifikasi

	Skala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Replikasi											
1		0	0	0	0	0	0,89	0,94	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0,86	1,01	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0,88	1,04	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0,88	1,00	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0,89	0,98	0	0	0
X		0	0	0	0	0	0,88	0,99	0	0	0
SD		0	0	0	0	0	0,01	0,04	0	0	0
CV		0	0	0	0	0	0,01	0,04	0	0	0

### 3. Amprotab

	Skala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Replikasi											
1		0	0	0	0	0,93	1,10	2,64	0	0	0
2		0	0	0	0	0,93	1,03	2,27	0	0	0
3		0	0	0	0	0,93	1,07	1,81	0	0	0
4		0	0	0	0	0,93	1,09	1,53	0	0	0
5		0	0	0	0	1,00	1,07	2,06	0	0	0
X		0	0	0	0	0,94	1,07	2,06	0	0	0
SD		0	0	0	0	0,03	0,03	0,43	0	0	0
CV		0	0	0	0	0,03	0,03	0,21	0	0	0



## Oneway

### Descriptives

Kompaktibilitas

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
amilum bengkuang alami	5	.9100	.03082	.01378
amilum bengkuang termodifikasi	5	.9940	.03715	.01661
Amprotab	5	2.0620	.42541	.19025
Total	15	1.3220	.58906	.15209

### ANOVA

Kompaktibilitas

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.125	2	2.062	33.753	.000
Within Groups	.733	12	.061		
Total	4.858	14			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Kompaktibilitas

Tukey HSD

(I) amilum	(J) amilum	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
amilum bengkuang alami	amilum bengkuang termodifikasi	-.08400	.15633	.855
	amprotab	-1.15200*	.15633	.000
amilum bengkuang termodifikasi	amilum bengkuang alami	.08400	.15633	.855
	amprotab	-1.06800*	.15633	.000
Amprotab	amilum bengkuang alami	1.15200*	.15633	.000
	amilum bengkuang termodifikasi	1.06800*	.15633	.000

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

**LAMPIRAN VII**

**GAMBAR**

**Foto Oven**



**Foto Pompa Vacuum**





**Foto Moisture Balance**



**Foto Hardness Tester**



**Foto Ayakan Elektrik**



**Foto Tapping**



**Corong Elementasi**



Foto Pencetak Tablet



**LAMPIRAN VIII**  
**Surat Keterangan Determinasi**

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JURUSAN FARMASI FMIPA UII  
BAGIAN BIOLOGI FARMASI

---

**SURAT KETERANGAN**

Nomor:63/UII/Jur Far/det/VII/2011

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Laboratorium Biologi Farmasi Jurusan Farmasi FMIPA UII menerangkan bahwa:

Nama : Andina  
NIM : 06613065  
Pada tanggal : 26 Juli 2011

Telah mendeterminasi 1 ( satu ) species tanaman dengan bimbingan Dra.Iyok Budiarti, di Laboratorium Biologi Farmasi FMIPA UII.

Tanaman tersebut: *Pacchyrhizus erosus*, Urban ( bengkuang )

Demikian surat keterangan ini di buat untuk dipergunakan semestinya.

Yogyakarta, 26 Juli 2011  
Bagian Biologi Farmasi  
Kepala,

  
Hady Anshory T.S.Si., Apt.  
NIP.056130703