

**KARAKTERISASI AMILUM SINGKONG (*Manihot utilissima*
Pohl.) HASIL MODIFIKASI KOMBINASI METODE
PREGELATINASI PARSIAL DAN KO-PROSES
MENGUNAKAN HPMC(*Hydroxypropyl Methyl Cellulose*) K-15**

SKRIPSI



Oleh:

ARIF WIDYA PRASETYA

12613081

**PROGAM STUDI FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
SEPTEMBER 2016**

**KARAKTERISASI AMILUM SINGKONG (*Manihot utilissima*
Pohl.) HASIL MODIFIKASI KOMBINASI METODE
PREGELATINASI PARSIAL DAN KO-PROSES
MENGUNAKAN HPMC(*Hydroxypropyl Methyl Cellulose*) K-15**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm.)

Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia Yogyakarta



Oleh:

ARIF WIDYA PRASETYA

12613081

PROGAM STUDI FARMASI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

SEPTEMBER 2016

SKRIPSI

**KARAKTERISASI AMILUM SINGKONG (*Manihot utilissima*
Pohl.) HASIL MODIFIKASI KOMBINASI METODE
PREGELATINASI PARSIAL DAN KO-PROSES
MENGUNAKAN HPMC (*Hydroxypropyl Methyl Cellulose*) K-15**

Yang diajukan oleh:

ARIF WIDYA PRASETYA

12613081



Telah disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Aris Perdana Kusuma M.Sc., Apt

Pembimbing Pendamping

Oktavia Indrati, M.Sc., Apt

SKRIPSI

**KARAKTERISASI AMILUM SINGKONG (*Manihot utilissima*
Pohl.) HASIL MODIFIKASI KOMBINASI METODE
PREGELATINASI PARSIAL DAN KO-PROSES
MENGUNAKAN HPMC (*Hydroxypropyl Methyl Cellulose*) K-15**

Oleh:

ARIF WIDYA PRASETYA

12613081

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

Universitas Islam Indonesia

Tanggal :

Ketua Penguji : Aris Perdana Kusuma, M.Sc., Apt.
Anggota Penguji : 1. Oktavia Indrati, M.Sc., Apt.
2. Bambang H. Nugroho, M.Sc., Apt.
3. Yandi Syukri, M.Si., Apt.

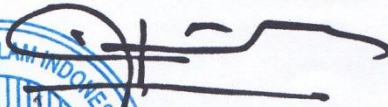


Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia




Drs. Allwar, M.Sc., Ph. D

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 sepengetahuan 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, September 2016



Penulis,

Arif Widya Prasetya



KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah *subhanahu wa ta'ala*, karena berkat limpahan karunia-Nya, saya bisa menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana farmasi di Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia. Banyak pihak yang memiliki peran penting dalam penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Aris Perdana Kusuma, M.Sc., Apt dan Ibu Oktavia Indrati, M.Sc., Apt selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan fikiran untuk membimbing dan mengarahkan saya selama penyusunan skripsi ini;
2. Bapak Bambang Hernawan Nugroho, M.Sc., Apt dan bapak Yandi Syukri, M.Si., Apt selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini;
3. Bapak Allwar, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, atas fasilitas dan kemudahan yang diberikan selama menempuh studi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta;
4. Bapak Pinus Jumaryatno, M.Phill, Ph.D., Apt. selaku Kepala Program Studi Farmasi Universitas Islam Indonesia, atas fasilitas dan kemudahan yang diberikan selama menempuh studi di Program Studi Farmasi Universitas Islam Indonesia Yogyakarta;
5. Teman penelitian, M. Fahmi Suweleh, Rizki Awaluddin, dan Yayan Nugraha yang telah memberikan bantuan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini;
6. Dan segenap civitas akademika yang telah banyak memberikan bantuan, arahan dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah senantiasa melimpahkan keberkahan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan. Semoga skripsi ini memberikan kemanfaatan dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 26 Juli 2016

Penulis

Arif Widya Prasetya

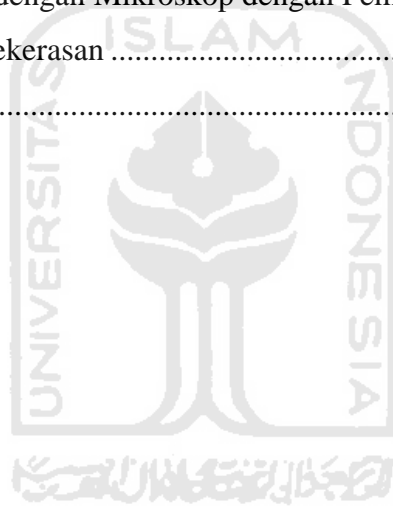
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Tinjauan Pustaka	3
2.1.1 Amilum	3
2.1.2 Amilum Singkong	3
2.1.3 Modifikasi Amilum (<i>Manihot utilissima</i> Pohl.).....	4
2.1.4 Pregelatinasi	5
2.1.5 Ko-proses	5
2.1.6 HPMC (<i>Hydroxypropil Methyl Cellulose</i>).....	6
2.2 Landasan teori	6
2.3 Hipotesis.....	6

BAB III METODE PENELITIAN	7
3.1 Bahan dan Alat	7
3.1.1 Bahan.....	7
3.1.2 Alat.....	7
3.2 Cara Kerja	7
3.2.1 Tempat.....	7
3.2.2 Sistematika Kerja Penelitian	7
3.2.3 Ekstraksi Amilum Singkong	9
3.2.4 Pregelatinasi dan Ko-proses Amilum.....	9
3.2.5 Evaluasi Amilum Singkong dan Amilum Singkong Modifikasi	9
3.2.6 Analisis Spektra dengan Spektrofotometer Infra Red (IR)	12
3.2.7 Analisis Hasil	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1 Amilum Singkong Hasil Ekstraksi.....	14
4.2 Amilum Singkong Hasil Modifikasi Pregelatinasi dan Ko-Proses	17
4.3 Hasil Evaluasi Sifat Fisik	19
4.4 Hasil Analisis Spektra dengan Spektrofotometer IR	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Struktur Amilosa, (b) Struktur Amilopektin.....	4
Gambar 3.1 Sistematika Kerja Penelitian	8
Gambar 4.1 Amilum Singkong	14
Gambar 4.2 Hasil Uji Iod.....	15
Gambar 4.3 Amilum Singkong Hasil Identifikasi Mikroskopik Dengan Pembesaran 1000 Kali.....	15
Gambar 4.4 Grafik Kurva Baku Amilosa	16
Gambar 4.5 (a) Amilum Singkong Modifikasi Formula 1, (b) Amilum Singkong Modifikasi Formula 2.....	18
Gambar 4.6 Pengamatan dengan Mikroskop dengan Pembesaran 100 Kali.	18
Gambar 4.7 Grafik Uji Kekerasan.....	23
Gambar 4.8 Spetra IR.....	24



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jumlah HPMC pada Tiap Formula	9
Tabel 4.1	Persen Hasil Ekstraksi Amilum Singkong	14
Tabel 4.2	Kadar Amilosa Dan Amilopektin Amilum Singkong.....	17
Tabel 4.3	Distribusi Ukuran Partikel.....	19
Tabel 4.4	Hasil Uji Kadar Air	19
Tabel 4.5	Hasil evaluasi <i>Carr's Index</i> dan Rasio Hasuner	20
Tabel 4.6	Hasil Evaluasi Kecepatan Alir dan Sudut Diam	21



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Panjang gelombang maksimum standar amilosa.....	30
Lampiran 2 Kurva baku standar amilosa	31
Lampiran 3 Hasil pembacaan kadar amilosa dengan spektrofotometer UV – Vis.....	32
Lampiran 4 Contoh perhitungan penentuan bobot amilosa dan amilopektin dari amilum singkong.....	33
Lampiran 5 Data mentah hasil evaluasi sifat fisik	35
Lampiran 6 Gambar Spektra IR dari Amilum Singkong	41
Lampiran 7 Gambar Spektra IR dari HPMC K-15	42
Lampiran 8 Gambar Spektra IR dari Amilum SIngkong Modifikasi	43



**KARAKTERISASI AMILUM SINGKONG (*Manihot utilissima*
Pohl.) HASIL MODIFIKASI KOMBINASI METODE
PREGELATINASI PARSIAL DAN KO-PROSES
MENGUNAKAN HPMC (*Hydroxypropyl Methyl Cellulose*) K-15**

**Arif Widya Prasetya
Program Studi Farmasi**

INTISARI

Amilum singkong (*Manihot utilissima* Pohl.) diketahui memiliki sifat alir dan kompaktilitas yang buruk. Di antara metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisik tersebut adalah pregelatinasi parsial dan ko-proses. Dalam ko-proses dibutuhkan bahan yang berperan sebagai material plastis atau material elastis. HPMC K-15 diketahui merupakan material matriks yang memiliki sifat seperti material plastis dan material elastis. Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik dari amilum singkong yang dimodifikasi dengan metode pregelatin parsial dan ko-proses menggunakan HPMC K-15. Amilum singkong diekstraksi dengan menggunakan air kemudian diendapkan. Endapan kemudian dikeringkan menggunakan oven. Amilum singkong modifikasi dibuat dalam 2 formula dengan jumlah HPMC K-15 pada tiap formula masing - masing adalah 2% dan 4%. Amilum singkong disuspensikan dalam air dengan kadar amilum singkong sebanyak 40% dalam larutan. Suspensi kemudian dipanaskan pada suhu 55°C selama 70 menit, dicampurkan larutan HPMC K-15 pada tiap formula dan dikeringkan menggunakan oven. Selanjutnya dilakukan evaluasi sifat fisik untuk melihat karakteristik amilum hasil modifikasi. Hasil menunjukkan bahwa amilum singkong modifikasi memiliki karakteristik sifat fisik yang lebih baik dibandingkan amilum singkong tanpa modifikasi. Amilum singkong modifikasi formula 1 memiliki sifat fisik yang lebih baik dari amilum singkong modifikasi formula 2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa amilum singkong hasil modifikasi memiliki karakteristik sifat fisik yang lebih baik dibandingkan amilum singkong tanpa modifikasi.

Kata kunci: Amilum singkong, modifikasi amilum, pregelatinasi parsial, ko-proses, HPMC K-15.

**Characterization Of Cassava Starch (*Manihot utilissima* Pohl.)
Resulted From Modified Combination Of Partial Pregelatin
And Co-Processed Method Using HPMC (Hydroxypropyl Methyl
Cellulose) K-15**

**Arif Widya Prasetya
Department of Pharmacy**

ABSTRACT

Cassava starch known can be used as pharmaceutical excipients as a tablets filler, binder, disintegrant and many more. Beside that, because of bad flow properties and bad compactibility, the uses of cassava starch is poor. Among the methods that can be used to improve the physical properties is partial pregelatinization and co-process. Co-process needed plastic or elastic materials. HPMC K-15 is matrix material that has plastic and elastic material properties. The aim of this study are to show characteristic of modified cassava starch with partial pregelatin methods and co-processes using HPMC K-15. Cassava starch was extracted with water then deposited. Then the precipitate dried using an oven. Modified cassava starch was made in 2 formulas with 2% and 4% of HPMC K-15. Cassava starch suspended in water with 40% of cassava starch in the solution. Then the suspension was heated at 55°C for 70 minutes, solution was mixed with HPMC K-15 for each formula and dried using an oven. After that, the physical properties was be evaluated to know characteristic of modified cassava starch. The results showed that the modified cassava starch has physical properties better than cassava starch without modification. Formula 1 of modified cassava starch has physical properties better than formula 2. It concluded that modified cassava starch has physical properties better than nonmodified cassava starch.

Key words: cassava starch, modified starch, partial pregelatinasion, co-process, HPMC K-15.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Singkong (*Manihot utilissima* Pohl.) merupakan salah satu sumber amilum. Diketahui bahwa singkong segar mengandung 35% amilum⁽¹⁾. Amilum yang berasal dari singkong ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan farmasi. Sampai saat ini, amilum singkong sering digunakan sebagai bahan pengikat (*binder*), bahan pengisi (*filler*), dan bahan penghancur (*disintegran*) dari sediaan tablet. Akan tetapi, amilum singkong memiliki beberapa kekurangan sebagai bahan pengisi (*filler*) yaitu sifat alirnya buruk dan kompresibilitasnya pun buruk. Hal ini dikarenakan amilum singkong memiliki sifat *palsto-elasticity* yang sangat tinggi^(2,3,4).

Ada beberapa cara untuk mengatasi kekurangan yang dimiliki amilum singkong. Diantaranya adalah metode modifikasi pregelatinasi parsial dan ko-proses. Modifikasi pregelatinasi parsial dilakukan dengan cara memanaskan suspensi amilum singkong dalam air dengan kadar amilum singkong 40% pada suhu 55⁰C, kemudian dilakukan pengeringan. Modifikasi pregelatinasi parsial diketahui dapat memperbaiki sifat alir dan kompresibilitas dari amilum. Selain itu amilum hasil pregelatinasi parsial juga memiliki kapasitas dilusi tinggi, bersifat swalubrikasi, dan memiliki kemampuan sebagai disintegran atau penghancur tablet sehingga dapat mempercepat pelepasan zat aktif dari tablet⁽⁵⁾.

Modifikasi ko-proses dilakukan dengan cara memodifikasikan dua atau lebih bahan yang sudah ada (*filler* ataupun *binder*) dengan metode yang sesuai. Tujuannya adalah agar bahan – bahan yang dikombinasikan saling melengkapi dan menutupi kekurangan bahan lainnya⁽⁶⁾.

Meskipun demikian, amilum pregelatin memiliki kekurangan. Demikian juga amilum ko-proses. Kekurangan amilum pregelatin adalah belum terlalu baik untuk digunakan sebagai pengisi tablet karena langsung dikarenakan daya ikatnya yang rendah dalam kondisi kering. Akibatnya kerapuhan tablet yang terbentuk masih tinggi dan belum memenuhi persyaratan⁽⁵⁾. Kekurangan amilum ko-proses adalah seringkali amilum yang dihasilkan dari modifikasi ko-proses tidak menunjukkan sifat yang sesuai dengan yang diinginkan⁽⁶⁾.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai penambahan *low-substitued hydroxypropyl cellulose* (L-HPC) pada amilum singkong pregelatin yang menghasilkan amilum modifikasi dengan sifat fisik yang baik⁽⁵⁾. Namun proses pregelatin dan pencampuran bahan ko-prosesnya dilakukan secara terpisah. Oleh karena itu, peneliti bermaksud untuk menggabungkan kedua metode tersebut dalam waktu yang bersamaan. Selain itu, bahan yang digunakan dalam ko-proses adalah HPMC K-15 dengan pertimbangan memiliki sifat yang menguntungkan sebagai pengikat, diantaranya menghasilkan tablet dengan kekerasan yang optimal, friabilitas yang sangat kecil, dan waktu hancur yang singkat⁽⁷⁾.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana karakteristik granul modifikasi dari amilum singkong hasil kombinasi metode pregelatinasi parsial dan ko-proses menggunakan HPMC K-15?
- b. Bagaimanakah pengaruh modifikasi amilum singkong menggunakan kombinasi metode pregelatinasi parsial dan ko-proses dengan variasi kadar HPMC K-15 terhadap sifat fisik amilum singkong?

1.3 Tujuan

- a. Mengkaji karakteristik granul modifikasi dari amilum singkong hasil kombinasi metode pregelatinasi parsial dan ko-proses menggunakan HPMC K-15.
- b. Mengkaji pengaruh modifikasi amilum singkong menggunakan kombinasi metode pregelatinasi parsial dan ko-proses dengan variasi kadar HPMC K-15 terhadap sifat fisik amilum singkong.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Bagi peneliti, penelitian ini bermanfaat untuk menambah wawasan dan pengalaman peneliti dalam bidang modifikasi excipien farmasi.
- b. Menyediakan solusi bagi industri farmasi dalam menyediakan bahan pengisi tablet sehingga dapat menekan angka impor bahan farmasi.
- c. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Amilum

Amilum merupakan suatu polisakarida, mengandung banyak sekali unit glukosa ($C_6H_{10}O_5$) yang saling berikatan satu sama lainnya dengan ikatan glikosidik. Panjang rantai glukosa yang menyusun amilum adalah sekitar 300 – 1000 unit glukosa. Glukosa penyusun amilum tersebut membentuk dua polimer utama penyusun amilum, yaitu amilosa dan amilopektin yang berbentuk semi kristal. Amilosa merupakan polimer lurus yang tersusun dari α -D-glukopiranosida yang saling berikatan dengan ikatan α -1,4. Amilosa memiliki berat molekul kurang dari 0,5 juta Dalton. Sedangkan amilopektin merupakan polimer dari α -D-glukopiranosida dengan banyak cabang. Berat molekulnya adalah sekitar 50 – 100 juta Dalton. Molekulnya saling terhubung dengan ikatan α -1,4 dalam rantai lurus dan ikatan α -1,6 dalam percabangannya^(8,9,10).

2.1.2 Amilum singkong

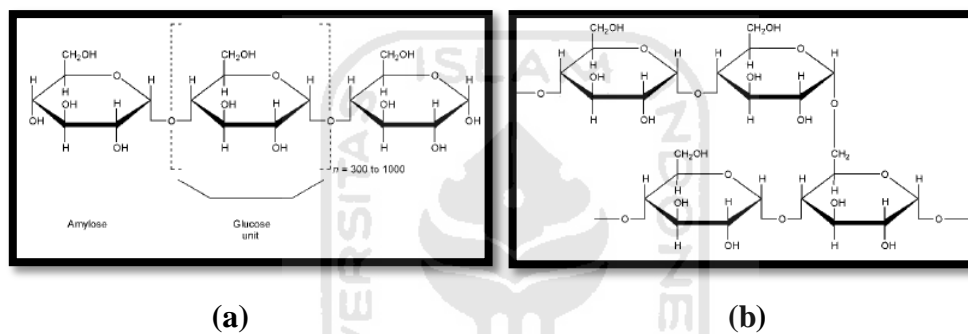
Klasifikasi singkong^(11,12).

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Euphorbiales
Family	: Euphorbiaceae
Genus	: Manihot
Spesies	: <i>Manihot utilissima</i> Pohl.; <i>Manihot esculenta</i> Crantz.

Singkong adalah tanaman perdu yang berasal dari Amerika Selatan. Lembah sungai Amazon adalah tempat penyebaran utamanya. Singkong merupakan tanaman dikotil berumah satu yang sering kali ditanam untuk diambil amilumnya^(13,14).

Ubi singkong memiliki kandungan amilum yang cukup tinggi. Telah diketahui bahwa ubi singkong basah (tanpa pengeringan) mengandung amilum sekitar 11,3 – 30%, sedangkan ubi yang telah dikeringkan mengandung amilum sekitar 80%^(15,16).

Amilum singkong memiliki bentuk serbuk sangat halus dan terkadang berupa gumpalan kecil berwarna putih, tidak memiliki bau, dan tidak berasa. Amilum singkong praktis tidak larut dalam air dingin dan dalam etanol, serta memiliki susut pengeringan tidak lebih dari 15%. Amilum singkong memiliki kandungan amilosa sebesar 36% dan amilopektin sebesar 51.95%^(17,18).



Gambar 2.1(a) Struktur amilosa, (b) Struktur amilopektin⁽¹⁹⁾.

2.1.3 Modifikasi Amilum

Modifikasi amilum dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya adalah dengan modifikasi fisik, modifikasi kimiawi dan modifikasi biologi⁽²⁰⁾. Modifikasi fisik biasanya bertujuan untuk mengubah bentuk amilum menjadi granul, membuat amilum menjadi larut pada air dingin, atau memperkecil kristal amilum. Metode modifikasi fisik amilum yang tersedia saat ini meliputi: metode HMT (*Heat-Moistur Treatment*), pelelehan, retrogradasi, pembekuan (*Freezing*), *Ultra High Pressure Treatment*, OPT (*Osmotic-Pressure Treatment*), inhibisi termel, gelatinasi, dan amilum ko-proses^(9,21).

2.1.4 Pregelatinasi

Pregelatinasi merupakan metode untuk memodifikasi amilum yang dikembangkan dari metode gelatinasi. Gelatinasi merupakan metode modifikasi amilum melalui proses fisik maupun kimiawi, menggunakan air, dan dengan

pemanasan 95⁰C. Sedangkan pregelatinasi secara umum bisa dilakukan tanpa pemanasan atau dengan adanya pemanasan dengan suhu maksimal yang digunakan adalah 72⁰C. Disebut sebagai pregelatin karena proses pengembangan atau gelatinasinya dibatasi. Pregelatinasi parsial merupakan pregelatinasi yang dilakukan pada suhu 55⁰C. sebuah penelitian menunjukkan hasil bahwa pregelatin parsial lebih bisa memperbaiki sifat fisik amilum^(5,16,22).

2.1.5 Ko-Proses

Ko-proses merupakan salah satu metode modifikasi amilum yang dilakukan dengan cara menggabungkan amilum dengan satu atau lebih bahan tambahan menggunakan proses yang sesuai. Ko-proses dapat menghasilkan suatu eksipien baru yang memiliki sifat fisik yang unggul jika dibandingkan dengan sifat fisik masing – masing penyusunnya. Tujuan utama pembuatan eksipien dengan metode ko-proses adalah untuk memperoleh eksipien yang memiliki nilai tambah baik dalam hal fungsionalitas maupun dalam hal harga^(23,24).

Modifikasi eksipien dengan ko-proses memiliki keuntungan dapat meningkatkan sifat alir bahan, meningkatkan kompresibilitas/kompaktibilitas bahan, menghasilkan bahan dengan potensi dilusi (kemampuan eksipien untuk mempertahankan kompresibilitasnya ketika dicampur dengan bahan lain) yang baik, memperkecil variasi berat, dan mengurangi sensitivitas lubrikan dari bahan^(23,24).

Pada umumnya, bahan – bahan yang akan di ko-proses masing – masing memiliki satu sifat diantara tiga sifat yang ada yaitu bahan rapuh (*brittle materials*), bahan elastik, dan bahan plastik. Adapun yang paling sering digunakan dalam ko-proses adalah bahan rapuh sebagai komponen utama dan digabungkan dengan bahan plastik^(24,25).

Proses yang digunakan untuk membuat eksipien ko-proses adalah semprot kering (*spray drying*), granulasi kering (*dry granulation/roller compaction*), granulasi basah (*wet granulation*), *fluid bed spray granulation*, granulasi pelelehan (*melt granulation*), dan penggilingan (*milling/dry grinding*)⁽²⁴⁾.

2.1.6 HPMC (*Hydroxypropil Methyl Cellulose*)

HPMC (*Hydroxypropil Methyl Cellulose*) atau juga sering disebut sebagai *Hypromellose* adalah hidrokoloid etil selulosa larut air dan memiliki kemampuan

membentuk film yang baik. Berbentuk padat (kadang serbuk atau granul), berwarna putih atau terkadang krem, dan memiliki kandungan metoksi yang cukup tinggi. HPMC memiliki aliran viskoelastik dan merupakan bahan matriks^(26,27).

2.2 Landasan Teori

Amilum singkong sering digunakan di industri farmasi sebagai bahan pengisi, pengikat, dan penghancur tablet. Akan tetapi, penggunaan amilum singkong dalam industri farmasi menemui banyak kendala. Disebutkan bahwa amilum singkong mempunyai sifat *plasto-elasticity* yang sangat tinggi serta memiliki sifat disintegrasi dan sifat alirnya tidak baik⁽²⁾.

Salah satu usaha yang dapat digunakan untuk memperbaiki kekurangan amilum singkong adalah dengan memodifikasi amilum singkong menjadi bentuk pregelatin. Disebutkan bahwa amilum pregelatin memiliki kelebihan, antara lain mempunyai aliran fluida yang baik, mempunyai kapasitas dilusi tinggi, dan bersifat swalubrikasi. Akan tetapi, amilum pregelatin belum memenuhi persyaratan kerapuhan apabila digunakan sebagai pengisi tablet kempa langsung. Disebutkan juga bahwa pregelatin parsial yakni pregelatin yang dilakukan pada suhu 55⁰C lebih bisa memperbaiki sifat fisik amilum dibandingkan pregelatin yang dilakukan pada suhu selainnya^(5,22).

Selain amilum pregelatin, teknik ko-proses juga dapat digunakan untuk memperbaiki kekurangan amilum singkong. Disebutkan bahwa ko-proses dapat meningkatkan sifat alir dan kompresibilitas bahan. Dalam ko-proses dibutuhkan bahan tambahan yang memiliki sifat elastik atau plastik⁽²³⁾.

HPMC sering digunakan sebagai bahan pengikat baik dalam granulasi basah maupun granulasi kering. Disebutkan bahwa HPMC lebih baik daripada beberapa pengikat lain. HPMC merupakan materi matriks yang memiliki kesamaan sifat dengan materi elastis ataupun materi plastis sehingga cocok sebagai bahan tambahan dalam ko-proses amilum singkong^(19,28,29).

2.3 Hipotesis

Amilum singkong yang dimodifikasi dengan metode pregelatinasi parsial dan ko-proses dengan HPMC memiliki sifat alir, kompresibilitas, dan kompaktibilitas yang baik dibandingkan amilum singkong tanpa modifikasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan – bahan sebagai berikut: umbi singkong (*Manihot utilissima* Pohl.) yang diperoleh dari pasar Rejo Dani kabupaten Sleman, HPMC K-15, *aquadets*, gliserol, NaOH, etanol 96% yang diperoleh dari Laboratorium Teknologi Farmasi Universitas Islam Indonesia, NH₄Cl yang diperoleh dari Laboratorium Kimia Farmasi Universitas Islam Indonesia, dan standar amilosa dari Chemmix Pratama, Kabupaten Bantul.

3.1.2 Alat

Pada penelitian ini digunakan alat – alat sebagai berikut: timbangan analitik (*Mettler Toledo* PL 601-S), *Waterbath* (Mettmert), oven (Mettmert), mesin parut, *tapping density tester* (Erweka SVM-121), *flowability tester* (Erweka TBH-125), *sieve shaker* (Retssch As-200 Basic), Mesin kempa punch 13 mm (Mesin Tablet Korsh), termometer, alat gelas (Pyrex), mikroskop, dan spektrofotometer UV/visibel (UV-1800 Shimadzu).

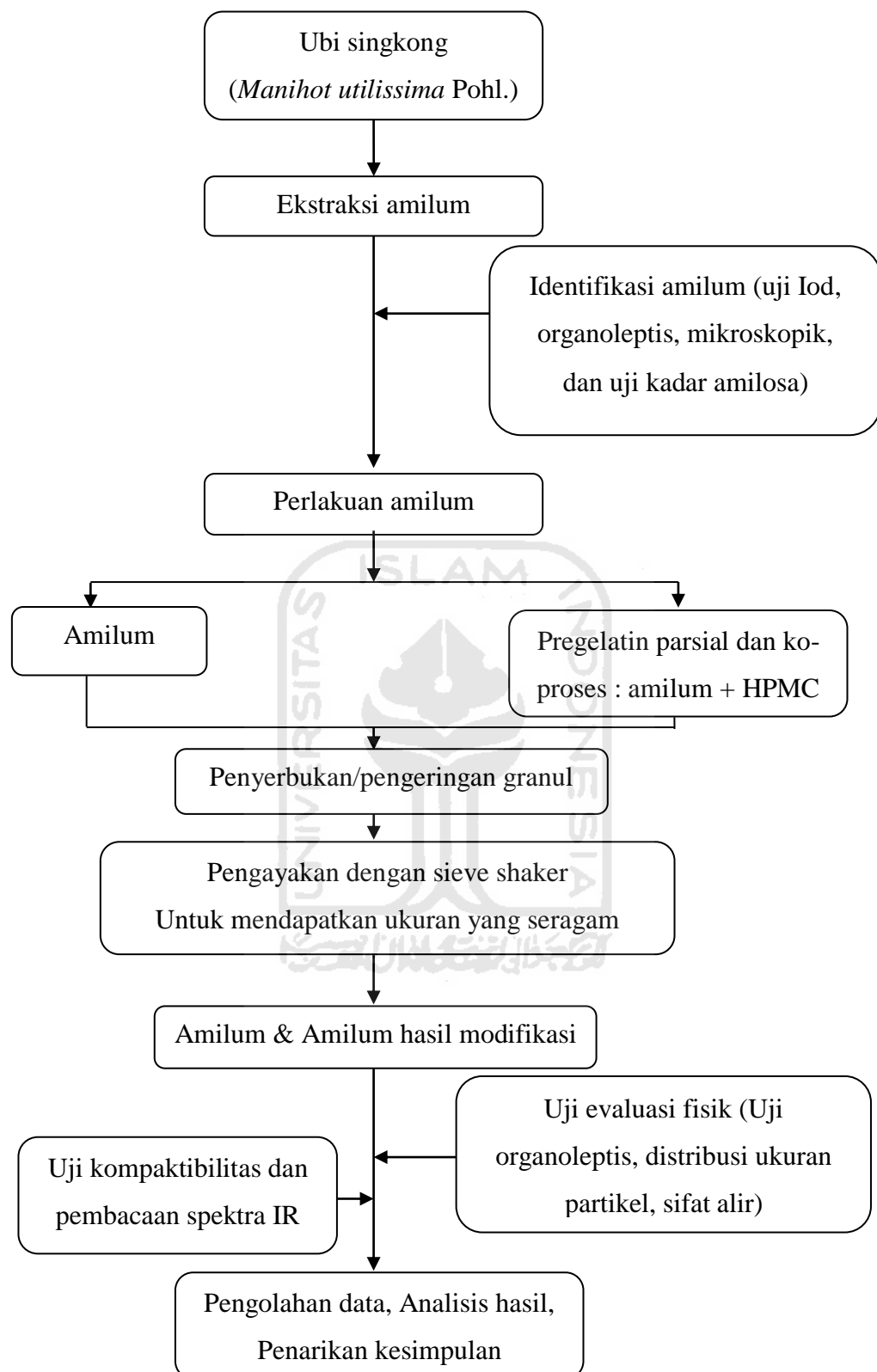
3.2 Cara Penelitian

3.2.1 Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

3.2.2 Sistematika Kerja Penelitian

Sistematika kerja pada penelitian ini berisi urutan proses yang dimulai dari pembuatan amilum singkong, identifikasi amilum singkong, modifikasi fisik amilum dengan teknik pregelatinasi parsial dan ko-proses, hingga evaluasi amilum termodifikasi. Untuk lebih rinci dapat dilihat pada skemadalam gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 Sistematika kerja peneliti

3.2.3 Ekstraksi Amilum Singkong

Sebanyak 5 kg singkong yang telah dikupas dicuci bersih. Singkong kemudian diparut dengan mesin pamarut. Hasil parutan singkong kemudian diberi air sebanyak 1/3 bobot. Selanjutnya campuran diperas dan disaring menggunakan 2 lapis kain kasa dan air perasan ditampung dalam wadah. Ampas kembali diberikan air sebanyak 1/3 bobot dan diperas kembali. Hasil perasan kedua di tambahkan pada hasil perasan pertama dan diendapkan sampai terbentuk endapan amilum. Endapan kemudian dipisahkan dari airnya dan dikeringkan dengan oven pada suhu 35⁰C selama 48 jam. Amilum yang telah kering dimilling dengan mesh 25, kecepatan 50 rpm⁽³⁰⁾.

3.2.4 Pregelatinasi dan Ko-Proses Amilum

Amilum singkong yang telah diperoleh dibagi kedalam 3 bagian. Bagian pertama tidak diberi perlakuan samasekali. Sedangkan bagian kedua (F I) dan ketiga (F II) masing - masing disuspensikan dalam air yang telah dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 55⁰C dengan kadar 40% b/b. Suspensi dipanaskan kembali pada suhu 55⁰C sambil diaduk selama 70 menit⁽⁵⁾.

Dibuat larutan HPMC dengan kadar 2% dan 4% dari berat amilum menggunakan air dingin. Masing – masing larutan HPMC dicampurkan kedalam suspensi amilum sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jumlah HPMC pada tiap formula

Suspensi Amilum	F I	F II
Larutan HPMC	2%	4%

Proses pencampuran dilakukan dengan bantuan *mixer* atau pengadukan selama 10 menit. Campuran selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 45⁰C selama 24 jam. Setelah terbentuk masa basah, dilakukan ayak basah menggunakan ayakan nomer 18. Kemudian dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu 45⁰C sampai kadar air granul ±5%. Kemudian dilakukan ayak kering menggunakan *mesh* nomer 20 (850 µm).

3.2.5 Evaluasi Amilum Singkong dan Amilum Modifikasi

3.2.5.1 Persen hasil

Persen hasil amilum yang didapat dari ekstraksi dihitung perbandingan antara berat amilum yang didapat dari ekstraksi terhadap berat bahan yang digunakan⁽³¹⁾.

$$\text{Persen hasil} = \frac{\text{beratamilumhasil ekstraksi}}{\text{beratbahanawal}} \times 100\%$$

3.2.5.2 Uji Iod

Sebanyak 1 g amilum singkong hasil ekstraksi dipanaskan dengan 50 ml air hingga mendidih selama 1 menit, kemudian didinginkan hingga terbentuk larutan kanji yang encer. Diambil 1 ml larutan kanji yang diperoleh kemudian dicampur dengan 0,05 ml iod 0,005 M. maka akan timbul warna biru tua pada larutan kanji.

3.2.5.3 Uji kadar amilosa

a. Pembuatan kurva baku

Sebanyak 10 mg standar amilosa dimasukkan kedalam labu 100 ml. Ditambahkan etanol 96% sebanyak 1 ml kedalam labu ukur tersebut. Kemudian ditambahkan 9 ml NaOH 1 N, 1 ml NH₄Cl 1 N, dan tambahkan *aquadest* hingga tanda batas. Larutan ini digunakan sebagai larutan stok. Dari larutan stok, dibuat seri kadar dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm pada labu 10 ml untuk menentukan kurva baku. Dibuat larutan dengan kadar 25 ppm dari larutan stok pada labu 10 ml untuk melihat lamda maksimum. Ditambahkan 1 ml NH₄Cl dan 1 ml larutan iod kedalam masing – masing konsentrasi, ditambahkan *aquadest* hingga tanda batas⁽³²⁾.

Dilakukan pembacaan panjang gelombang maksimum dengan range panjang gelombang 500 sampai 800 nm. Setelah diketahui lamda maksimum, dilakukan pembacaan larutan kurva baku dengan seri kadar yang telah dibuat⁽³²⁾.

b. Preparasi Sampel

Ditimbang amilum singkong sebanyak 100 mg, dimasukkan ke dalam labu 100 ml. Ditambahkan 1 ml larutan etanol 96% dan 9 ml NaOH 1 N, kemudian didiamkan selama 24 jam. Setelah itu ditambahkan *aquadest* hingga tanda batas. Diambil 0,5 ml larutan sampel kemudian dimasukkan kedalam labu 10 ml, kemudian ditambahkan 1 ml NH₄Cl 1N, 1 ml larutan iod dan ditambahkan

aquadest hingga mencapai tanda batas. Setelah itu dilakukan pembacaan absorbansi menggunakan spektrofotometer⁽³²⁾.

3.2.5.4 Identifikasi Organoleptis

Amilum hasil ekstraksi dan amilum singkong modifikasi diidentifikasi secara organoleptis, meliputi warna, bentuk makroskopis, dan bau.

3.2.5.5 Identifikasi Mikroskopis

Diambil sejumlah amilum dan amilum singkong hasil modifikasi, kemudian ditetesi gliserol untuk pengamatan. Dilakukan identifikasi ukuran, bentuk amilum sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi pregelatinasi parsial dan ko-proses menggunakan HPMC K-15 menggunakan mikroskop dengan pembesaran 100 kali dan 1000 kali⁽³³⁾.

3.2.5.6 Uji Distribusi Ukuran Partikel

Sebanyak 50 gram amilum singkong modifikasi diuji distribusi ukuran partikelnya menggunakan *sieve shaker* dengan ukuran mesh 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 selama 10 menit. Setelah itu dilakukan penimbangan amilum hasil modifikasi yang terdistribusi pada tiap mesh. Data berupa bobot amilum pada setiap mesh digunakan untuk menghitung distribusi ukuran partikel dengan metode mikromeritik.

3.2.5.7 Uji Kadar Air

Ditimbang sebanyak 1 gram amilum singkong dan amilum singkong modifikasi. Bahan diletakkan dalam wadah *moisture balance*, lalu dikeringkan pada suhu 105°C pada *moisture balance* sampai diperoleh bobot yang konstan, kemudian dilihat bobot akhir bahan. Penentuan dilakukan sebanyak 3 kali dengan cara yang sama.

3.2.5.8 Carr's Index (CI)

Ditimbang amilum singkong dan amilum singkong modifikasisebanyak 10gram dan dimasukkan kedalam gelas ukur 50mL, dicatat volume sebagai *bulk volume*(V_0). Silinder di-*tapping* sebanyak 500 kali, dicatat volume sebagai *tapped volume* (V_{500}). Pengujian dilakukan sebanyak 3kali replikasi⁽³⁴⁾.

$$CI = 100x \frac{\text{tapped density} - \text{bulkdensity}}{\text{tapped density}}$$

3.2.5.9 Rasio Hausner

Dihitung dengan perbandingan *Tapped Density* dan *Bulk Density*, dengan

persamaan⁽³⁴⁾:

$$\text{Rasio hausner} = \frac{\text{tapped density}}{\text{bulk density}}$$

3.2.5.10 Kecepatan Alir

Sepuluh gram amilum singkong dan amilum singkong modifikasi diuji menggunakan alat *Erweka floability tester*, kemudian dicatat kecepatan alir serbuk atau granul. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali replikasi, dengan parameter pengukuran dalam gram/detik (g/detik)⁽²²⁾.

3.2.5.11 Sudut diam (*Angle of Repose*)

Sebanyak 50 gram amilum singkong dan amilum singkong modifikasi dievaluasi dengan melihat sudut diam dengan dimasukkan kedalam corong alat, kemudian dicatat sudut yang terbentuk saat penutup corong dibuka. Diukur tinggi puncak serbuk sebagai h (cm), dan diameter luas sebaran serbuk sebagai r (cm)⁽²²⁾.

$$\tan a = \frac{h}{r}$$

3.2.5.12 Uji Kompaktibilitas

Amilum singkong dan amilum singkong modifikasi dikempa pada volume dan tekanan yang sama, yakni pada skala punch bawah 13 mm, dengan kapasitas volume tablet 500 mg. sebanyak 10 tablet yang dihasilkan diukur kekerasannya dengan *Hardess tester*.

3.2.6 Analisis Spektra dengan Spektrofotometer Infra Red (IR)

Sebanyak 1 g amilum singkong, 1 g HPMC K-15, dan 1 g amilum singkong modifikasi diletakkan dalam vial kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50⁰C selama 24 jam untuk memperkecil kadar air. Ketiga sampel tersebut kemudian dianalisis spektranya menggunakan instrumen spektrofotometer IR.

3.2.7 Analisis Hasil

Berdasarkan hasil data yang diperoleh dari berbagai perlakuan dengan analisis yang dilakukan yaitu :

1. Uji evaluasi amilum singkong dan granul hasil modifikasi amilum meliputi

persen hasil, identifikasi organoleptis, identifikasi miroskopis, kompatibilitas granul dan sifat mikromiretik meliputi :*Carr's index* (CI), rasio hausner, kecepatan alir, sudut diam dan uji kompaktilitas granul.

2. Data hasil evaluasi diuji menggunakan *t-Test* untuk melihat ada tidaknya perbedaan yang bermakna pada masing – masing parameter sifat fisik.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Amilum Singkong Hasil Ekstraksi

4.1.1 Persen Hasil

Bahan yang digunakan untuk ekstraksi amilum adalah ubi singkong. Persen hasil dari ekstraksi amilum yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Persen hasil ekstraksi amilum singkong

Bobot Bahan (g)	Bobot Amilum (g)	Persen Hasil (%)
4,740	479,19	10,109

Persen hasil yang diperoleh lebih kecil dari pada yang disebutkan didalam literatur yakni amilum singkong memiliki persen hasil amilum lebih dari 11%. Hal ini kemungkinan terjadi karena ubi singkong dipanen pada usia yang masih muda^(10,35).

4.1.2 Hasil Identifikasi Organoleptis

Amilum singkong yang berhasil diekstraksi dan telah dikeringkan dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:

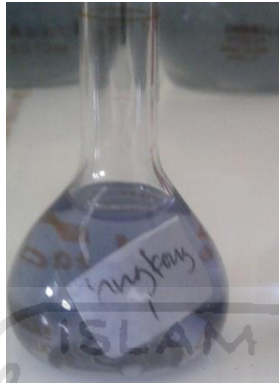


Gambar 4.1 Amilum singkong

Amilum singkong yang diperoleh memiliki bentuk serbuk sangat halus, warna putih, dan memiliki bau yang khas. Hal tersebut sama seperti apa yang disebutkan dalam literatur kecuali bau yang terdapat pada amilum singkong hasil ekstraksi⁽¹⁷⁾.

4.1.3 Hasil Uji Iod

Amilum singkong tersebut kemudian diuji Iod untuk melihat bahwa yang diekstraksi tersebut benar – benar amilum. Hasil uji iod dapat dilihat pada gambar 4.2.

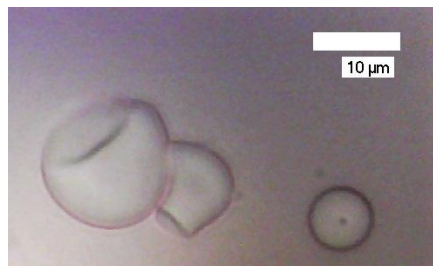


Gambar 4.2 Hasil uji iod

Hasil pengujian menunjukkan bahwa larutan amilum singkong berwarna biru setelah ditetesi iod. Warna tersebut timbul karena terjadi kompleks antara iod dan amilum. Ini terjadi karena iod mampu berinteraksi khusus dengan fraksi rantai lurus amilosa. Rantai amilosa memiliki bentuk pilinan atau heliks yang mampu membentuk senyawa inklusi dengan iod dikarenakan adanya efek dipol imbas dan resonansi di sepanjang rantai heliks^(18,36).

4.1.4 Hasil Identifikasi Mikroskopik

Adapun hasil identifikasi mikroskopik amilum singkong adalah seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Amilum singkong hasil identifikasi mikroskopik dengan pembesaran 1000 kali.

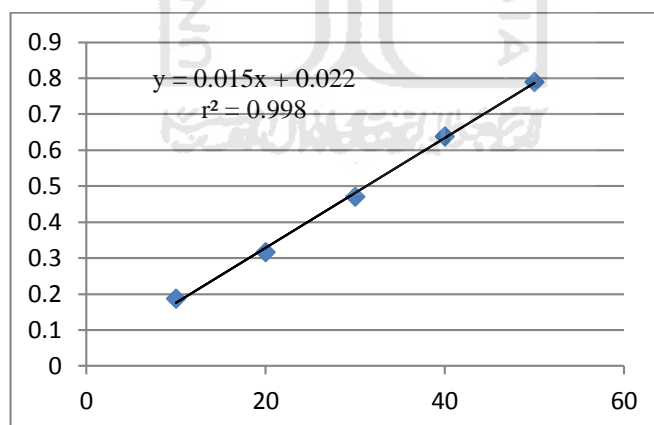
Ukuran partikel amilum singkong yang diperoleh dari perhitungan mikroskopis adalah $7,773 \pm 2,569 \mu\text{m}$. Nilai tersebut selaras dengan literatur yang menyatakan bahwa ukuran partikel amilum singkong berkisar antara $2,4 \mu\text{m}$ sampai $31,1 \mu\text{m}$ ⁽¹⁰⁾.

4.1.5 Kadar Amilosa dan Amilopektin

Untuk mengetahui kadar amilosa dan amilopektin yang terkandung dalam amilum singkong, dilakukan uji kadar amilosa menggunakan metode spektrofotometri UV/Visibel. Sebelum melakukan pembacaan kadar amilosa dari amilum singkong, dilakukan pembacaan panjang gelombang maksimal dan penentuan kurva baku dari standar amilosa terlebih dahulu.

Setelah dilakukan pembacaan panjang gelombang maksimal dari amilosa, diperoleh bahwa panjang gelombang maksimal amilosa adalah 614 nm. Hal ini dikarenakan larutan amilosa yang dibaca panjang gelombang maksimalnya memiliki warna sehingga bisa dipastikan panjang gelombang maksimalnya masuk di daerah visibel yakni sekitar $350 - 900 \text{ nm}$ ⁽³⁷⁾.

Adapun kurva baku yang berhasil dibuat dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik kurva baku amilosa

Nilai r yang mendekati 1 menunjukkan bahwa persamaan regresi tersebut linear dan dapat digunakan karena konsentrasi yang mempengaruhi absorbansi sebesar 99%^(38,39).

Adapun kadar amilosa dan amilopektin dari sample dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kadar amilosa dan amilopektin amilum singkong hasil ekstraksi

Bahan	Kadar Amilosa (mg)	Kadar Amilopektin (mg)
Amilum singkong	36,465±0,825	63,535±0,825

Disebutkan dari beberapa referensi, kadar amilosa singkong yang ditetapkan menggunakan metode spektrofotometri dengan reagen Iod adalah sekitar 1,6-36% dari berat amilum. Dari data tersebut, amilum singkong yang berhasil diekstraksi memiliki kadar amilosa yang disebutkan dalam literatur yakni sekitar 36%^(10,18).

Tinggi rendahnya kadar amilosa dan amilopektin memiliki peranan besar dalam menentukan sifat fisik amilum. Amilosa diketahui memiliki sifat kompresibilitas sehingga dapat digunakan dalam formulasi tablet cetak langsung. Adapun amilopektin, dikarenakan adanya rantai cabang pada struktur molekulnya, menyebabkan amilopektin memiliki sifat kohesif sehingga sifat alir dan daya kompresibilitasnya kurang baik. Dengan kata lain semakin tinggi kadar amilosa dalam amilum, maka semakin baik sifat fisiknya. Begitu juga semakin tinggi kadar amilopektin, maka semakin buruk sifat fisik yang dimiliki amilum⁽¹⁸⁾.

4.2 Amilum Singkong Hasil Modifikasi Kombinasi Metode Pregelatinasi Parsial dan Ko-Proses Menggunakan HPMC K-15

4.2.1 Hasil Identifikasi Organoleptis

Amilum singkong hasil modifikasi kombinasi metode pregelatinasi parsial dan ko-proses menggunakan HPMC K-15 dapat dilihat pada gambar 4.5. Amilum singkong hasil modifikasi memiliki warna putih dan sebagian kecilnya ada yang berwarna kekuningan. Warna tersebut kemungkinan timbul dari film yang terbentuk dari HPMC K-15. Ukuran partikel amilum singkong modifikasi lebih besar jika dibandingkan amilum singkong tanpa modifikasi. Selain itu, amilum modifikasi memiliki bentuk cenderung bulat atau lonjong dan ada juga yang memiliki bentuk tak beraturan. Ini disebabkan proses yang digunakan dalam pembentukan partikel/granul adalah proses pengayakan sehingga hasilnya kurang

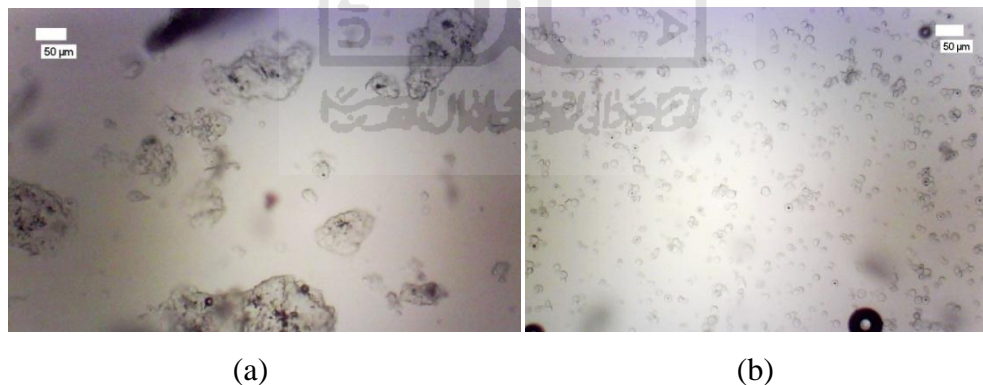
maksimal. Agar diperoleh hasil yang baik, yakni bentuk partikel yang bulat atau spheris dapat digunakan teknik spray drying dalam pengeringan amilum modifikasi⁽⁵⁾.



Gambar 4.5(a) Amilum singkong modifikasi formula 1, (b) Amilum singkong modifikasi formula 2.

4.2.2 Hasil Identifikasi Mikroskopik

Adapun penampakan partikel amilum singkong modifikasi dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut:



Gambar 4.6 Pengamatan dengan mikroskop dengan pembesaran 100 kali: (a)amilum singkong modifikasidan (b) amilum singkong tanpa modifikasi.

Pada gambar tersebut terlihat bentuk partikel amilum singkong modifikasi yang berbeda dengan bentuk partikel amilum singkong tanpa modifikasi. Jika dibandingkan dengan amilum singkong tanpa modifikasi, ukuran partikel amilum singkong modifikasi lebih besar. Selain itu, bentuk partikel amilum singkong

modifikasi tidak teratur sedangkan amilum singkong tanpa modifikasi memiliki bentuk yang lebih teratur yaitu bulat, oval, dan sepatuh lingkaran. Akan tetapi, masih dijumpai amilum yang belum termodifikasi pada penampakan mikroskopik amilum modifikasi.

4.3 Hasil Evaluasi Sifat Fisik

4.3.1 Distribusi ukuran partikel

Hasil evaluasi distribusi ukuran partikel pada amilum singkong modifikasi dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Distribusi ukuran partikel dihitung berdasarkan mikromiretik

No.	Bahan	Ukuran Partikel (μm)
1	Amilum singkong tanpa modifikasi*	7,773
2	Amilum singkong modifikasi formula 1	675,765
3	Amilum singkong modifikasi formula 3	659,118

Keterangan:

*) Dihitung berdasarkan metode mikroskopis

Berdasarkan distribusi ukuran partikel diatas, diketahui bahwa metode modifikasi amilum dengan pregelatinasi parsial dan ko-proses mampu meningkatkan ukuran partikel amilum dari yang semula sekitar 7,773 μm menjadi 659,118 - 675,765 μm . Dengan peningkatan ukuran partikel tersebut diharapkan sifat alir dan kompresibilitas amilum singkong modifikasi lebih baik dibandingkan amilum singkong tanpa modifikasi.

4.3.2 Kadar air

Hasil evaluasi kadar air pada amilum singkong hasil ekstraksi dan amilum singkong modifikasi dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Hasil uji kadar air

Bahan	Kadar air (%)
Amilum singkong	11,998 \pm 0,147
Amilum singkong modifikasi formula 1	3,825 \pm 0,064
Amilum singkong modifikasi formula 2	5,201 \pm 0,118

Persyaratan kadar air untuk amilum singkong adalah $\leq 16\%$. Berdasarkan data tersebut, terlihat dari tabel 4.4 bahwa amilum singkong masih memenuhi persyaratan kadar air. Adapun persyaratan kadar air untuk serbuk atau granul dalam formulasi tablet adalah 2 – 5%, sehingga kadar air dari amilum singkong formula 1 dan 2 telah memenuhi persyaratan^(40,41).

Penentuan kadar air penting dilakukan karena kadar air sangat berpengaruh terhadap sifat fisik serbuk atau granul. Kadar air yang terlalu tinggi akan menyebabkan serbuk atau granul menjadi lengket saat dilakukan rekompresi, sedangkan kadar air yang terlalu rendah dari serbuk atau granul akan menyebabkan terjadinya *capping*⁽⁵⁾.

Disebutkan bahwa semakin rendah kadar air dari serbuk atau granul menyebabkan peningkatan kecepatan alir dan penurunan sudut diam serta nilai CI. Akan tetapi, kadar air yang semakin rendah akan menyebabkan penurunan kompaktibilitas dan dapat memperlama waktu hancur tablet⁽⁴²⁾.

4.3.3 Carr's Index (CI) dan Rasio Hausner

Hasil evaluasi *Carr's Index* pada amilum singkong dan amilum singkong modifikasi dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil evaluasi *Carr's Index* dan rasio hausner

Bahan	<i>Carr's Index</i> (%)	Rasio Hausner
Amilum singkong	41,333±2,082	1,706±0,06
Amilum singkong modifikasi formula 1	14,333±1,155	1,167±0,016
Amilum singkong modifikasi formula 2	20±0	1,25±0

Nilai CI dan nilai rasio hausner memiliki pengaruh terhadap kekerasan dan kerapuhan tablet. Selain itu, nilai CI dan rasio hausner juga bisa menggambarkan kemampuan mengalir dari serbuk atau granul. Semakin baik nilai CI nilai rasio hausner, maka semakin baik pula kekerasan dan kemampuan mengalirnya. Nilai CI atau indeks kompresibilitas yang baik adalah $< 12\%$, akan tetapi nilai CI antara 13 – 21% masih diperbolehkan. Sedangkan nilai CI $\geq 22\%$ menunjukkan sifat alir yang buruk^(8,42).

Adapun nilai rasio *hausner* yang paling baik adalah yang paling mendekati angka 1. Nilai rasio hausner akan selalu selaras dengan nilai CI. Semakin besar

nilai CI maka semakin besar pulan nilai rasio hausner dari suatu bahan. Hal ini dikarenakan kedua parameter sifat fisik tersebut dipengaruhi oleh nilai porositas suatu bahan. Porositas merupakan celah antar partikel serbuk atau granul. Semakin banyak celah antar partikelnya, maka semakin tinggi pula nilai porositasnya. Semakin tinggi nilai porositas suatu bahan, maka semakin besar nilai CI dan rasio hausner bahan tersebut, sehingga semakin buruk kompresibilitas bahan tersebut^(7,43).

Dari tabel 4.5 diketahui bahwa amilum singkong tidak memenuhi persyaratan indeks kompresibilitas atau CI dan rasio hausner. Hal ini terjadi karena kadar amilopektin dari amilum masih cukup tinggi. Selain itu, diketahui bahwa kadar air yang dimiliki amilum singkong juga masih relatif tinggi. Kedua faktor tersebut menyebabkan amilum singkong memiliki nilai porositas yang tinggi sehingga indeks kompresibilitas yang dimiliki amilum singkong kurang baik.

Adapun amilum singkong modifikasi formula 1 dan 2 memiliki nilai CI dan rasio hausner yang telah memenuhi persyaratan. Akan tetapi, amilum singkong modifikasi formula 2 memiliki nilai CI dan rasio hausner yang lebih tinggi jika dibandingkan amilum singkong modifikasi formula 1. Hal ini dikarenakan kadar air yang dimiliki amilum singkong modifikasi formula 2 lebih tinggi dari amilum singkong modifikasi formula 1. Hasil uji *t-Test* menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna pada nilai CI dan rasio hausner antara amilum singkong modifikasi formula 1 dan 2 ($P < 0,05$) dimana amilum singkong modifikasi formula 1 memiliki nilai CI dan rasio hausner lebih baik.

4.3.5 Kecepatan Alir dan Sudut Diam

Hasil evaluasi kecepatan alir dan sudut diam pada amilum singkong dan amilum singkong modifikasi dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil evaluasi kecepatan alir dan sudut diam

Bahan	Kecepatan Alir (g/detik)	Sudut Diam
Amilum singkong	-	-
Amilum singkong modifikasi formula 1	20,651±1,508	30,191±2,912
Amilum singkong modifikasi formula 2	19,457±0,227	25,844±3,829

Kecepatan alir yang baik adalah >10 g/detik. Waktu alir memiliki pengaruh terhadap keseragaman bobot. Serbuk atau granul yang memiliki sifat alir yang baik akan mengisi ruang kompresi dengan konstan dan tidak menimbulkan rongga di dalam ruang kompresi sehingga tablet yang dihasilkan memiliki bobot yang seragam^(5,42).

Sudut diam yang baik memiliki nilai $<38^{\circ}$. Ada juga yang menyebutkan bahwa sudut diam yang baik bagi pati singkong pregelatin adalah $<40^{\circ}$. Sudut diam dapat digunakan sebagai patokan untuk melihat apakah serbuk atau granul mengalir dengan baik atautkah tidak^(5,7,42).

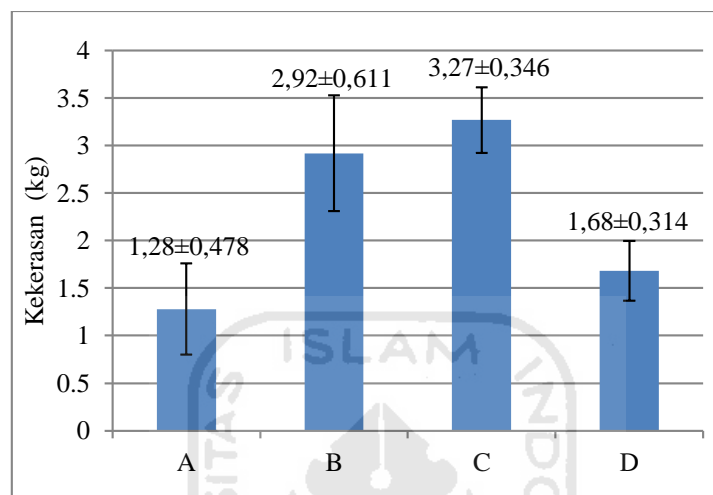
Kecepatan alir dan sudut diam keduanya dipengaruhi oleh besar kecilnya interaksi atau gesekan antar partikel yang terjadi. Besar kecilnya gesekan antar partikel dipengaruhi oleh luas permukaan serbuk atau granul. Telah diketahui bahwa semakin kecil ukuran granul, maka semakin besar luas permukaan totalnya dan dengan besarnya luas permukaan granul maka akan semakin besar kontak antar permukaan partikel. Sehingga semakin besar gesekan atau interaksi antar partikel. Apabila gesekan partikel semakin besar, maka semakin lambat alirannya dan semakin besar sudut diam serbuk atau granul tersebut. Selain itu, bentuk partikel yang bulat atau spheris juga dapat menyebabkan peningkatan kemampuan mengalir dari suatu bahan⁽⁵⁾

Amilum singkong memiliki kecepatan alir 0 g/detik dan tidak memiliki sudut diam. Sehingga tidak memenuhi persyaratan kecepatan alir. Ini dikarenakan amilum singkong memiliki ukuran partikel yang kecil. Akibatnya adalah semakin besar gesekan antar partikel amilum singkong. Adapun amilum singkong modifikasi memiliki kecepatan alir yang lebih besar dari persyaratan dan sudut diam yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi amilum singkong dengan metode pregelatinasi parsial dan ko-proses menggunakan HPMC K-15 mampu meningkatkan sifat alir amilum singkong.

Hasil analisis statistika menggunakan uji *t-Test* menunjukkan tidak adanya perbedaan yang bermakna pada kecepatan alir dan rasio hausner yang dimiliki amilum singkong modifikasi formula 1 dan 2 ($P>0,05$).

4.3.7 Kompaktibilitas

Hasil evaluasi kompaktibilitas pada amilum singkong, amilum singkong modifikasi formula 1 dan 2, serta *physical mixture* amilum singkong dan HPMCK-15 dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik uji kekerasan; (A) Amilum singkong, (B) Amilum singkong modifikasi formula 1, (C) Amilum singkong modifikasi formula 2, (D) *Physical mixture* amilum singkong dan HPMC K-15.

Dari gambar 4.7, dapat dilihat bahwa modifikasi amilum dengan metode pregelatinasi parsial dan ko-proses dapat memperbaiki kompaktibilitas atau kekerasan suatu bahan. Terbukti bahwa amilum singkong yang semula memiliki kekerasan $\pm 1,28$ kg dapat meningkat hingga mencapai $\pm 3,27$ kg dengan adanya modifikasi pregelatinasi dan ko-proses dengan HPMC K-15.

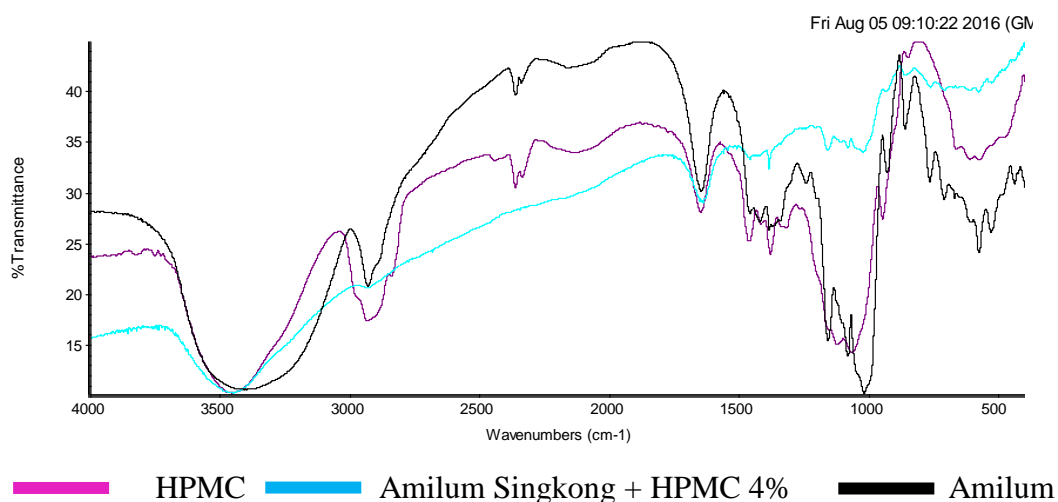
Gambar 4.7 juga menunjukkan adanya peningkatan kekerasan amilum singkong modifikasi dengan meningkatnya konsentrasi HPMC K-15. Ini terlihat pada amilum singkong modifikasi formula 1 dan amilum singkong modifikasi formula 2. Amilum singkong modifikasi 2 yang memiliki kadar HPMC K-15 4% memiliki kekerasan yang lebih tinggi jika dibandingkan amilum singkong modifikasi 1 yang memiliki kandungan HPMC K-15 2%. Akan tetapi, analisis statistika menggunakan uji *t-Test* menunjukkan tidak adanya perbedaan yang bermakna pada nilai kekerasan yang dimiliki amilum singkong modifikasi formula 1 dan 2 ($P > 0,05$).

Adapun analisis statistika menggunakan *t-Test* pada kekerasan amilum singkong tanpa modifikasi dan amilum singkong modifikasi menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna ($P < 0,05$) yang mana kekerasan amilum singkong modifikasi formula 1 lebih baik. Demikian pula hasil perbandingan kekerasan antara amilum singkong modifikasi formula 1 dan physical mixture antara amilum singkong dan HPMC K-15 menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna dimana amilum singkong modifikasi formula 1 memiliki kekerasan lebih baik.

Kekerasan atau kompaktilitas bahan ditentukan oleh karakteristik perubahan bentuk (deformasi) yang terjadi pada partikel bahan. Ada 2 jenis deformasi yang terjadi pada bahan pengisi tablet yaitu deformasi plastis dan deformasi elastis. Deformasi plastis yaitu perubahan bentuk partikel dari bentuk aslinya yang bersifat irreversibel, sehingga apabila bahan tersebut dikempa menjadi tablet akan menghasilkan tablet dengan kekerasan yang baik. Adapun deformasi elastis adalah perubahan bentuk partikel dari bentuk aslinya yang bersifat reversibel, sehingga apabila bahan tersebut dikempa menjadi tablet akan menghasilkan tablet yang rapuh dan mudah mengalami *capping*.

4.5 Hasil Analisa Spektra dengan Spektrofotometer IR

Adapun hasil pembacaan spektra dari amilum singkong, HPMC K-15, dan amilum singkong modifikasi dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut:



Gambar 4.8 Spetra IR.

Dari gambar spektra IR di atas, terlihat adanya kesamaan pada beberapa vibrasi rangka yang dimiliki amilum singkong, HPMC K-15, dan amilum singkong termodifikasi. Vibrasi rangka tersebut terjadi di sekitar daerah 3400 cm^{-1} yang menandai adanya gugus O-H pada ketiga sampel, vibrasi yang terjadi di daerah sekitar 2930 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan C-H regangan pada Amilum singkong dan HPMC K-15, vibrasi yang terjadi di daerah 1380 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus CH_2 , CH dan COH pada ketiga sampel, vibrasi yang terjadi pada daerah $800\text{ cm}^{-1} - 1300\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya regangan pada ikatan C-C dan C-O pada ketiga sampel, dan vibrasi rangka pada daerah sekitar 570 cm^{-1} yang menunjukkan adanya cincin piranosa pada ketiga sampel⁽⁴⁴⁾.

Menurut Wiacek, perbedaan yang paling penting antara amilum dan amilum pregelatin dapat dilihat pada vibrasi rangka yang terjadi di bawah daerah 800 cm^{-1} . Disebutkan pula bahwa vibrasi rangka pada daerah sekitar 530 cm^{-1} (merupakan salah satu vibrasi rangka pada cincin piranosa) pada amilum akan hilang pada amilum pregelatin. Data tersebut sesuai dengan hasil pembacaan spektra IR dari amilum singkong dan amilum singkong modifikasi. Hasil pembacaan spektra IR amilum singkong tanpa modifikasi menunjukkan adanya vibrasi rangka di daerah 530 cm^{-1} . Sedangkan hasil pembacaan spektra IR dari amilum singkong modifikasi menunjukkan tidak adanya vibrasi rangka pada daerah 530 cm^{-1} . Ini menandakan bahwa amilum singkong termodifikasi benar – benar mengalami pregelatinasi⁽⁴⁴⁾.

Selain itu, hasil pembacaan spektra IR menunjukkan adanya vibrasi rangka pada daerah 929 cm^{-1} pada amilum singkong dan pada daerah 946 cm^{-1} dari HPMC K-15 yang menandai adanya ikatan α -1,4-glikosidik pada amilum singkong dan rantai C-O-C pada HPMC K-15⁽⁴⁴⁾.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Metode pregelatinasi parsial dan ko-proses dengan HPMC K-15 terhadap amilum singkong menghasilkan amilum modifikasi yang memiliki karakteristik sifat alir dan kompresibilitas yang baik.
2. Metode pregelatinasi parsial dan ko-proses dengan HPMC K-15 terhadap amilum singkong terbukti mampu memperbaiki sifat fisik amilum singkong. Akan tetapi variasi kadar HPMC K-15 tidak menunjukkan pengaruh yang bermakna.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi formula yang lebih banyak untuk memastikan pengaruh perbedaan kadar HPMC K-15 terhadap sifat fisik amilum singkong.



DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. Inovasi Pengolahan Singkong Meningkatkan Pendapatan dan Diversifikasi Pangan. *Agro Inovasi*. 2011; (Edisi 4-10 mei).
2. Wicaksono Y, Nuri, Wiyusdyaningsih B. Pengembangan Bahan Farmasi Unggul Berbasis Amilum Singkong dengan Aplikasi Ultrasonik. *Abstrak dan Executive Summary Penelitian Hibah Bersaing (BOPTN)*. Jember: Universitas Jember; 2013
3. Echie FE, Okor RS. Effect of Acid Treatment on The Consolidation and Plasto-elasticity of Tapioca Powder. *Trop. J. of Pharm. Resc.* 2002;1(1); p. 45-49.
4. Wicaksono Y. Isolasi dan Karakterisasi Amilum Singkong Varietas Kaspro dari Kabupaten Jember untuk Eksipien Farmasi. *J. P & PT*. 2010;8(1).
5. Yusuf H, Radjaram A, Setyawan D. Modifikasi Amilum Singkong Pregelatin Sebagai Bahan Pembawa Cetak Langsung. *J. Penelit. Med. Eksakta*. 2008;7(1); p. 31-47.
6. Sihdianto AD. Pengembangan Amilum Singkong (Amilum Manihot) – Avicel PH 101 – PVP K₃₀ Sebagai *Co proses Excipien* Tablet Cetak Langsung Vitamin C[Skripsi]. Jember: Universitas Jember; 2008.
7. Suci PW, Kartadarma E, Darusman F. Pengaruh Bahan Pengikat HPMC Dan CMC-Na terhadap Karakteristik Sediaan Tablet Mengandung Ekstrak Kulit Kayu Cangkring. In: *Prosiding Penelitian SPeSIA Unisba*. Bandung: Unisba; 2015. p. 7–13.
8. Abbas KA. Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study. *J of Agricultural Science*. 2010; 2(2): p. 90-100.
9. Neelam K, Vijay S, Lalit S. Various Techniques for the Modification of Starch and the Applications of its Derivatives. *Int Res J Pharm*. 2012;3(5): p. 25–31.
10. Zhu F. Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava starch. *Carbohydr Polym* [Internet]. Elsevier Ltd.; 2015;122: p. 456–480. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.10.063>
11. Anonim. Ketela Pohon/Singkong (Manihot utilissima Pohl.). BAPPENAS. [cited 2016 Januari 3]. Available from: <http://warintek.bantulkab.go.id/web.php?mod=basisdata&kat=1&sub=2&file=190>.
12. Anonim. Classification for Kingdom Plantae Down to Species Manihot esculenta Crantz.. [cited 2016 Jan 4]. Available from: <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=MAES>
13. Chan HTJR. 1983. *Handbook Of Tropical Foods*. New York: Marcel Dekker Inc.
14. Rubatzky VE, and Yamaguchi M. 1995. *Sayuran Dunia I*. Penerjemah: Catur herison. Bandung: Penerbit ITB.
15. Nuwamanya E, Baguma Y, Emmambux N, Taylor J. Physicochemical and functional characteristics of cassava starch in Ugandan varieties and their progenies. *J Plant Breed Crop Sci*. 2010;2(1): p. 1–11.
16. Russ N, Zielbauer BI, Ghebremedhin M, Vilgis TA. Pre-gelatinized tapioca starch and its mixtures with xanthan gum and i-carrageenan. *Food Hydrocoll* [Internet]. Elsevier Ltd; 2016;56: p. 180–188. Available from:

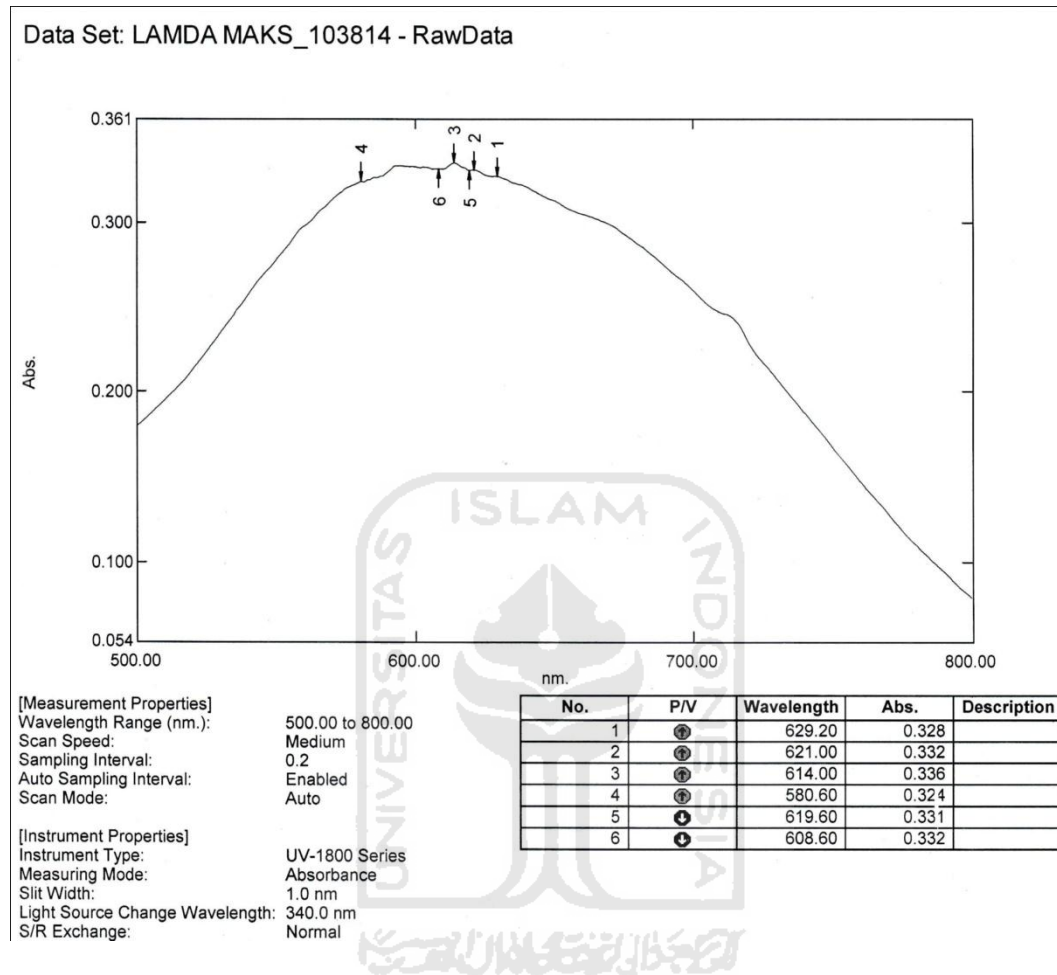
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.12.021>

17. Hastusi M. Pengaruh Perbedaan Suhu Dalam Metode Pembuatan Amilum Singkong Pregelatinasi Terhadap Sifat Fisik Tablet Chlorpheniramin Maleat Secara Kempa Langsung [Skripsi]. Surakarta; Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2008. p. 17.
18. Pramesti HA, Siadi KH, Cahyono E. Analisis Rasio Kadar Amilosa/Amilopektin Dalam Amilum Dari Beberapa Jenis Umbi. *Indones J Chem Sci.* 2012;1(2): p. 159–163.
19. Anonim. 2006. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. Fifth Edit. Rowe RC, Sheskey PJ, Owen SC, editors. Great Britain: Pharmaceutical press. p.346-690.
20. Gutiérrez TJ, Pérez E, Guzmán R, Tapia MS, Famá L. Physicochemical and Functional Properties of Native and Modified by Crosslinking , Dark-Cush-Cush Yam (*Dioscorea Trifida*) and Cassava (*Manihot Esculenta*) Starch. *jpbpc.* 2014;2(1): p. 1–5.
21. Chougule AS, Dikpati A, Trimbake T. Formulation Development Techniques of Co-processed Excipients. *JAPS.* 2012;2(2): p. 231–249.
22. Olowosulu AK. et al. Formulation and Evaluation of Novel Coprocessed Excipients of Maize Starch and Acacia Gum (StarAc) For Direct Compression Tableting. *IJPRI.* 2011; 2: p. 39–45.
23. Hadisoewignyo L. Bahan Ko-Proses dalam Metode Kempa Langsung. *Medicinus.* 2015;28(1): p. 29-34.
24. Marwaha M, Sandhu D, Marwaha RK. Review Article Coprocessing Of Excipients : A Review On Excipient Development For Improved Tableting Performance. *Int J Appl Pharma.* 2010;2(3): p. 41-47.
25. Chitedze J. et al. Binding Effect of Cassava Starches on the Compression and Mechanical Properties of Ibuprofen Tablets. *JAPS.* 2012;2(4): p. 31-37.
26. Phadtare D, Phadtare G, Asawat M. Hypromellose – A Choice Of Polymer In Extended. *WJPPS.* 2014;3(9): p. 551–566.
27. Shukla RK,& Tiwari A. Carbohydrate polymers: Applications and recent advances in delivering drugs to the colon. *Carbohydrate Polymers.* 2012;88: p. 399-416.
28. Huichao W, Shouying D, Yang L, Ying L, Di W. The application of biomedical polymer material hydroxy propyl methyl cellulose (HPMC) in pharmaceutical preparations. *J CPR.* 2014;6(5): p. 155–160.
29. Reza S, Quadir MA, Haider SS. Comparative evaluation of plastic, hydrophobic and hydrophilic polymers as matrices for controlled-release drug delivery. *J Pharm Pharmaceut Sci.* 2003;6(2): p. 282–291.
30. Gusmayadi, I. Uji Campuran 70% Amilum Umbi Singkong (Manihot escuelenta, Cranzt.) dengn 30% Amilum Umbi Talas (Colocasia escuelenta (L.) Schott) Sebagai Bahan Pengisi Dalam Pembuatan Tablet. *Jurnal Bahan Alam Indonesia.* 2006;6(1): p. 9–14.
31. Jubril, I, Muazu J. & Mohammed GT. Effects of Phosphate Modified and Pregelatinized Sweet Potato Starches on Disintegrant Property of Paracetamol Tablet Formulations. *Journal Of Applied Pharmaceutical Science.* 2012;02(02): p. 32–36.

32. Juliano BO, Tũaño APP, Monteroso DN, Aoki N, Mestres C, Dulbulao JBA, Bergonio KB. Replacement of Acetate with Ammonium Buffer to Determine Apparent Amylose Content of Milled Rice. *Cereal Foods World*. 2012:13–19.
33. Musa H, Gambo A. & Bhatia PG. Studies On Some Physicochemical Properties Of Native And Modified Starches From Digitaria Iburua And Zea Mays. *International Journal Of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2011; 3(1): pp.3–6.
34. Alalor CA, Avbunudiogba JA & Augustine K. Isolation And Characterization Of Mucilage Obtained From Colocasia esculenta. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 2014; 4(1): pp.25–29.
35. Anonim. 2008. *Teknologi Budidaya Ubikayu*. Lampung: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung. p.2
36. Febrianti S, Sulistyarti H. Penentuan kadar iodida secara spektrofotometri berdasarkan pembentukan kompleks amilum-iodium menggunakan oksidator iodat. *Student Journal*. 2013;1(1): p. 50–56.
37. Watson DG. 2010. *Analisis Farmasi*. Edisi 2. Alih bahasa: Syarif WR. Editor alih bahasa: Haddinata AH. Jakarta: EGC. p.110
38. Andayani R, Maimunah, Lisawati Y. Penentuan Aktivitas Antioksidan , Kadar Fenolat Total, dan Likopen pada Buah Tomat (Solanum Lycopersicum L). *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*. 2008;13(1).
39. Pratiwi P, Suzery M, B C. Total Fenol dan Flavonoid dari Ekastrak dan Fraksi Daun Kumis Kucing (Orthosiphon stamineus B.) Jawa Tengah Serta Aktivitas Antioksidannya. *JSM*. 2010;18(4): p. 140-148.
40. Anonim. 2006. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. Fifth Edit. Editor: Rowe RC, Sheskey PJ, Owen SC. Great Britain: Pharmaceutical press. p . 726.
41. Hana N. Foemulasi Tablet Hisap Ekstrak Etanol Gambir (Uncaria gambir Roxb) dengan Variasi Konsentrasi Polyvinyl Pyrolidon (PVP) sebagai Pengikat dan Pengaruhnya Terhadap Kadar CD4 dalam Darah[Skripsi]. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah; 2010.
42. Ardiani WP. Perbandingan Variasi Suhu Pengeringan Granul terhadap Kadar Air dan Sifat Fisis Tablet Parasetamol [Tugas Akhir]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret; 2012.
43. Siregar CJP. dan Wikarsa S. 2010. *Teknologi Farmasi Sediaan Tablet Dasar-Dasar Praktis*. Jakarta: Kedokteran EGC.
44. Wiacek AE. Effect of Surface Modification on Starch Biopolymer Wettability. *Food Hydrocolloids*. 2015;48: p. 228–237.

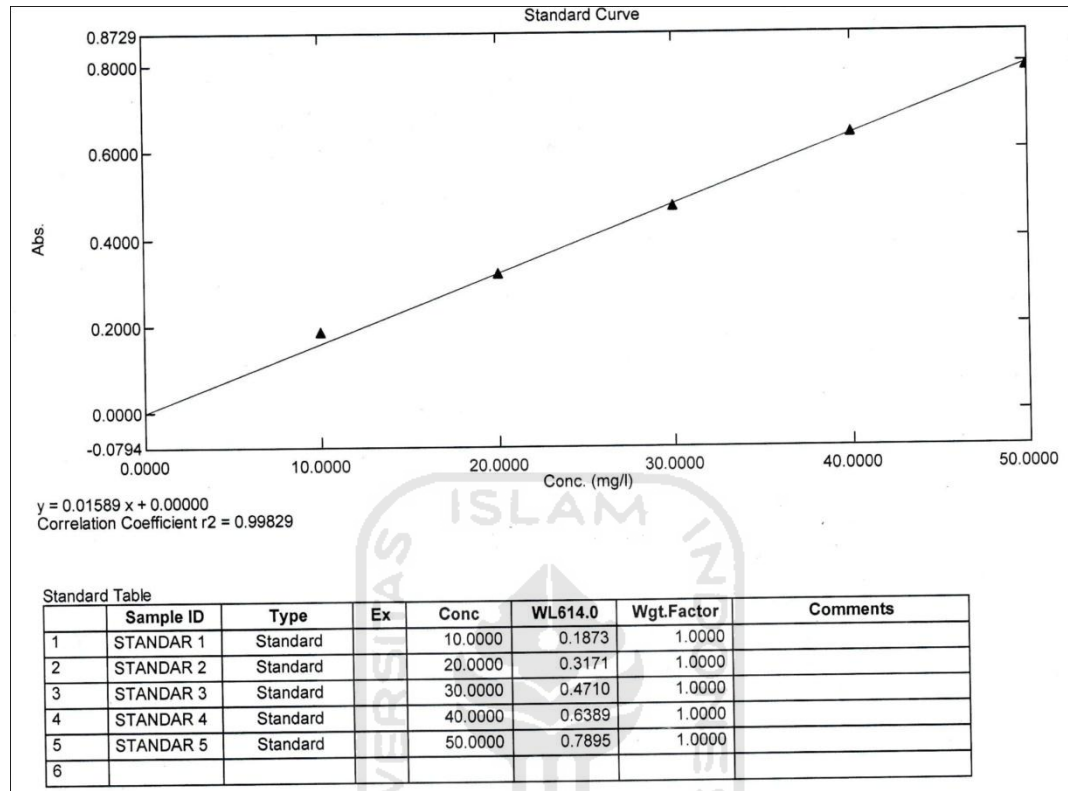
Lampiran 1

Panjang gelombang maksimum standar amilosa



Lampiran 2

Kurva baku standar amilosa



Lampiran 3

Hasil pembacaan kadar amilosa dengan spektrofotometer UV – Vis

Sample Table						
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL614.0	Comments
1	Amilum singko	Unknown		18.6386	0.2961	
2	Amilum singko	Unknown		18.2448	0.2898	
3	Amilum singko	Unknown		17.8135	0.2830	

Penjabaran:

Sempel	Absorbansi	Kadar amilosa setelah pengenceran 20x	Kadar amilosa sebelum pengenceran	Bobot Amilosa Sample (mg)	Bobot Amilopektin Sampel (mg)
Amilum singkong replikasi 1	0,2961	18,6386	372,772	37,277	62,723
Amilum singkong replikasi 2	0,2898	18,2448	364,896	36,490	63,51
Amilum singkong replikasi 3	0,2830	17,8135	356,270	35,627	64,373

Lampiran 4

Contoh perhitungan penentuan bobot amilosa dan amilopektin dari amilum singkong

Misal, absorbansi dari larutan sempel amilum singkong yang diencerkan 20 kali dari larutan awal yang memiliki volume 100 ml dengan kandungan amilum singkong 100 mg adalah 0,283 dan persamaan garis yang diperoleh dari kurva baku standar amilosa adalah $y = 0,015x + 0,022$. Diketahui bahwa y adalah absorbansi, maka:

$$0,283 = 0,015x + 0,022$$

$$0,015x = 0,283 - 0,022$$

$$0,015x = 0,261$$

$$x = \frac{0,261}{0,015}$$

$$x = 17,4 \text{ ppm}$$

Dari persamaan diatas, diperoleh bahwa kadar larutan amilum singkong yang telah diencerkan 20 kali tersebut adalah 17,4 ppm,. Maka kadar amilosa pada larutan awal yang memiliki volume 100 ml adalah:

Kadar amilosa = kadar amilosa setelah pengenceran \times faktor pengenceran

$$\text{Kadar amilosa} = 17,4 \text{ ppm} \times 20$$

$$\text{Kadar amilosa} = 348 \text{ ppm}$$

Dari persamaan tersebut maka kadar amilosa dalam satuan mg dari larutan amilum singkong tersebut bisa ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar amilosa (ppm)} = \frac{\text{Beratamilosa } (\mu\text{g})}{\text{Volume larutan}}$$

$$\text{Beratamilosa } (\mu\text{g}) = \text{Kadar amilosa (ppm)} \times \text{Volume larutan}$$

$$\text{Beratamilosa } (\mu\text{g}) = 348 \times 100$$

$$\text{Beratamilosa } (\mu\text{g}) = 34800 \text{ atau setara dengan } 34,8 \text{ mg}$$

Karena amilum singkong yang terdapat dalam larutan 100 ml adalah 100 mg, maka persen amilosa dalam amilum tersebut adalah:

$$\% \text{ amilosa} = \frac{\text{Beratamilosa (mg)}}{\text{Berat amilum pada larutan 100 ml (mg)}} \times 100\%$$

$$\% \text{ amilosa} = \frac{34,8}{100} \times 100\%$$

$$\% \text{ amilosa} = 34,8\%$$

Bobot amilopektin

$$\% \text{ amilopektin} = 100\% - \% \text{ amilosa}$$

$$\% \text{ amilopektin} = 100\% - 34,8\%$$

$$\% \text{ amilopektin} = 65,2\%$$

Dikarenakan berat total amilosa yang di pake menjadi sampel adalah 100 mg maka berat amilopektinnya adalah sebesar 65,2 mg



Lampiran 5

Data mentah hasil evaluasi sifat fisik

A. Evaluasi amilumsingkong

3. Uji kecepatan alir dan sudut diam

Amilum praktis tidak mengalir

4. Uji *Tapping*

Replikasi	Volume awal (ml)	Volume tapping (ml)	Bobot (g)
1	100	58	46.63
2	100	57	51.96
3	100	61	46.55

5. Kadar air

Replikasi	Bobot awal (g)	Bobot akhir (g)	% kadar air
1	0.509	0.448	11.98
2	0.506	0.446	11.86
3	0.502	0.441	12.15

6. Uji kekerasan

Replikasi	Diameter (cm)	Ketebalan (cm)	Kekerasan (kg)
1	1.26	0.402	1.1
2		0.402	1
3		0.402	1.2
4		0.402	1.1
5		0.39	2
6		0.39	2.3
7		0.402	1
8		0.4	1.2
9		0.402	1.1
10		0.402	0.8

7. Ukuran partikel

Gambar amilum	Ukuran partikel (μm)
Amilum 1	10
Amilum 2	15
Amilum 3	5

Gambar amilum	Ukuran partikel (μm)
Amilum 4	5
Amilum 5	7
Amilum 6	11
Amilum 7	9
Amilum 8	12
Amilum 9	9
Amilum 10	6
Amilum 11	5
Amilum 12	7
Amilum 13	12
Amilum 14	8
Amilum 15	6
Amilum 16	4
Amilum 17	12
Amilum 18	8
Amilum 19	10
Amilum 20	5
Amilum 21	7
Amilum 22	8
Amilum 23	8
Amilum 24	7
Amilum 25	5
Amilum 26	10
Amilum 27	8
Amilum 28	8
Amilum 29	6
Amilum 30	4
Amilum 31	10
Amilum 32	6
Amilum 33	5
Amilum 34	9
Amilum 35	4
Amilum 36	10
Amilum 37	8
Amilum 38	4
Amilum 39	8
Amilum 40	7
Amilum 41	10
Amilum 42	9

Gambar amilum	Ukuran partikel (μm)
Amilum 43	10
Amilum 44	5
ukuran rata - rata (μm)	7.773
SD	2.569

B. Evaluasi amilum modifikasi dengan HPMC 2%

1. Uji kecepatan alir dan sudut diam

Replikasi	Berat amilum (g)	Waktu alir (s)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)
1	100	5.26	12.5	3.3
2	100	4.77	13.5	3.2
3	100	4.55	13.3	3

2. Uji *Tapping*

Replikasi	Volume awal (ml)	Volume tapping (ml)	Bobot (g)
1	100	85	62.452
2	100	87	62.799
3	100	85	61.702

3. Kadar air

Replikasi	Bobot awal (g)	Bobot akhir (g)	% kadar air
1	0.501	0.482	3.79
2	0.502	0.483	3.78
3	0.513	0.493	3.90

4. Uji distribusi ukuran partikel

No.mesh	Ukuran mesh	Berat mesh (g)	Berat mesh + Amilum (g)	Berat amilum (g)
10	2 mm	384.18	384.18	0
20	850 μm	333.32	345.9	12.58
30	600 μm	326.58	352.64	26.06
40	425 μm	307.28	312.84	5.56
50	300 μm	263.9	267.33	3.43
60	250 μm	288.19	288.97	0.78

No.mesh	Ukuran mesh	Berat mesh (g)	Berat mesh + Amilum (g)	Berat amilum (g)
Penamungan	-	369.95	371.88	1.93

5. Uji kekerasan

Replikasi	Diameter (cm)	Ketebalan (cm)	Kekerasan (kg)
1	1.26	0.402	2.3
2		0.402	4.1
3		0.402	2.2
4		0.41	2.9
5		0.402	3.7
6		0.41	2.8
7		0.41	3
8		0.4	3.1
9		0.41	2.3
10		0.402	2.8

C. Evaluasi amilum modifikasi dengan HPMC 4%

1. Uji kecepatan alir dan sudut diam

Replikasi	Berat amilum (g)	Waktu alir (s)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)
1	100	5.14	13.7	3.3
2	100	5.08	14	2.9
3	100	5.2	14.5	2.7

2. Uji Tapping

Replikasi	Volume awal (ml)	Volume tapping (ml)	Bobot (g)
1	100	80	54.602
2	100	80	55.037
3	100	80	55.219

3. Kadar air

Replikasi	Bobot awal (g)	Bobot akhir (g)	% kadar air
1	0.508	0.482	5.12
2	0.506	0.479	5.34
3	0.505	0.479	5.15

4. Uji distribusi ukuran partikel

No.mesh	Ukuran mesh	Berat mesh (g)	Berat mesh + Amilum (g)	Berat amilum (g)
10	2 mm	384.17	384.18	0.01
20	850 μm	333.32	344.54	11.22
30	600 μm	326.62	350.59	23.97
40	425 μm	307.3	316	8.7
50	300 μm	263.9	268.3	4.4
60	250 μm	288.2	288.74	0.54
Penamungan	-	369.95	369.99	0.04

5. Uji kekerasan

Replikasi	Diameter (cm)	Ketebalan (cm)	Kekerasan (kg)
1	1.26	0.41	3.2
2		0.4	3.5
3		0.41	2.7
4		0.41	3.5
5		0.41	3.2
6		0.41	3.4
7		0.408	3.4
8		0.4	3.9
9		0.41	3
10		0.41	2.9

D. Evaluasi campuran fisik antara amilum singkong dan HPMC K-15

Uji kekerasan

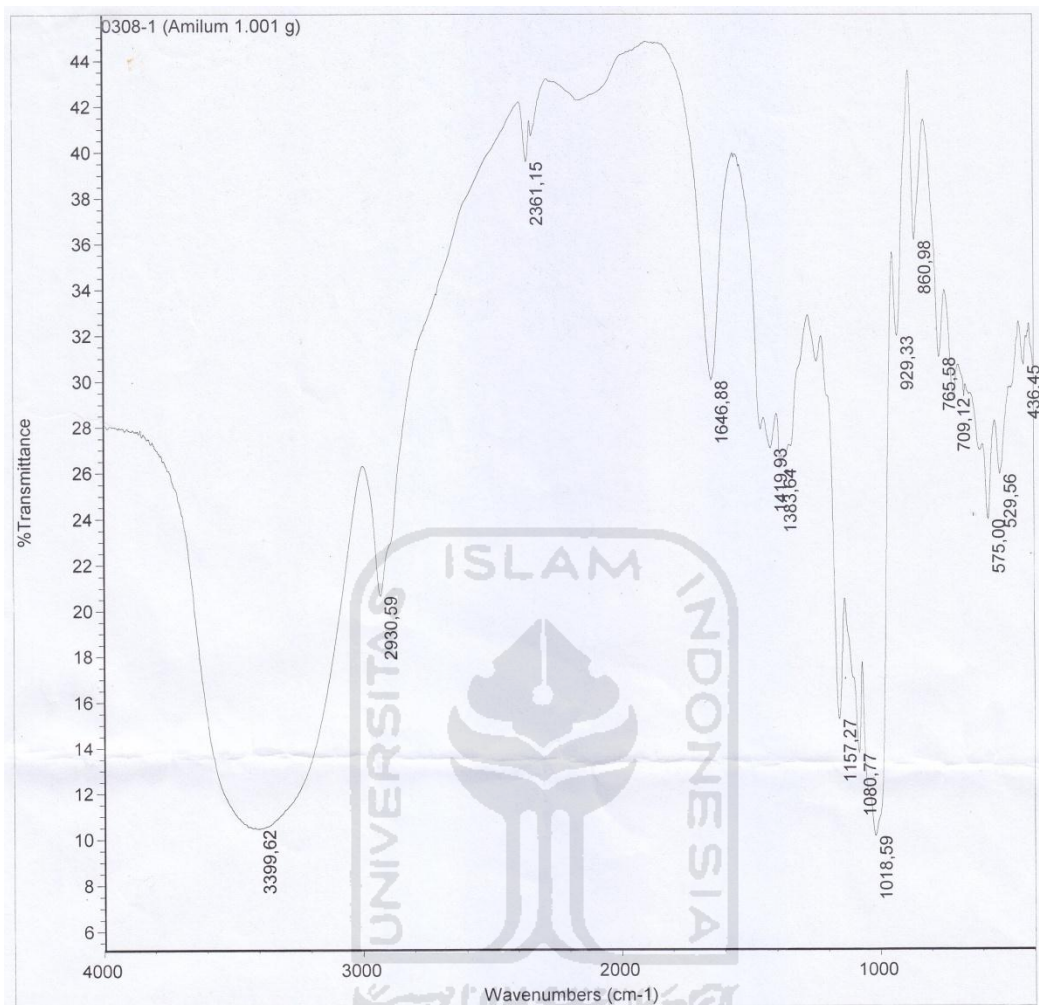
Replikasi	Diameter (cm)	Ketebalan (cm)	Kekerasan (kg)
1	1.26	0.398	2.2
2		0.4	1.6
3		0.39	2.3
4		0.402	1.4
5		0.398	1.5
6		0.402	1.5
7		0.4	1.6
8		0.4	1.5

9		0.4	1.8
10		0.4	1.5



Lampiran 6

Gambar spektra IR dari amilum singkong



Mon Jun 13 12:22:40 2016 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: 0308-1 (Amilum 1.001 g)

Region: 4000,00 400,00

Absolute threshold: 45,852

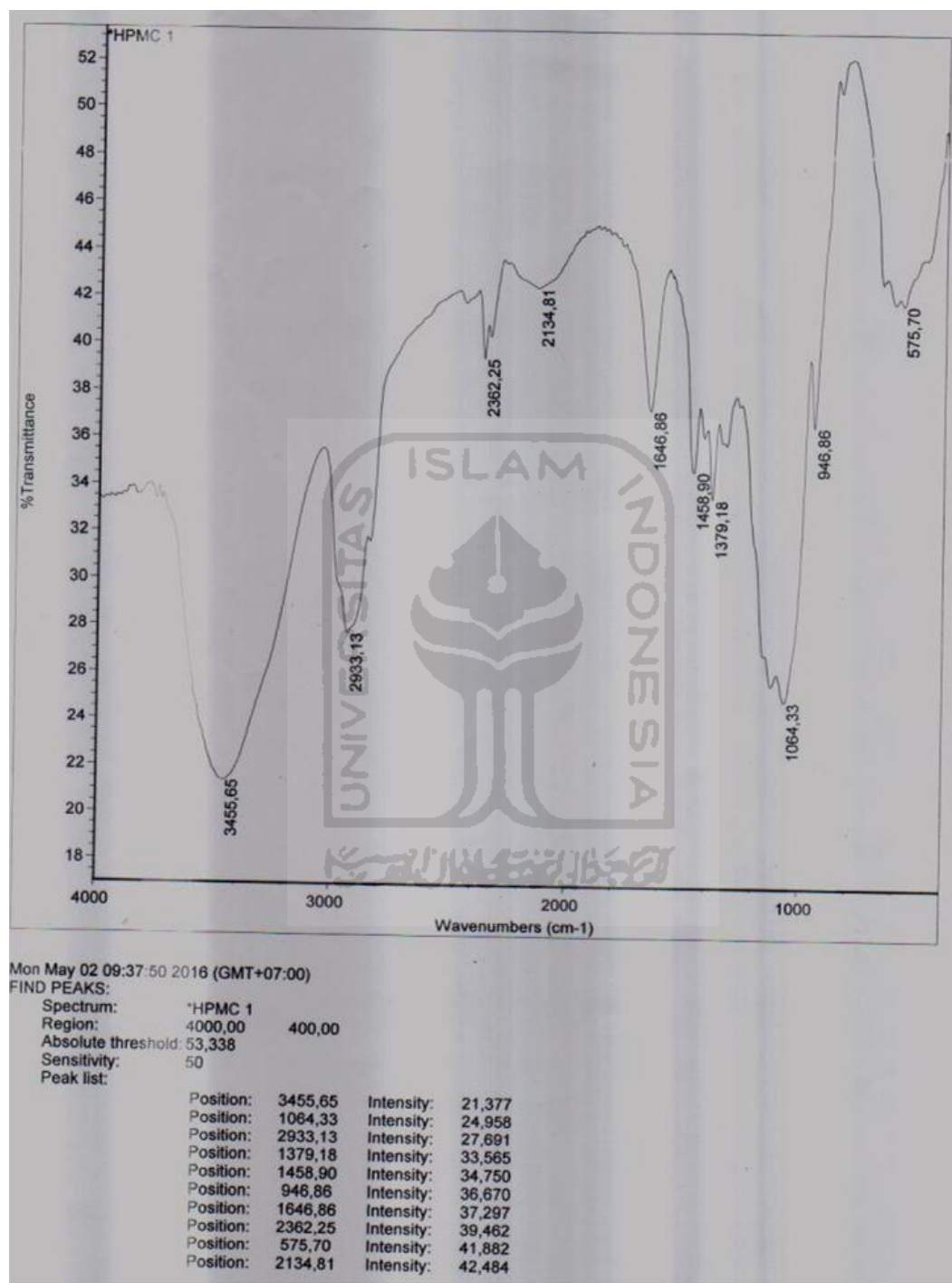
Sensitivity: 50

Peak list:

Position	Intensity
1018,59	10,089
3399,62	10,429
1080,77	13,729
1157,27	15,228
2930,59	20,636
575,00	23,933
529,56	25,895
1383,64	26,152
1419,93	27,031
709,12	29,221
1646,88	30,005
436,45	30,648
765,58	31,005
929,33	31,925
860,98	36,099
2361,15	39,564

Lampiran 7

Gambar spektra IR dari HPMC



Lampiran 8

Gambar spektra IR dari amilum singkong modifikasi

