

# KARAKTERISTIK SIFAT FISIKOKIMIA TEPUNG BENGKUANG (*Pachyrhizus erosus*) DIMODIFIKASI SECARA ASETILASI DENGAN VARIASI KONSENTRASI ASAM ASETAT SELAMA PERENDAMAN

## PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF YAM FLOUR CHARACTERISTICS (*Pachyrhizus erosus*) MODIFIED BY ACETYLATION WITH ACETIC ACID CONCENTRATION VARIATIONS DURING SOAKING

Novita Sari Dewi<sup>1)</sup>, Ir. Nur Her Riyadi Parnanto, MS<sup>1)</sup>, Achmad Ridwan A., S.TP., M.Sc<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

email: novitasaridewi5@gmail.com

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of variations concentration of acetic acid (0.10%, 0.15%, 0.20%, 0.25%) during the soaking of the physical properties (whiteness), chemical properties (moisture content) and physicochemical ((absorption, solubility (sollubility), swelling power, and amilografi) yam flour modified compared to control. Research method used Completely Randomized Design (CRD) with one factor that variations concentration of acetic acid. Data obtained were analyzed using Analysis Of Variance (ANOVA) at significance level of 5% and followed by Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5% significance level. Physical properties (whiteness) flour modification showed the higher concentrations of acetic acid the more value of the degree of white yam flour. Chemical properties (moisture content) in the modified starch showed the higher concentrations of acetic acid the higher moisture content. The physicochemical properties of modified starch showed the higher concentrations of acetic acid, the more value of water absorption, swelling power, solubility and initial gelatinization temperature. But setback viscosity decreased.

**Keywords:** Acetilasy, Yam Bean, Yam Bean Flour

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi asam asetat (0,10%; 0,15%; 0,20%; 0,25%) selama perendaman terhadap sifat fisik (derajat putih), sifat kimia (kadar air) dan fisikokimia ((daya serap, kelarutan (*sollubility*), swelling power, dan sifat amilografi) tepung bengkuang termodifikasi dibandingkan dengan kontrol. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu variasi konsentrasi asam asetat. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan *Analysis Of Variance* (ANOVA) dengan tingkat signifikansi 5%. Apabila terdapat beda nyata yang signifikan antar perlakuan dilakukan uji dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan tingkat signifikansi 5%. Hasil uji sifat fisik (derajat putih) tepung modifikasi menunjukkan semakin tinggi konsentrasi asam asetat, maka nilai derajat putih tepung bengkuang semakin meningkat. Sifat kimia (kadar air) pada tepung modifikasi menunjukkan semakin tinggi konsentrasi asam asetat maka nilai kadar air semakin meningkat. Sifat fisikokimia tepung modifikasi menunjukkan semakin tinggi konsentrasi asam asetat maka nilai daya serap air, *swelling power*, kelarutan dan suhu awal gelatinisasi semakin meningkat. Namun viskositas balik semakin menurun.

**Kata Kunci :** Bengkuang, Tepung bengkuang, Asetilasi

### PENDAHULUAN

Diversifikasi pangan sangat penting untuk dikembangkan atau ditingkatkan di Indonesia, mengingat bahwa potensi sumber daya alamnya yang melimpah, yaitu tersedianya berbagai bahan pangan yang memiliki nilai gizi yang dapat memenuhi kebutuhan gizi masyarakat Indonesia. Indonesia merupakan negara yang memiliki ketersediaan komoditas pangan yang melimpah yang dapat digunakan sebagai bahan baku tepung, seperti ubi kayu, ubi

jalar, talas, suweg, ganyong, gadung, gembili, jagung, garut dan bengkuang.

Komoditas tersebut, khususnya bengkuang yang dapat digunakan sebagai alternatif dalam pengembangan diversifikasi pangan di Indonesia. Namun sampai saat ini pemenuhan kebutuhan keseharian manusia tidak terlepas dari penggunaan tepung terigu (salah satu sumber karbohidrat) yang berasal dari gandum sebagai bahan utama makanan tambahan. Hal inilah yang menyebabkan ketergantungan masyarakat Indonesia dalam mengkonsumsi tepung terigu sebagai bahan pangan sehari-hari cukup tinggi. Meskipun

ketersediaan komoditas pangan sangat banyak dan melimpah ternyata belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Salah satunya adalah pemanfaatan umbi bengkoang (*Pachyrhizus erosus*) yang diolah menjadi tepung.

Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) merupakan umbi tanaman atau umbi akar dankadang-kadang disebut juga "buah bengkuang". Umbi bengkuang ini dapat langsung dikonsumsi segar sebagai bahan kelengkapan rujak tanpa melalui proses pengolahan. Meskipun keberadaannya sangat melimpah, pemanfaatan bengkuang di kalangan masyarakat masih sangat sederhana yang penyajiannya masih dalam bentuk buah utuh. Umbi bengkuang segar termasuk umbi yang mudah rusak ditandai dengan kandungan air yang cukup tinggi (85,1 g). Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengawetkan bengkuang dalam bentuk tepung yang memiliki keunggulan dapat disimpan lebih lama, praktis dan volumenya lebih kecil.

Namun sampai saat ini tepung bengkuang yang belum dimodifikasi memiliki banyak kekurangan. Zahda dan Raharjo (2013) menyatakan pati alami yang terdapat pada tepung memiliki beberapa kekurangan pada karakteristiknya diantaranya pasta yang terbentuk keras serta tidak tahan terhadap perlakuan panas dan asam. Dewasa ini banyak metode yang digunakan untuk memodifikasi tepung, sehingga memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan tepung yang tidak dimodifikasi. Pada prinsipnya metode modifikasi tepung yang dilakukan yaitu dengan cara memodifikasi kandungan pati yang terkandung dalam tepung. Modifikasi secara kimia dilakukan dengan penambahan asam asetat yang bertujuan untuk menggantikan gugus hidroksil (OH<sup>-</sup>) pati dengan gugus asetil dari asam asetat. Dengan adanya distribusi gugus asetil yang menggantikan gugus OH<sup>-</sup> maka akan mengurangi kekuatan hidrogen di antara pati dan menyebabkan granula pati menjadi lebih mengembang (banyak menahan air), mudah larut dalam air (Teja dkk, 2008)

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang diteliti adalah umbi bengkoang yang didapat dari pasar lokal Surakarta. Selain itu juga digunakan bahan untuk analisa fisikokimia. Bahan yang digunakan untuk analisa fisikokimia adalah tepung yang telah dimodifikasi dengan asam.

Alat yang digunakan dalam modifikasi pembuatan tepung bengkuang adalah *Slicer, cabiner dryer, blender*, ayakan 80 mesh, pipet, propipet, erlenmeyer, kertas saring, labu takar, water bath dan corong, krus, oven, desikator, penjepit cawan dan neraca analitik, kertas saring, corong, erlenmeyer, timbangan analitik, gelas ukur, Chromameter Minolta, pipet, waterbath, sentrifuse dan timbangan analitik, kertas saring, oven, timbangan analitik dan desikator, Rapid Visco Analyzer.

### Tahapan Penelitian

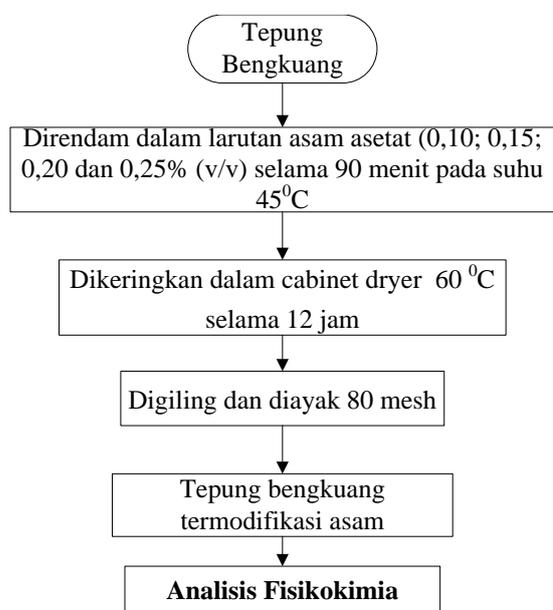
Tahapan penelitian terdiri dari pembuatan tepung bengkuang dan tepung bengkuang yang dimodifikasi, kemudian diuji sifat fisikokimia. Proses pembuatan tepung bengkuang dan tepung bengkuang yang dimodifikasi terdiri dari persiapan bahan, perendaman dengan asam, pengeringan dan penggilingan. Proses ini diuraikan pada paragraf sebagai berikut.

### Persiapan Tepung Bengkuang

Bengkuang yang didapatkan dari pasar lokal Surakarta, dibersihkan dari kotorannya dengan cara dikupas dan dibelah kemudian dicuci sampai bersih. Setelah bengkuang bersih, kemudian dilakukan pengecilan ukuran dengan menggunakan slicer dengan ketebalan  $\pm 1$  mm dan ditiriskan. Setelah penirisan bengkuang yang telah dikecilkan ukurannya di blanching selama 1 menit kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60<sup>0</sup>C selama 16 jam. Kemudian setelah pengeringan bengkuang dikecilkan ukurannya dengan cara digiling dan kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh.

## Pembuatan modifikasi tepung bengkung

Tepung bengkung yang telah diayak kemudian direndam dalam larutan asam asetat (0,10; 0,15; 0,20 dan 0,25% v/v) selama 90 menit. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60<sup>0</sup>C selama 12 jam dan digiling. Proses modifikasi tepung bengkung dapat dilihat pada Gambar 1.



## Analisis Fisikokimia

Analisis fisikokimia terdiri dari *Swelling power* dengan metode Sentrifugasi (Artiani dan Yohanita, 2010), *Solubility* dengan metode Gravimetri (Fardiaz dkk, 1992), Daya Serap Air dengan metode Pengujian sederhana (Fardiaz dkk, 1992), Derajat Putih dengan metode Chromameter (Agarisma, 2008 dalam Gilang, 2013), *Amilograf* dengan metode Rapid Visco Analyzer (Brookfield, 2005), Kadar Air dengan metode Thermogravimetri (SNI-3751:2009).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Fisik Tepung Bengkung Termodifikasi

#### Derajat Putih

Warna merupakan atribut yang penting pada industri makanan. Warna merupakan karakteristik utama dari sebuah produk. Pengukuran warna sampel pada

tepung bengkung termodifikasi dilakukan dengan menggunakan *Chromameter*.

Adanya perlakuan perendaman menggunakan asam asetat dengan tingkat konsentrasi yang berbeda-beda memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan kontrol atau tanpa perendaman asam asetat. Dari hasil analisis derajat putih yang dapat dilihat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa penambahan asam asetat berpengaruh nyata terhadap nilai derajat putih tepung bengkung. Nilai derajat putih berturut-turut adalah 75,837%; 76,643%; 77,228%; 77,473%; 78,450%. Perendaman dengan menggunakan asam asetat ternyata dapat mempengaruhi nilai derajat putih tepung bengkung termodifikasi ini dikarenakan asam asetat dapat menghambat reaksi pencoklatan enzimatis yang disebabkan oleh enzim fenolase yang terdapat pada umbi, terutama umbi bengkung. Asam asetat dapat mencegah reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino. Gugus gula pereduksi tidak mempunyai kesempatan untuk bereaksi dengan asam amino. Hal ini sesuai dengan pendapat Menurut Winarno, F.G (1883) dalam Fajriyatul (2013) menyatakan bahwa adanya perendaman dengan asam asetat dapat menghambat reaksi pencoklatan enzimatis yang disebabkan oleh enzim fenolase yang terkandung dalam buah sukun.

### Karakteristik Kimia Tepung Bengkung Termodifikasi

#### Kadar air

Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan daya tahan bahan itu. Menurut Fardiaz (1989), batas kadar air mikroba tidak dapat tumbuh ialah 14-15%. Kadar air tepung dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu perlakuan yang dialami serta lama dan kondisi penyimpanan produk. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi asam asetat berpengaruh nyata terhadap kadar air tepung bengkung termodifikasi. Perlakuan perendaman dengan asam asetat memiliki nilai kadar air yang lebih tinggi daripada kontrol atau tanpa perendaman. Tepung bengkung tanpa perendaman memiliki nilai kadar air sebesar 10,609% sedangkan untuk konsentrasi asam asetat

0,10%;0,15%;0,20%;0,25% berturut-turut adalah 11,106%, 11,798%, 12,294%, dan 12,712%.

Kadar air tertinggi terdapat pada konsentrasi asam asetat 0,25%, sedangkan kadar air terendah terdapat pada konsentrasi asam asetat 0,10%. Tingginya kadar air pada tepung modifikasi ini diduga pada saat proses perendaman atau pada saat proses asetilasi terjadi penyerapan air oleh granula tepung bengkang. Granula-granula pati akan mengembang karena menyerap air dengan adanya pemanasan, sehingga semakin banyak gugus OH- pati yang tersubstitusi oleh gugus asetil (Anjar, 2013). Adanya asam akan menghidrolisis rantai pati, akibatnya rantai pati tereduksi sehingga rantai pati cenderung lebih pendek dan mudah menyerap air (Hee-Joung An, 2005 dalam Pudjihastuti 2010). Hal ini sesuai dengan penelitian Mutmaniah (2013) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang digunakan maka semakin tinggi pula kadar air yang dihasilkan.

### **Karakteristik Fisikokimia Tepung Bengkuang Termodifikasi**

#### **Daya Serap Air**

Daya absorpsi air dari pati umbi-umbian perlu diketahuikarena jumlah air yang ditambahkan pada patimempengaruhi sifat dari system pati. Daya serap air tepung bengkang termodifikasi dapat dilihat pada tabel diatas. Tepung bengkang tanpa perendaman memiliki daya serap air sebesar 3,437%. Pada perlakuan konsentrasi perendaman 0,10%; 0,15%; 0,20% dan 0,25% memiliki nilai daya serap air berturut-turut 3,943%; 3,997%; 4,012%; 4,178%. Tingginya daya serap air, diduga adanya penambahan asam dan dilakukan proses pemanasan. Asam akan merusak dan memutus ikatan polimer terutama bagian amorf terlebih dahulu dan reaksi akan lebih cepat pada suhu tinggi Murphy (2000) didalam Phillips dan William (2000).

Dengan penambahan asam maka gugus asetil pada asam akan menyerang gugus OH<sup>-</sup> pada pati sehingga mengakibatkan pati terhidrolisis. Ketika pati terhidrolisis, makromolekulnya akan terdegradasi menjadi molekul-molekul yang lebih kecil dengan

rantai yang lebih pendek (Wawan, 2006). Setelah pati terhidrolisis maka pati akan lebih mudah mengalami depolimerisasi. Depolimerisasi ditandai dengan adanya putusnya ikatan rantai utama sehingga menyebabkan pemendekan panjang rantai dan penurunan bobot molekul. Dengan adanya penurunan bobot molekul pati tersebut, secara tidak langsung maka ukuran molekul pati menjadi lebih kecil. Kecilnya ukuran molekul pati memudahkan air untuk masuk ke dalam molekul pati sehingga daya serap air meningkat.

#### **Swelling power**

Daya kembang pati atau swelling power didefinisikan sebagai pertambahan volume dan berat maksimum yang dialami pati dalam air (Balagopalan, 1988). Data dari tabel menunjukkan bahwa *swelling power* tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi asam asetat 0,25% yaitu 9,518 sedangkan *swelling power* terkecil terdapat pada perlakuan konsentrasi asam asetat 0,10% yaitu 6,408. Hal ini telah sesuai dengan penelitian Anjar (2013) yang menyatakan bahwa perlakuan dengan penambahan asam asetat akan meningkatkan *swelling power* tepung labu kuning termodifikasi dibandingkan dengan kontrol. Semakin tinggi konsentrasi asam asetat maka semakin tinggi juga *swelling power* yang terkandung dalam tepung labu kuning termodifikasi.

Daya mengembang mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan konsentrasi asam asetat. Hal ini dikarenakan asam dapat mengakibatkan ikatan hidrogen dalam pati melemah, sehingga air mudah masuk kedalam granula pati. Proses tersebut dapat membuat granula pati menjadi lebih besar dan mengembang, ini dikarenakan granula pati akan menyerap air sehingga lamakelamaan pati tersebut menjadi mengembang (*swelling power*nya meningkat).

#### **Kelarutan**

Kelarutan merupakan suatu kemampuan bahan untuk larut dalam air. Karakteristik kelarutan dalam air menunjukkan jumlah tepung (gram) yang dapat larut pada per mililiter pelarut (air) (Hidayat, 2009). Dari hasil analisis kelarutan

Tabel 1 Karakteristik Fisik Tepung Bengkuang Termodifikasi

Konsentrasi Asam Asetat	Derajat Putih (%)	Kadar Air (%wb)	Daya Serap Air(g/g)	Swelling Power (g/g)	Kelarutan (%)	Suhu Gelatini sasi(C <sup>0</sup> )	Viscositas Balik(Cp)
Kontrol	75,837 <sup>a</sup>	10,609 <sup>a</sup>	3,437 <sup>a</sup>	5,966 <sup>a</sup>	11,757 <sup>a</sup>	70,0	815,0
0.10%	76,643 <sup>b</sup>	11,106 <sup>b</sup>	3,943 <sup>b</sup>	6,408 <sup>b</sup>	21,386 <sup>b</sup>	76,8	590,0
0.15%	77,228 <sup>c</sup>	11,798 <sup>c</sup>	3,997 <sup>bc</sup>	7,626 <sup>c</sup>	31,311 <sup>c</sup>	73,7	470,0
0.20%	77,473 <sup>c</sup>	12,294 <sup>d</sup>	4,012 <sup>bc</sup>	8,405 <sup>d</sup>	33,338 <sup>d</sup>	74,4	460,0
0.25%	78,450 <sup>d</sup>	12,712 <sup>e</sup>	4,178 <sup>c</sup>	9,518 <sup>e</sup>	34.020 <sup>d</sup>	69,6	685,0

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda nyata pada taraf sig  $\alpha = 0,05$

dapat diketahui bahwa variasi konsentrasi asam asetat dapat meningkatkan nilai kelarutan tepung bengkuang. Kelarutan tertinggi terdapat pada konsentrasi asam asetat 0,25% yaitu 34,020% dan kelarutan terendah yaitu pada konsentrasi asam asetat 0,10% yaitu sebesar 21,386%.

Peningkatan kelarutan tepung diduga karena tepung telah terhidrolisa oleh asam asetat sehingga mengakibatkan ukuran molekul pati yang lebih kecil, dengan ukuran molekul yang lebih kecil tersebut maka mudah untuk larut dalam air, semakin rendahpanjang polimer rantai pati maka semakintinggi kelarutannya. Molekul amilosa mudah terpecah dibandingkan dengan molekul amilopektin sehingga saat hidrolisa asam berlangsung akan menurunkan gugus amilosa. Dengan semakin mudahnya air yang masuk maka kecenderungan untuk membentuk ikatan hidrogen antara pati dengan molekul air lebih besar. Ikatan hidrogen inilah yang menahan air untuk keluar dari granula pati sehingga pati tersebut dapat larut.

### Sifat Amilograf

#### a. Suhu Gelatinisasi

Suhu gelatinisasi menunjukkan suhu awal meningkatnya viskositas pati saat dipanaskan atau awal terjadinya gelatinisasi. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan bahwa penambahan asam memberikan pengaruh terhadap suhu gelatinisasi. Tepung bengkuang tanpa perendaman (kontrol) mempunyai suhu gelatinisasi sebesar 70<sup>0</sup>C. Dari keseluruhan suhu gelatinisasi yang didapat bahwa tepung dengan

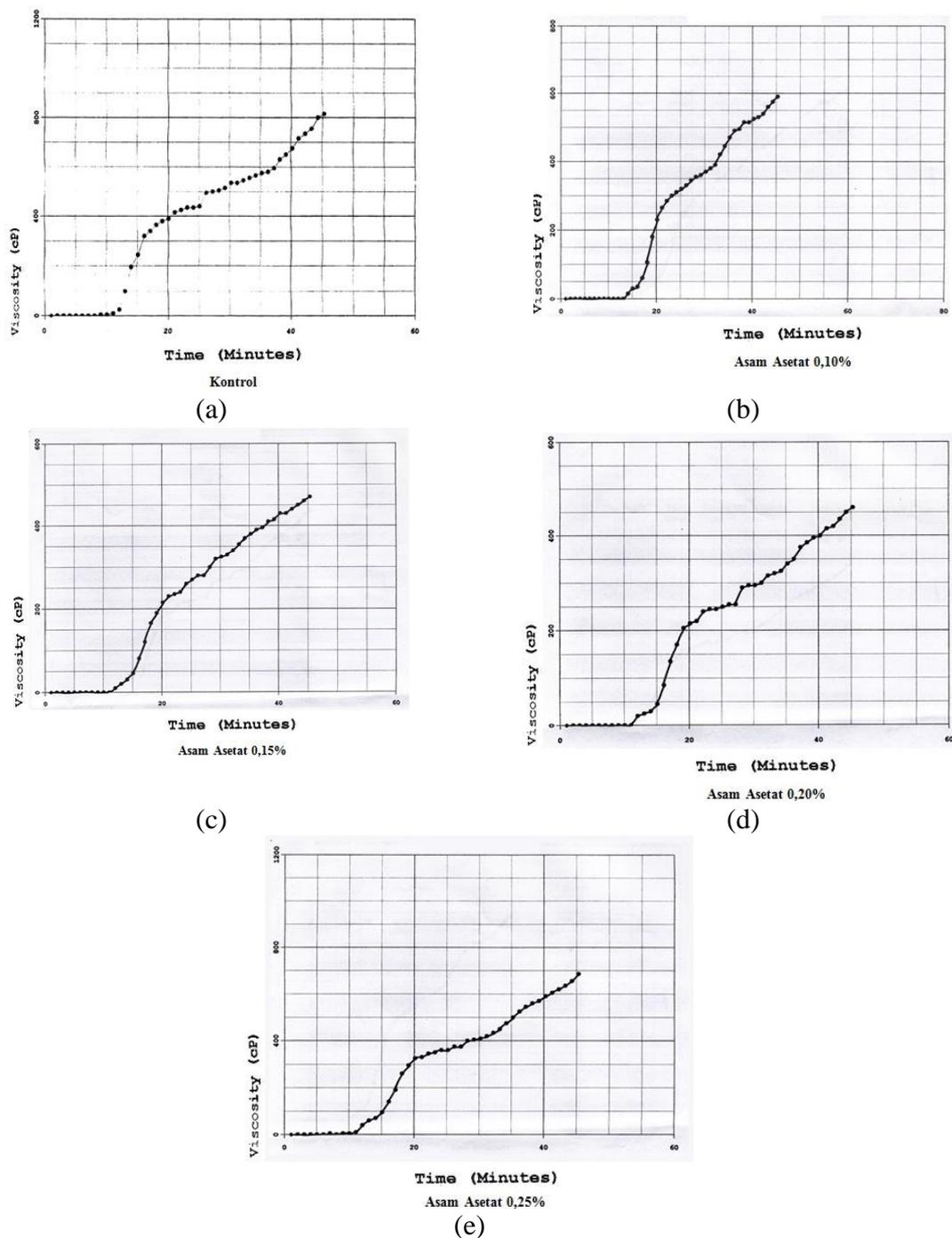
penambahan asam memiliki suhu gelatinisasi yang lebih tinggi daripada kontrol atau tanpa penambahan asam. Hal ini diduga karena asam dapat menghidrolisis pati sehingga mengakibatkan molekul-molekul pati menjadi berukuran lebih kecil. Sehingga memiliki suhu gelatinisasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.

Suhu gelatinisasi tiap-tiap pati berbeda dan merupakan suatu kisaran. Hal ini disebabkan karena populasi granula yang bervariasi dalam ukuran, bentuk, dan energi yang diperlukan untuk mengembang (Angelia, 2008). Pada saat granula pati yang terdapat di dalam tepung mulai pecah, maka akan diperoleh suhu gelatinisasi pati dalam tepung umbi bengkuang. Semakin rendah suhu gelatinisasi, waktu gelatinisasi juga semakin pendek.

#### b. Viscositas Balik

Viskositas atau kekentalan adalah satu parameter penting yang berpengaruh pada kualitas dari sejumlah besar produk pangan. Viskositas menunjukkan daya tahan aliran pada suatu aliran cairan. Untuk itu dibutuhkan energi guna merusak struktur molekul yang terikat kuat antara bahan padatan dengan cairannya (Harrington, 1984 dalam Alshendra, 2009). Secara keseluruhan viscositas balik, dimana tepung tanpa perlakuan perendaman menggunakan asam asetat memiliki viscositas balik lebih tinggi dibandingkan dengan tepung dengan perendaman asam asetat.

Perlakuan modifikasi asam pada tepung umbi bengkuang ternyata dapat



Gambar 2. Kurva Amilograf

menurunkan viskositas pada saat granula pati pecah. Penurunan tersebut sangat nyata terjadi. Menurut Windrati et al. (2000) dalam Alshendra (2009), asam dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis rantai pati, sehingga gel yang terbentuk tidak kuat. Sejumlah pati yang dimodifikasi asam diduga telah terhidrolisis. Hal ini juga disampaikan oleh (Lawal dkk., 2004) bahwa gugus asetat yang teresterifikasi menggantikan gugus hidroksil membatasi pembentukan

kekuatan mengikat air dan dapat menyebabkan penurunan viskositas. Viskositas balik yang rendah menunjukkan bahwa pasta tepung mempunyai stabilitas melawan retrogradasi (Daramola dan Osanyinlusi, 2005).

### c. Kurva Amilografi

Berdasarkan grafik amilograf maka masing-masing perlakuan dengan penambahan asam asetat dapat masuk ke dalam tipe kurva amilograf. Menurut

Chen (2003), terdapat empat jenis kurva amilogram yaitu tipe A, B, C dan D. Dari keempat tipe kurva amilograf diatas maka untuk tepung bengkuang baik dengan penambahan asam maupun tidak tergolong dalam tipe C. Hal ini dikarenakan nilai viscositas puncak tidak terdeteksi baik ditambah dengan asam maupun tidak. Selain dilihat dari profil viscositasnya penggolongan tipe amilograf juga bisa dilihat dari kurva amilografnya, jika kurva amilografnya cenderung menunjukkan peningkatan maka bisa digolongkan masuk ke dalam tipe C, namun jika kurva cenderung datar maka tergolong tipe D.

### KESIMPULAN

1. Semakin tinggi konsentrasi asam asetat maka semakin tinggi nilai fisik yaitu derajat putih (75,837%-78,450%) begitu pula sebaliknya jika semakin rendah konsentrasi asam asetat maka nilai derajat putih semakin rendah.
2. Peningkatan konsentrasi asam asetat memberikan pengaruh terhadap kenaikan nilai *swelling power* (5,966%-9,518%), kelarutan (11,757%-34,020%), daya serap air (3,437%-4,178%) , kadar air (10,609%-12,72%), dan suhu gelatinisasi (69,6-76,8<sup>o</sup>C).
3. Semakin tinggi ingginya konsentrasi asam asetat akan menurunkan nilai viscositas baliknya (815,0-460,0Cp).

### DAFTAR PUSTAKA

Aini, Nur; Hariyadi, Purwiyatno. 2010. *Sifat Sensori Marshmallow Cream yang Menggunakan Pati Jagung Putih Termodifikasikan sebagai Pengganti Gelatin*. Seafast Center Ipb Dan Departemen Ilmu Dan Teknologi Pangan IPB. Bandung

Alsuhendradan Ridawati. 2009. *Pengaruh Modifikasi Secara Pregelatinisasi, Asam, Dan Enzimatis Terhadap Sifat Fungsional Tepung Umbi Gembili (Dioscorea Esculenta)*. PS Tata Boga

*Jurusan IKK FT UNJ Kampus UNJ Rawamangun*

Argasasmita, T.U. 2008. *Karakteristisasi Sifat Fisikokimia dan Indeks Glikemik Varietas Beras Beramilosa Rendah dan Tinggi*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Bogor. Bogor.

Balogopalan, C., Padmaja, G., Nanda, S.K., dan Moorthy, S.N. 1988. *Cassava in Food, Feed, and Industry*. CRC Press, Baco Raton, Florida.

Brookfield. 2005. *Operating Instruction Manual*. No m/03 165 A0404 Brookfield DV-II Pro Progammmable Viscometer

Chen, Z. 2003. *Physicochemical Properties of Sweet Potato Starches and Their Application in Noodle Product*. Ph.D Thesis. Wageningen University, The Netherlands.

Fajriyatul Mutmainah. 2013. *Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Sukun (Artocarpus Communis) Termodifikasi Dengan Variasi Lama Perendaman Dan Konsentrasi Asam Asetat*. Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 4

Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan I*. IPB Press. Bogor.

Hee-Young An. 2005. *Effects of Ozonation and Addition of Amino Acid on Properties of Rice Starches*. A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana state University and Agricultural and Mechanical College

Herlina, Sari Nasmi dan Yuli, Asmara Panca. 2008. *Pengaruh Asam Asetat Terhadap Korosi Di Lingkungan CO<sub>2</sub>*. Jurnal Volume 9 No 1, Juni 2008

Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid Ke-3*. Yayasan Sarana WanaJaya, Jakarta.

Hidayat, Beni., Kalsum Nurbani dan Surfiana. 2009. *Karakterisasi Tepung Ubi Kayu Modifikasi Yang Diproses Menggunakan Metode Prigelatinisasi Parsial (Characterization of Modified Cassava Flour Processed THROUGH Partial Pregelatinisation Method)*.

- Indrasti, F. 2004. *Pemanfaatan Tepung Talas Belitung (Xanthosomasaginifolium) dalam Pembuatan Cookies*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Indrasti, F. 2004. *Pemanfaatan Tepung Talas Belitung (Xanthosoma saginifolium) dalam Pembuatan Cookies*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Indrastuti, Erning; Harijono; Bambang Susilo. 2012. *Karakteristik Tepung Uwi Ungu (Dioscorea Alata L.) Yang Direndam Dan Dikeringan Sebagai Bahan Edible Paper*. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 13 No. 3 [Desember 2012] 169-176
- Karuniawan, Agung; Noladhi, Wicaksana. 2006. *Kekerabatan Genetik Populasi Bengkuang Pachyrhizus erosus Berdasarkan Karakter Morfologi Bunga dan Daun*. Bul. Agron. (34) (2) 98 – 105 (2006)
- Kearsley, MW, Dziedzic. 1995. *Handbook of Starch Hydrolysis Product and Their Derivatives*. Blackie Academic & Professional, Glasgow.
- Khomsatin, siti; Sugiyono; Bambang Haryanto. 2012. *Kajian Pengaruh Pengukusan Bertekanan (Steam Pressure Treatment) Terhadap Sifat Fisikokimia Tepung Jagung*. J. Teknol dan Industri Pangan, Vol. .XXIII No. 1
- Legowo, Anang Mohammad. 2004. “*Analisis Pangan*” (Diklat Kuliah). Semarang: Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro
- Mahendra, B., Krisnatuti, D., Tobing, A. dan Boy, Z. A. 2008. *Care your self, Diabetes Melitus*. Penebar Plus, Jakarta
- Marwan, wawan setiawan. 2006. “*Produksi Hidrolisat Pati Dan Serat Pangan Dari Singkong Melalui Hidrolisis Dengan A-Amilase Dan Asam Klorida*” (Skripsi). Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Maryadi, Y Supriyanto, Sunartono, Nunu Noviandi. 2010. *Peningkatan Kemampuan dan Kapasitas Pengguna Inovasi Teknologi Pengolahan Pangan Berbasis Karbohidrat (94)*. Pusat Pengkajian Kebijakan Peningkatan Daya Saing. [http// km.ristek.go.id](http://km.ristek.go.id)
- Nur Faridah, Didah dkk. 2010. *Perubahan Struktur Pati Garut (Maranta arundinaceae) Sebagai Akibat Modifikasi Hidrolisis Asam, Pemotongan Titik Percabangan Dan Siklus Pemanasan-Pendinginan*. J.Teknol dan Industri Pangan, Vol. XXI No.2 Th.2010
- Perez, L. A, Meraz, F. G., Suarez, F.G., Tovar, J., Huicochea, E.F., Saguilan, A.A. 2005. *Resistant starch-rich powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch: Partial Characterization*. Journal of Starch 57 : 405-412.
- Pudjihastuti, Isti dan Siswo Sumardiono. 2011. *Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam dan Reaksi Fotokimia UV untuk Produksi Pati Termodifikasi dari Tapioka*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan ISSN 1693 – 4393: 1 – 6.
- Safrizal, Refli. 2010. *Kadar Air Bahan. Teknik Pasca Panen*. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
- Sarasvati, T. 2008. *Rainbow diet: 60 resep sajian warna-warni lezat & sarat khasiat*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Savitri, Emma. 2004. *Penentuan Kondisi Optimum Sintesis Selulosa Asetat Dari Serat Garut (Marantha Arundinaceae L) Dengan Metode Response Surface*. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Surabaya
- Singh, J. S. L. K. N. 2004. *Effect of Acetylation on Some Properties of Corn and Potato Starches*. Starch - Stärke vol 56: 586-601.

- Smith, P.S. 1982. Starch Derivatives and Their Use in Foods. In : Lineback, D.R. dan Paschall, G.E. 1982. Food Carbohydrates. (eds) Avi Publishing Company. Inc. Westport. Connecticut
- Soekarto, S. T. 1979. *Pangan Semi Basah: Keamanan dan Potensinya dalam Perbaikan Gizi Masyarakat*. Seminar Teknologi Pangan IV, 15-17 Mei 1979.
- Suarni dan Patong. 1999, dalam Danik. 2009. *Substitusi tepung terigu dengan tepung kecambah dalam pembuatan cookies*. IPB-Press. Bogor.
- Teja, Albert. 2008. *Karakteristik Pati Sagu Dengan Metode Modifikasi Asetilasi Dan Cross-Linking*. Jurnal Teknik Kimia Indonesia vol. 7 (3): 836-843.
- Tranggono, 1989. *Petunjuk Laboratorium Biokimia Pangan*, Yogyakarta, PAU Pangan Gizi .UGM.
- Triyani, Anjar. 2013. "Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Labu Kuning (Cucurbita Moschata) Termodifikasi Dengan Variasi Lama Perendaman Dan Konsentrasi Asam Asetat". (Skripsi). Surakarta: Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Van Steenis, CGGJ. 2005. *Flora*. PT Pradnya Paramita. Jakarta
- Winarno, F G. 1983. *Enzim Pangan*. Gramedia. Jakarta.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan Dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Yanuwardana. 2013. "Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Labu Kuning (Cucurbita Moschata) Termodifikasi Dengan Variasi Lama Perendaman Dan Konsentrasi Asam Laktat". (Skripsi). Surakarta. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sebelas Maret.