



Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan
Universitas Sebelas Maret

Available online at
www.ilmupangan.fp.uns.ac.id

**JURNAL
TEKNOSAINS
PANGAN**

Jurnal Teknosains Pangan Vol 4 No. 3 Juli 2015

KAJIAN KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, FISIKOKIMIA DAN SENSORI TEPUNG KENTANG HITAM (*Coleus tuberosus*) TERMODIFIKASI MENGGUNAKAN ASAM LAKTAT

STUDY OF PHYSICAL, CHEMICAL, PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND SENSORY PROPERTIES BLACK POTATO (*Coleus tuberosus*) FLOUR MODIFIED BY LACTIC ACID SOLUTION

Rika Mandasari⁽¹⁾, Bambang Sigit Amanto⁽²⁾, Achmad Ridwan A.⁽²⁾

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
² Staff Pengajar Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan

Received 30 Januari 2015; accepted 31 Mei 2015 ; published online 1 Juli 2015

ABSTRAK

Tepung pada umumnya digunakan untuk pembuatan roti. Bahan dasar pembuatan tepung terigu yaitu gandum masih diperoleh dari hasil import. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengolahan dalam rangka penganekaragaman pangan, misal tepung kentang hitam. Tepung kentang hitam masih memiliki kelemahan sehingga diperlukan teknologi modifikasi untuk memperbaiki tepung kentang hitam. Analisis fisik, kimia, fisikokimia, dan sensori diperlukan untuk mengetahui karakteristik tepung kentang hitam termodifikasi yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik fisik, kimia, fisikokimia, dan organoleptik tepung kentang hitam termodifikasi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan 2 faktor yaitu konsentrasi asam laktat (0; 0.05; 0.10; dan 0.15%), dan lama perendaman (30, 60, dan 90 menit). Hasil penelitian ini adalah semakin besar konsentrasi dan semakin lama perendaman menghasilkan kadar air, gula reduksi, derajat putih, swelling power semakin meningkat, sedangkan kadar amilosa menurun. Semakin besar konsentrasi asam laktat dan lama perendaman, maka tingkat kesukaan panelis terhadap parameter warna dan tekstur meningkat tetapi tingkat kesukaan panelis terhadap aroma menurun. Secara keseluruhan, semakin besar konsentrasi asam laktat dan lama perendaman, maka tingkat kesukaan meningkat. Selama pemanasan, viskositas tepung kentang hitam termodifikasi semakin menurun dengan menurunnya suhu gelatinisasi. Grafik amilografi menunjukkan tidak terjadi puncak viskositas, sehingga tepung kentang hitam termodifikasi cocok untuk digunakan untuk bahan pembuatan mie.

Kata Kunci: Kentang hitam, Asam Laktat, Modifikasi asam

ABSTRACT

Wheat is generally used for making bread. The manufacture of wheat flour which is gained from the import. Therefore, prevention efforts are needed in order to diversification of food, such as black potato flour. Black potato flour still has weaknesses that needed modification technology to improve the black potato flour. Analysis of physical, chemical, physicochemical and sensory needed to know the characteristics of black potato flour modified the resulting. The purpose of this study was to determine the physical, chemical, physicochemical and organoleptic characteristics black potato flour modified. Completely Randomized Design Factorial (RALF) with two factors, namely the concentration of lactic acid (0; 0.05; 0.10; and 0.15%), and the soaking time (30, 60, and 90 min). The results of this study are greater the concentration and the longer the immersion produces moisture, reducing sugar, whiteness, swelling power is increasing, while the amylose content decreased. The greater the concentration of lactic acid and soaking time, the preference panelist level on color and texture parameters increased but rate preferences panelist on the aroma decreased. Overall, the greater the concentration of lactic acid and soaking time, the level of preference increased. During heating, the viscosity of black potato modified flour decreases with decreasing temperature gelatinisasi. Amilograph shows do not occurs of the peak viscosity, so that the black potato modified flour suitable to be used for the manufacture of noodles.

Keyword: Black Potatoes, Lactic Acid, acid modification

*honeybear.poooh@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Tepung terigu merupakan tepung yang terbuat dari gandum. Gandum yang dipakai untuk memproduksi tepung terigu sulit tumbuh di daerah tropis maka pemerintah masih perlu mengimpor tepung terigu dari luar untuk memenuhi permintaan kebutuhan konsumen. Menurut data Aptindo (2012) bahwa tingkat konsumsi tepung terigu pada tahun 2011 sebesar 4,76 juta sedangkan tingkat konsumsi pada tahun 2012 meningkat 7,06% menjadi sebesar 5,05 juta sehingga diperlukan komoditas pangan lokal yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap tepung terigu, misalnya dengan menggunakan umbi-umbian.

Produksi umbi-umbian sebagai sumber bahan pangan lokal yang tumbuh di Indonesia cukup tinggi untuk bisa dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat. Akan tetapi, penggunaannya masih sering dihidangkan dalam bentuk segar, rebusan, atau kukusan. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengolahan dalam rangka penganekaragaman pangan, misalnya mengolah umbi menjadi bentuk tepung sehingga mempunyai daya awet yang lebih lama serta rasa yang khas. Salah satu umbi-umbian yang dapat diolah menjadi tepung yaitu kentang hitam. Kentang hitam merupakan salah satu bahan pangan non beras yang belum banyak dikenal oleh masyarakat sehingga belum banyak penggunaannya dibandingkan dengan umbi-umbian yang lainnya seperti ubi jalar atau ubi kayu. Hal ini juga diungkapkan oleh Richana (2012) bahwa bagian yang dimanfaatkan dari tanaman kentang hitam adalah umbinya. Masyarakat memanfaatkan umbi muda untuk sayuran lodeh atau sayur asem. Terkadang dimakan mentah untuk lalapan. Sedangkan umbi tua direbus untuk dijadikan makanan pokok/camilan. Sebagian masyarakat merendam umbi tua dengan larutan kapur sebelum dimasak. Pemasaran kentang hitam sampai saat ini masih dalam bentuk segar.

Menurut data Badan Pusat Statistik (2012) menyatakan bahwa kandungan gizi kentang hitam masih rendah bila dibandingkan dengan kandungan gizi bahan pangan lokal yang biasa untuk pembuatan tepung seperti ubi jalar dan gandum tetapi kandungan gizi kentang hitam lebih tinggi dibandingkan kentang sayur. Dalam 100 gram, energi kentang hitam mencapai 142 kalori, sedangkan kentang biasa hanya mencapai 83 kalori, tetapi gandum bisa mencapai 390 kalori dan ubi

kayu mencapai 146 kalori. Begitu juga karbohidrat kentang hitam mencapai 33,7 gram, sedangkan kentang biasa hanya mencapai 19,1 gram tetapi gandum mencapai 86,2 gram dan ubi kayu mencapai 34,7 gram.

Menurut hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Rahman (2010) menunjukkan bahwa kentang hitam dapat dijadikan sebagai tepung tetapi masih mempunyai beberapa kelemahan. Kelemahan dari tepung kentang hitam yaitu kurang dapat mengembang, dan sedikit mengikat air. Sehingga perlu dilakukan modifikasi tepung kentang hitam sehingga dapat memperbaiki karakteristiknya.

Modifikasi pada tepung pada dasarnya merupakan modifikasi terhadap pati yang menjadi komponen paling banyak di dalam tepung. Menurut Wurzburg (1989) dalam Alshendra dan Ridawati (2009), selain keragaman sifat fungsional dari sumber pati, teknik modifikasi dapat digunakan untuk menanggulangi kelemahan-kelemahan dari pati dan menghasilkan pati dengan sifat-sifat yang lebih baik dan spesifik. Pati demikian ini disebut sebagai "pati termodifikasi (modified starch)". Dalam arti luas, setiap produk di mana sifat kimia dan atau sifat fisik pati biasa telah diubah disebut sebagai pati termodifikasi (Alshendra dan Ridawati, 2009). Modifikasi disini dimaksudkan sebagai perubahan struktur molekul dari pati yang dapat dilakukan secara kimia, fisika maupun enzimatis (Pudjihastuti, 2010). Modifikasi secara kimia dapat dilakukan dengan cara penambahan reagen atau bahan kimia tertentu dengan tujuan mengganti gugus hidroksil (OH^{\cdot}) pada pati (Teja, 2008). Prinsip modifikasi kimiawi adalah dengan cara menghidrolisis komponen pati yang terdapat dalam tepung menggunakan asam di bawah suhu gelatinisasi (Alshendra dan Ridawati, 2009). Keunggulan dari modifikasi secara kimia adalah prosesnya mudah dan bahan baku juga mudah didapat serta murah misal dengan memodifikasi dengan larutan asam. Tepung termodifikasi asam dibuat dengan cara menghidrolisis pati yang terdapat dalam tepung menggunakan asam di bawah suhu gelatinisasi, yaitu pada suhu sekitar 52°C . Reaksi dasar meliputi pemotongan ikatan α -1,4-glikosidik dari amilosa α -1,6-D-glikosidik dari amilopektin, sehingga ukuran molekul pati menjadi lebih rendah dan meningkatkan kecenderungan pasta untuk membentuk gel (Alshendra dan Ridawati, 2009). Seperti yang diungkapkan oleh Wirakartakusumah (1981) bahwa penggunaan asam memiliki kelebihan

yaitu lebih mudah dalam proses, hidrolisis terjadi secara acak dan waktu lebih cepat. Selain itu, asam laktat yang digunakan dalam modifikasi tergolong asam organik sehingga asam ini aman digunakan, dan bersifat mudah larut dalam air. Asam organik merupakan asam lemah, yaitu asam yang tidak dapat melepaskan ion H^+ secara sempurna. Asam laktat (Lactic acid) merupakan senyawa kimia dengan rumus molekul $CH_3CHOHCO_2H$ atau $C_3H_6O_3$. Sifat fisik yang dimiliki larutan asam laktat diantaranya adalah berat molekul 90.08 gr/mol; titik didih $190^\circ C$; titik leleh $17^\circ C$; dan titik nyala $112^\circ C$ (Noezar, 2007).

Oleh karena itu, diharapkan dengan modifikasi kimia dapat mengubah karakter granula pati kentang hitam sehingga kelemahan-kelemahan tepung kentang hitam dapat berubah. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Koswara (2009) bahwa sifat granula pati yaitu jika dimasak granula pati membutuhkan waktu mengembang yang lama (hingga butuh energi tinggi), terlalu lengket dan tidak tahan perlakuan dengan asam. Dengan sifat yang tidak tahan dengan perlakuan asam ada kemungkinan melalui modifikasi menggunakan asam laktat dapat memperbaiki karakteristik tepung kentang hitam menjadi lebih baik.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam pembuatan tepung pisang, antara lain: *waterbath memmert*, *cabinet dryer*, dan ayakan 80 mesh. Alat yang digunakan untuk analisis oven *memmert*, botol timbangan *herma*, *chromameter minolta*, *waterbath memmert*, tabung sentrifuge *herma*, sentrifuse, *Brabender Amilograph*, Penangas air, kuvet, spektrofotometer, tabung reaksi, Labu takar 100 ml, pipet 1 ml, pipet 2 ml, pipet 10 ml, dan beakerglass.

Bahan

Bahan Kentang Hitam (*Coleus tuberosus*) yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Desa Jatisari Kecamatan Sambi Kabupaten Boyolali. Bahan analisis aquadest, amilosa standar, etanol 95%, NaOH 1 N, larutan iod, asam asetat 1 N, larutan glukosa standar, reagen nelson, dan reagen arsenomolibdat.

Tahapan Penelitian

Bahan kentang hitam yang didapat kemudian dikupas dan direndam dengan air bersih selama pengupasan dengan rasio kentang : air adalah 1:3. Setelah dikupas, daging buah dicuci hingga

bersih. Daging buah yang sudah bersih diiris tipis-tipis ± 1 mm agar memperbesar luas permukaan saat perendaman dan pengeringan. Setelah bahan siap, dilakukan pembuatan larutan asam laktat dengan konsentrasi masing-masing yaitu 0%; 0,05%; 0,1%; dan 0,15% dalam aquadest 1500 ml. Sebanyak 500 gram kentang hitam yang telah kecilkan ukurannya (*slicing*) kemudian dimasukkan dalam larutan asam laktat. Selanjutnya suspensi tersebut digojog dan dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu $45^\circ C$ dengan lama perendaman 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Tujuan dilakukan pemanasan agar mempercepat reaksi asam. Setelah dilakukan perendaman, kentang hitam tersebut dikeringkan dengan *cabinet dryer* pada suhu $60^\circ C$ hingga kadar air mencapai 10-12%. Kentang hitam yang telah dikeringkan selanjutnya ditepungkan dengan cara di *blender* dan diayak dengan ayakan ukuran 80 mesh. Semua sampel tepung kentang hitam termodifikasi yang dihasilkan kemudian dianalisa secara fisik (derajat putih, amilografi, dan *swelling power*); kimia (kadar amilosa, gula reduksi dan kadar air), dan organoleptik (warna, aroma, tekstur, dan *overall*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Tabel 1 Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Laktat Terhadap Karakteristik Kimia Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Konsentrasi Asam	Kadar Air (%wb)	Gula Reduksi (%)	Kadar Amilosa (%)
0%	10.52 \pm 0.21 ^a	14.71 \pm 0.26 ^a	33.42 \pm 0.21 ^d
0.05%	10.59 \pm 0.19 ^b	14.76 \pm 0.22 ^b	33.35 \pm 0.19 ^c
0.10%	10.66 \pm 0.19 ^c	14.82 \pm 0.17 ^c	33.29 \pm 0.18 ^b
0.15%	10.71 \pm 0.21 ^d	14.88 \pm 0.23 ^d	33.20 \pm 0.21 ^a

Sumber: Hasil Penelitian

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada $\alpha = 0,05$

Tabel 2 Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Kimia Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Lama Perendaman	Kadar Air (%wb)	Gula Reduksi (%)	Kadar Amilosa (%)
30 menit	10.38 \pm 0.08 ^a	14.53 \pm 0.12 ^a	33.55 \pm 0.09 ^c
60 menit	10.63 \pm 0.06 ^b	14.81 \pm 0.04 ^b	33.29 \pm 0.05 ^b
90 menit	10.85 \pm 0.08 ^c	15.04 \pm 0.08 ^c	33.09 \pm 0.10 ^a

Sumber: Hasil Penelitian

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada $\alpha = 0,05$

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter yang sangat berpengaruh terhadap umur simpan tepung. Menurut Collins dan Walter (1982) yang menyatakan bahwa kadar air suatu produk sangat penting dikendalikan karena untuk menentukan daya tahan atau keawetan produk yang bersangkutan pada waktu penyimpanan. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada **tabel 1** dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi asam laktat maka semakin besar pula kadar air tepung kentang hitam termodifikasi. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi asam laktat berbeda nyata terhadap peningkatan kadar air tepung. Peningkatan kadar air dipengaruhi oleh adanya konsentrasi asam laktat yang dapat menghidrolisis rantai pati, akibatnya rantai pati tereduksi sehingga rantai pati cenderung lebih pendek dan mudah menyerap air (Hee-Joung An, 2005).

Begitu juga dengan pengaruh dari lama perendaman seperti yang dapat dilihat pada **tabel 2** menunjukkan bahwa semakin lama perendaman maka semakin besar pula kadar air. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa pengaruh lama perendaman berbeda nyata terhadap peningkatan kadar air tepung. Hal ini disebabkan selama proses perendaman pada suhu 45°C diduga terjadi penyerapan air oleh granula pati karena terbukanya jaringan pori-pori. Granula-granula pati akan mengembang karena menyerap air dengan adanya pemanasan. Semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak gugus OH⁻ pati yang tersubstitusi oleh gugus asetil (Triyani, 2013). Substitusi gugus asetil pada pati melemahkan ikatan hidrogen pada pati sehingga air menjadi lebih mudah berpenetrasi ke dalam granula pati. Semakin lama perendaman maka semakin tinggi juga kadar air tepung termodifikasi karena dengan semakin lamanya perendaman menyebabkan granula-granula pati mengembang dan banyak menyerap air (Mutmainah, 2013).

Gula Reduksi

Gula reduksi adalah gula yang dapat mereduksi senyawa lain karena memiliki gugus hidroksil. Ikatan glikosidik pada pati dapat diputus dengan melakukan hidrolisis, sehingga menghasilkan monosakarida-monosakarida (Noviarso, 2003). Pengaruh konsentrasi asam laktat terhadap kadar gula reduksi dapat dilihat pada **Tabel**

1. yang menunjukkan bahwa semakin bertambahnya konsentrasi asam laktat semakin meningkat kadar gula reduksi. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi asam laktat berbeda nyata terhadap peningkatan gula reduksi tepung. Peningkatan kadar gula reduksi dikarenakan asam akan mendonorkan atom H⁺ pada ikatan glikosidik dari pati sehingga terbentuk OH di atom C no 1 dan 4 sehingga amilosa pada pati terpecah secara acak menjadi gula sederhana seperti glukosa. Pemecahan amilosa menjadi glukosa akan semakin banyak seiring besarnya konsentrasi asam. Selama berlangsungnya hidrolisis asam maka jumlah glukosa akan terus meningkat ditandai dengan naiknya kadar gula reduksi (Yanuwardana, 2013).

Lama perendaman juga berpengaruh terhadap kadar gula reduksi seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 2**. menunjukkan bahwa kadar gula reduksi semakin meningkat seiring lamanya perendaman. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa pengaruh lama perendaman berbeda nyata terhadap peningkatan kadar gula reduksi tepung. Hal ini diduga asam dapat memecah molekul pati menjadi monosakarida atau molekul-molekul gula sederhana seperti glukosa. Semakin lama perendaman, pati yang berhubungan langsung dengan asam akan meningkatkan reaksi pemutusan atau perombakan rantai glukosida sehingga menyebabkan kandungan glukosa semakin banyak (Triyani, 2013).

Kadar Amilosa

Granula pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa merupakan gabungan dari polimer glukosa yang mempunyai ikatan rantai α -1,4 glikosidik sedangkan amilopektin juga sama dengan amilosa merupakan polimer glukosa yang mempunyai ikatan α -1,4 glikosidik namun memiliki cabang pada rantai C no 6 dengan ikatan rantai α -1,6 glikosidik. Kadar amilosa yaitu banyaknya amilosa yang terdapat di dalam granula pati. Dalam menganalisa amilosa, terbentuk warna biru yang disebabkan oleh larutan iod, pati yang berikatan dengan iodin (I₂) (Winarno, 2002). Menurut hasil yang ditunjukkan pada **Tabel 1**. dapat disimpulkan bahwa semakin banyak konsentrasi larutan asam laktat dapat menurunkan kadar amilosa. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi asam berbeda nyata terhadap penurunan amilosa tepung. Penurunan amilosa dikarenakan

asam dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis rantai pati sehingga akan menurunkan kadar amilosa (Mutmainah, 2013). Molekul amilosa mudah pecah dibanding dengan molekul amilopektin sehingga saat hidrolisa asam berlangsung akan menurunkan gugus amilosa (Pudjihastuti, 2010).

Bagitu pula pengaruh lama perendaman terhadap kadar amilosa dapat dilihat pada **Tabel 2**. menunjukkan bahwa semakin lama perendaman semakin menurun kadar amilosa. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa pengaruh lama perendaman berbeda nyata terhadap penurunan amilosa tepung. Hal ini dikarenakan selama proses hidrolisis, ikatan hidrogen pati menjadi melemah. Ikatan yang lemah memudahkan air masuk ke dalam granula dan memungkinkan sedikit amilosa yang larut dan terjadi pertukaran molekul amilosa menuju ke air (Titi, 2007) Semakin lama waktu hidrolisis semakin banyak amilosa yang tereduksi sehingga jumlah amilosa semakin menurun (Sasaki, 1998).

Karakteristik Fisik Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Laktat Terhadap Karakteristik Fisik Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Konsentrasi Asam Laktat	Derajat Putih (%)
0%	72.32±0.51 ^a
0.05%	72.48±0.45 ^b
0.10%	72.71±0.61 ^c
0.15%	73.04±0.81 ^d

Sumber: Hasil Penelitian

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada $\alpha = 0,05$

Tabel 4. Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Fisik Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Lama Perendaman	Derajat Putih (%)
30 menit	71.99±0.21 ^a
60 menit	72.55±0.19 ^b
90 menit	73.37±0.49 ^c

Sumber: Hasil Penelitian

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada $\alpha = 0,05$

Derajat Putih

Derajat putih merupakan faktor kualitas utama dari tepung-tepungan. Derajat putih suatu bahan merupakan kemampuan memantulkan cahaya dari bahan tersebut terhadap cahaya yang mengenai permukaannya (Indrasti (2004) dalam Gilang (2013)). Derajat putih produk tepung-tepungan pada umumnya menjadi salah satu parameter kualitasnya. Pengukuran warna sampel tepung dilakukan dengan

menggunakan *Chromameter* (Minolta CR-10). Sistem notasi warna Hunter dicirikan dengan 3 parameter L, a, b. Masing-masing dengan kisaran nilai 0 sampai 100. Notasi L menyatakan parameter kecerahan (*Light*), parameter L mempunyai nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih). Nilai L menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu, dan hitam. Notasi a menyatakan warna kromatik campuran merah hijau, dengan nilai a positif. Dari 0 sampai 100 untuk warna merah, dan nilai a negatif dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Notasi b menyatakan warna kromatik campuran biru kuning dengan nilai b positif dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai b negatif dari 0 sampai -70 untuk warna biru. Derajat putih tepung dihitung berdasarkan nilai L, a, b dengan menggunakan rumus $100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$ (Argasasmita, 2008). Setelah dilakukan perhitungan berdasarkan rumus tersebut dapat diketahui besar nilai derajat putih tepung kentang hitam yang dimodifikasi.

Pengaruh konsentrasi asam laktat terhadap derajat putih tepung kentang hitam dapat dilihat pada **Tabel 3**. yang menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi asam laktat maka derajat putih semakin naik. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi asam berbeda nyata terhadap peningkatan derajat putih tepung. Peningkatan ini dikarenakan kemampuan asam dalam menghambat enzim fenolase yang berpengaruh dalam *browning* enzimatis (Hartanti, 2013). Asam askorbat merupakan reduktor yang kuat dan mampu bertindak sebagai oksigen *scavenger* (pengikat oksigen), sehingga akan mencegah terjadinya oksidasi enzimatis senyawa-senyawa fenol yang terkandung dalam kentang (Eskin (1990) dalam Leni (2010)). Giese (1995) dalam Leni (2010) menegaskan bahwa asam askorbat dapat berfungsi sebagai *oksigen scavenger* dengan jalan mentransfer atom hidrogen ke oksigen sehingga menyebabkan oksigen tidak tersedia untuk reaksi berikutnya. Menurut Winarno (1980) pencoklatan enzimatis memerlukan adanya enzim dan oksigen yang harus berhubungan dengan substrat tertentu, sehingga apabila jumlah oksigen berkurang maka laju reaksi pencoklatan makin lambat. Menurut Kumalaningsih (2012), perendaman asam askorbat dapat menghambat pencoklatan yang diakibatkan oleh oksidasi senyawa-senyawa fenol menghasilkan senyawa melanoidin yang berwarna coklat. Asgar (2006) juga mengungkapkan bahwa pencegahan pencoklatan

enzimatis didasarkan pada usaha inaktivasi enzim polifenol-oksidadase, usaha untuk mencegah atau mengurangi kontak dengan oksigen atau udara dan logam serta lembaga.

Pengaruh lama perendaman terhadap nilai derajat putih dapat dilihat pada **Tabel 4**.menunjukkan bahwa semakin lama perendamans semakin tinggi derajat putih. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa pengaruh lama perendaman berbeda nyata terhadap peningkatan derajat putih tepung. Menurut Mutmainah (2013) bahwa lamanya perendaman maka tingkat inaktivasi enzim pun akan lebih maksimal dalam menghambat reaksi pencoklatan sehingga akan meningkatkan nilai derajat putih tepung yang dihasilkan.

Karakteristik Fisikokimia Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Laktat Terhadap *Swelling power* Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Konsentrasi Larutan (%)	<i>Swelling Power</i> (gr/gr)
0	4.54 ± 0.44 ^a
0.05	4.67 ± 0.44 ^b
0.10	4.80 ± 0.49 ^c
0.15	5.02 ± 0.63 ^d

Sumber: Hasil Penelitian

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada $\alpha = 0,05$

Tabel 6. Pengaruh Lama Perendaman Terhadap *Swelling power* Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Lama Perendaman (menit)	<i>Swelling Power</i> (gr/gr)
30	4.19 ± 0.14 ^a
60	4.71 ± 0.14 ^b
90	5.37 ± 0.32 ^c

Sumber: Hasil Penelitian

Keterangan: Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada $\alpha = 0,05$

Swelling Power

Menurut Balagopalan (1988) bahwa daya kembang pati (*swelling power*) didefinisikan sebagai pertambahan volume dan berat maksimum yang dialami pati dalam air. Balagopalan (1988) juga menyatakan bahwa pengukuran *swelling power* dapat dilakukan dengan membuat suspensi pati dalam botol sentrifusa lalu dipanaskan selama 30 menit pada 60°C. Pada saat granula pati dipanaskan dalam air, granula pati mulai mengembang (*swelling*). Kemudian bagian yang cair (supernatan) dipisahkan dari endapan. *Swelling* terjadi pada daerah amorf granula pati. Ikatan hidrogen antar

molekul pati pada daerah amorf yang lemah akan terputus pada saat pemanasan, sehingga terjadi hidrasi air oleh granula pati. *Swelling power* diukur sebagai berat pati yang mengembang (endapan) per berat pati kering.

Pengaruh konsentrasi asam laktat terhadap daya kembang (*swelling power*) tepung kentang hitam dapat dilihat pada **Tabel 5**. menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi asam laktat semakin besar nilai *swelling power*. Hasil statistik menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi asam laktat berbeda nyata terhadap peningkatan *swelling power* tepung. Peningkatan ini dikarenakan asam dapat mengganggu ikatan hidrogen yang terdapat dalam pati, sehingga menyebabkan granula pati lebih mudah untuk mengembang (Taggart (2004) dalam Rahman (2007)). Herawati (2009) dalam Retnaningtyas (2014) juga menyatakan bahwa *swelling power* dipengaruhi oleh kemampuan molekul pati untuk mengikat air melalui pembentukan ikatan hidrogen. Setelah pembentukan ikatan hidrogen, antara molekul pati terputus dan digantikan oleh ikatan hidrogen dengan air. Sehingga pati dalam tergelatinisasi dan granula-granula pati mengembang secara maksimal. Proses mengembangnya granula pati disebabkan karena banyaknya air yang terserap kedalam tiap granula pati dan granula pati yang mengembang tersebut mengakibatkan *swelling power* menjadi meningkat.

Pengaruh lama perendaman terhadap karakteristik *swelling power* tepung kentang termodifikasi dapat dilihat pada **Tabel 6**. menunjukkan bahwa semakin lama perendaman semakin besar nilai *swelling power*. Hasil statistik menunjukkan bahwa pengaruh lama perendaman berbeda nyata terhadap peningkatan *swelling power* tepung. Menurut hee-Joung An, (2005) dalam Pudjihastuti (2010) melaporkan bahwa semakin lama waktu hidrolisis, menyebabkan rantai pati tereduksi sehingga menyebabkan rantai pati cenderung lebih pendek dan mudah menyerap air. Air yang terserap pada setiap granula pati akan menjadikan granula pati mengembang dan saling berhimpitan sehingga meningkatkan nilai *swelling power*nya. *Swelling power* sangat dipengaruhi oleh keberadaan gugus amilosa sebagai salah satu komponen penyusun pati dan pengembangan granula pati yang disebabkan tersubstitusinya gugus asetil pada pati yang dapat melemahkan ikatan hidrogennya. Semakin lama waktu proses mengakibatkan semakin banyak

amilosa yang tereduksi, sehingga penurunan jumlah amilosa tersebut menyebabkan kenaikan *swelling power* (Sasaki, 1998).

Amilografi

Tabel 7 Pengaruh Konsentrasi Larutan dan Lama Perendaman Terhadap Sifat Amilografi Tepung Kentang Hitam

Lama Perendaman (menit)	Konsentrasi Larutan (%)	Suhu Gelatinisasi (°C)	Viskositas 93°C (BU)	Viskositas Balik (BU)
Kontrol				
30	0	82.5	100	120
	0.05	82.5	120	120
	0.10	81.0	200	90
	0.15	81.0	200	90
60	0	82.5	190	80
	0.05	82.5	230	80
	0.10	91.5	30	90
	0.15	82.5	190	80
90	0	82.5	100	90
	0.05	81.0	110	100
	0.10	82.5	150	90
	0.15	78.0	160	130

Sumber: Hasil Penelitian

1. Suhu Gelatinisasi

Suhu gelatinisasi adalah suhu pecahnya granula pati karena pembengkakan granula setelah melewati titik maksimum. Pembengkakan granula pati disebabkan oleh penetrasi molekul air yang terperangkap dalam molekul-molekul pati. Menurut pendapat Damardjati dalam Prabowo (2010), suhu gelatinisasi diukur berdasarkan peningkatan viskositas pada proses pemanasan dengan menggunakan *brabender* amilograf. Gelatinisasi dapat ditandai dengan pembengkakan granula pati yang *irreversibel* di dalam air, di mana energi kinetik molekul - molekul air mulai lebih kuat daripada daya tarik molekul pati dalam granula yang menyebabkan peningkatan viskositas (Winarno, 1980). Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada **tabel 7** dapat disimpulkan suhu gelatinisasi semakin menurun. Hal ini dipengaruhi oleh konsentrasi pati. Semakin kental larutan, suhu gelatinisasi makin lambat tercapai, sampai suhu tertentu kekentalan tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun. Konsentrasi semakin tinggi menyebabkan gel yang terbentuk makin kurang kental dan setelah beberapa waktu viskositas akan turun (Winarno, 1980).

Suhu gelatinisasi mempunyai hubungan dengan kekompakan granula, serta kadar amilosa dan amilopektin. Gelatinisasi

mengakibatkan dehidrasi dan konversi dari bentuk amorphous amilosa ke bentuk helik. Bentuk helik menjadi bagian yang lemah dari kristal granula pati. Temperatur gelatinisasi dipengaruhi oleh kuat lemahnya ikatan di dalam granula. Menurut Collado (2001), gelatinisasi dipengaruhi oleh jumlah air dan panas. Penetrasi air dan panas secara bersamaan ke dalam granula pati menyebabkan pengembangan volume dari granula. Pengembangan volume granula dimulai dari bagian amorfus. Energi yang cukup akan memutuskan ikatan hydrogen intermolekuler pada bagian amorfus menyebabkan granula mengembang, tetapi belum sampai merusak susunan kristal pada bagian lain dari granula. Selanjutnya pemanasan akan menyebabkan air akan lebih banyak terperangkap dalam granula, sehingga granula semakin membesar sampai pada suatu keadaan dimana pati kehilangan struktur kristalnya sama sekali. Kusnandar (2010) dalam Karnetta (2014) menyatakan pula bahwa mekanisme pengembangan granula pati disebabkan molekul-molekul amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dipertahankan oleh ikatan-ikatan hydrogen lemah. Atom hydrogen dari gugus hidroksil akan tertarik pada muatan negatif atom oksigen dari gugus hidroksil yang lain sehingga saat naiknya suhu suspensi, maka ikatan hydrogen makin lemah. Di lain pihak molekul-molekul air mempunyai energi kinetik yang lebih tinggi, sehingga lebih mudah berpenetrasi ke dalam granula, tetapi ikatan hydrogen antar molekul air sekaligus melemah. Akhirnya saat suhu suspensi mulai menurun, maka air akan terikat secara simultan dalam sistem amilosa dan amilopektin, dengan demikian menghasilkan ukuran granula yang makin besar (Alam, 2007).

2. Viskositas pada saat suhu 93°C

Viskositas maksimum adalah titik maksimum viskositas tepung selama proses pemanasan. Viskositas maksimum (VM) menggambarkan fragilitas granula pati yang mengembang. Granula pati akan terus mengembang menyebabkan viskositas meningkat hingga volume hidrasi maksimum yang dapat dicapai oleh granula pati (Swinkels (1985) dalam Azizah (2013)). Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan menunjukkan bahwa tidak terbentuk viskositas puncak selama

pemanasan. Menurut pernyataan Windrati (2000) dalam Alsuhendra (2009) bahwa asam dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis rantai pati, sehingga gel yang terbentuk tidak kuat. Sejumlah pati yang dimodifikasi asam diduga telah terhidrolisis, sehingga proses gelatinisasi terjadi lebih cepat dan viskositas pasta pati juga akan turun karena terjadi hidrolisis pengenceran pada pati. Berdasarkan hasil penelitian yang ada pada **tabel 7** menunjukkan viskositas maksimum meningkat. Peningkatan viskositas ini disebabkan ketika suspensi pati dipanaskan mencapai suhu 93°C, ikatan hidrogen antara molekul pati yang dimodifikasi akan rusak sehingga terjadi absorbs air kedalam granula granula pati yang menyebabkan pembengkakan granula (Medikasari, 2009). Menurut pernyataan Kubota (2003) dalam Karnetta (2014) bahwa viskositas maksimum menggambarkan kerapuhan dari granula pati yang mengembang, yaitu mulai saat pertama kali mengembang sampai granula tersebut pecah. Dan menurut Bean (1992) dalam Damar (2010) bahwa suspensi pati bila dipanaskan, granula-granula akan menggelembung karena menyerap air dan selanjutnya mengalami gelatinasi dan mengakibatkan terbentuknya pasta yang ditandai dengan kenaikan viskositas pasta. Kenaikan viskositas ini disebabkan oleh terjadinya penggelembungan granula pati. Whistler (1984) dalam Damar (2010) juga menyatakan bahwa pati tidak larut dalam air dingin, tetapi jika dipanaskan akan mengalami gelatinasi dan viskositasnya akan naik. Hal ini disebabkan karena pemanasan yang menyebabkan energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari pada daya tarik menarik antara molekul pati dalam granula, sehingga air dapat masuk kedalam pati dan pati akan mengembang. Granula pati dapat terus mengembang dan pecah sehingga tidak bisa kembali pada kondisi semula. Semakin tinggi viskositas maksimum akan terjadi peristiwa yang mengikuti gelatinisasi dalam disosiasi pati (*pasting*) yang ditandai dengan keluarnya komponen amilosa dari dalam granula, atau terjadi kerusakan granula menyeluruh (Uthumporn, 2010). Menurut Wincy (2001) dalam Honestin (2014) bahwa nilai viskositas maksimum yang tinggi menggambarkan daya *thickening* yang tinggi. Nilai viskositas maksimum berguna untuk

mengetahui kemungkinan penggunaan tepung dalam jumlah yang lebih kecil untuk mencapai viskositas tertentu sehingga biaya produksi dapat ditekan. Tepung dengan karakter viskositas yang tinggi dapat digunakan sebagai pengental pada sup atau sebagai bahan dasar pembuatan pudding karena memiliki daya *thickening* yang tinggi.

3. Viskositas Balik

Viskositas balik (*setback*) merupakan selisih antara viskositas pada akhir pemasakan pada suhu konstan (93°C) dengan viskositas pada akhir pendinginan (50°C). Viskositas balik dilakukan saat terjadi pembentukan gel akibat pengikatan kembali amilosa yang menyebabkan viskositas meningkat hingga mencapai viskositas akhir. Peristiwa ini dinamakan *retrogradasi* atau kemampuan pembentukan molekul amilosa (Pongsawatmanit, 2002). Menurut pendapat Gaman (1994) dalam Theresia (2006) bahwa proses pendinginan pada suhu $\pm 50^\circ\text{C}$ akan menyebabkan molekul-molekul menggumpal, kemudian terurai hingga terjadinya ikatan-ikatan silang antara molekul-molekul yang berdekatan dan membentuk suatu jaringan dan merubah menjadi gel yang lebih kental.

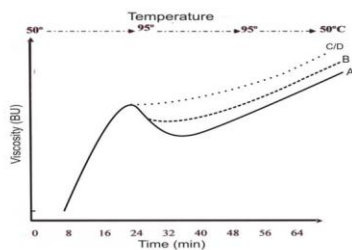
Menurut hasil yang ditunjukkan pada **tabel 7** dapat disimpulkan bahwa viskositas cenderung menurun. Kecenderungan penurunan viskositas dikarenakan pemanasan dimana ikatan antar amilosa yang menyebabkan *retrogradasi* menjadi terhalang sehingga tidak terjadi kenaikan viskositas. Retrogradasi adalah proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi. Retrogradasi terjadi ketika molekul-molekul pati tergelatinisasi mulai bergabung kembali membentuk suatu struktur tertentu yang merupakan proses larutnya rantai linier polisakarida dan mengurangi kelarutan molekul. Fenomena retrogradasi merupakan hasil ikatan hidrogen antara molekul pati yang mempunyai gugus hidroksil dari sisi penerima hydrogen (Karnetta, 2014). Tingkat *retrogradasi* yang tinggi ditandai dengan viskositas pati yang rendah (Retnaningtyas, 2014). Menurut Kesselmans (2004) dalam Hartanti (2013) menyatakan

semakin besar konsentrasi asam terjadi penambahan gugus karbonil (C=O) dan gugus karboksil (C=O-O-H). Kedua gugus tersebut

sangat berpengaruh pada viskositas pasta yang terbentuk, karena gugus karbonil akan menurunkan viskositas.

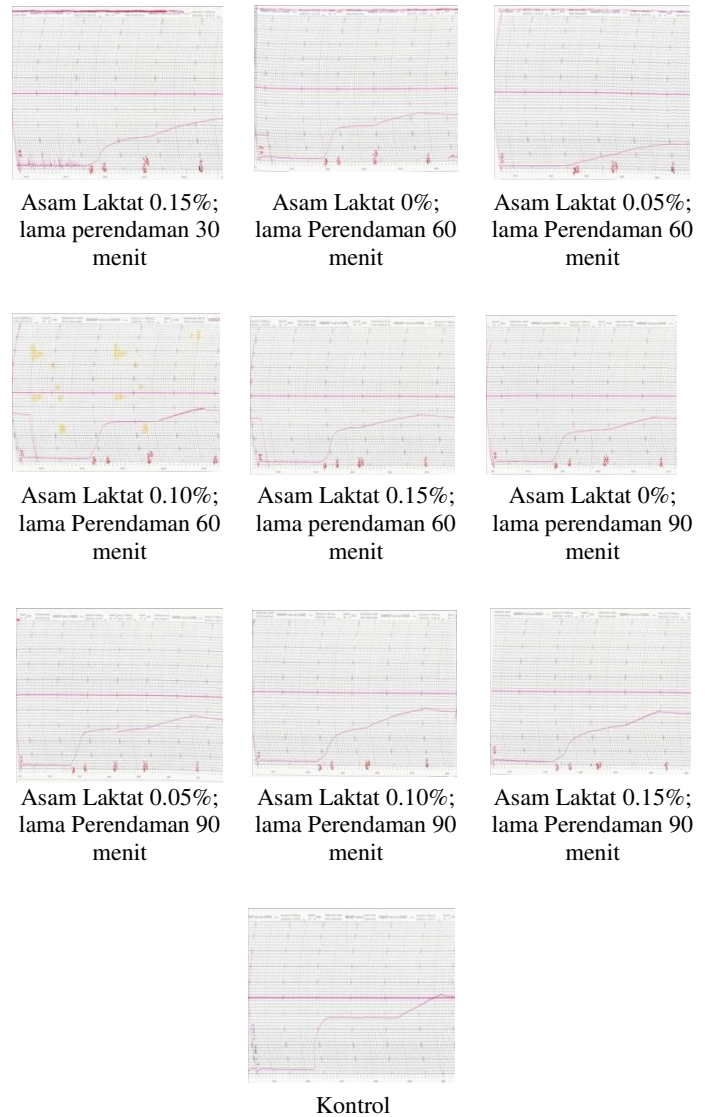
Menurut Collado *et al.* (2001), tipe kurva amilografi diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Tipe A yang menunjukkan penggelembungan granula yang tinggi dan diikuti dengan penurunan viskositas dengan cepat selama pemasakan. Pati yang termasuk dalam tipe ini yaitu kentang, tapioka dan *waxy cereal*.
- b. Tipe B yang menunjukkan penggelembungan granula yang lebih rendah daripada tipe A dan bersifat moderat selama pemasakan. Pati yang termasuk dalam kategori ini adalah pati sereal.
- c. Tipe C yang menunjukkan penggelembungan granula terbatas dan tidak menunjukkan viskositas puncak serta relatif bersifat konstan selama pemasakan. Pati yang termasuk dalam kategori ini adalah pati *Leguminosae* dan pati modifikasi.
- d. Tipe D yang menunjukkan penggelembungan granula sangat terbatas. Pati yang termasuk dalam kategori ini adalah pati yang mempunyai kadar amilosa yang lebih dari 50%.



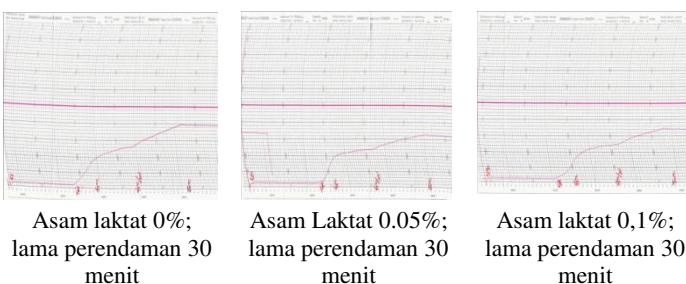
Gambar 1 Beberapa tipe amilogram Pengukuran rabender (Chen (2003) dalam Ryan (2010))

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kurva yang terbentuk menghubungkan antara lama pemasakan terhadap viskositas pada tepung kentang hitam termodifikasi ditunjukkan pada **gambar 2** berikut:



Gambar 2 Kurva Amilografi Tepung Kentang Hitam

Pada saat pati dimasukkan ke dalam air dingin, granula pati akan menyerap air dan membengkak. Namun demikian, jumlah air yang terserap dan pembengkakannya terbatas hanya mencapai 30% (Winarno, 2002). Menurut Swinkels (1985) dalam Azizah (2013) menyatakan bahwa ketika granula pati dipanaskan dalam air, granula pati mulai mengembang. Pembengkakan terjadi pada daerah amorf granula pati. Ikatan hidrogen yang lemah antar molekul pati pada daerah amorf akan terputus saat perendaman, sehingga terjadi hidrasi air oleh granula pati. Granula pati akan terus mengembang, sehingga viskositas meningkat hingga volume hidrasi maksimum yang dapat dicapai oleh granula pati. Fience (1985) dalam Azizah (2013) juga berpendapat bahwa ketika molekul pati sudah benar-benar terhidrasi, molekul-molekulnya mulai menyebar ke media yang ada di luarnya dan yang



pertama keluar adalah molekul-molekul amilosa yang memiliki rantai pendek. Semakin tinggi suhu maka semakin banyak molekul pati yang akan keluar dari granula pati. Selama perendaman akan terjadi pemecahan granula pati, sehingga pati dengan kadar amilosa lebih tinggi, granulanya akan lebih banyak mengeluarkan amilosa. Selain itu, Mulyandari (1992) dalam Azizah (2013) juga melaporkan selama perendaman akan terjadi pemecahan granula pati, sehingga pati dengan kadar amilosa lebih tinggi, granulanya akan lebih banyak mengeluarkan amilosa.

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada **gambar 2**, dapat disimpulkan bahwa grafik tergolong tipe C yang tidak menunjukkan viskositas puncak bahkan relatif bersifat konstan selama pemasakan. Peningkatan viskositas pasta pati selama perendaman disebabkan oleh cairan yang mula-mula bebas mengalir di luar granula menjadi tertahan di dalam granula (Winarno, 1980). Peningkatan viskositas ini juga dipengaruhi oleh adanya asam. Asam akan mendegradasi dinding sel yang dapat menyebabkan kerusakan pada stuktur dan integritas granula pati sehingga menyebabkan granula pati tersebut dapat menyerap air (Greenwood, 1979 dalam Kurniawan, 2010). Menurut Lii (1981) dalam Agustin (2013) menyatakan bahwa kurva amilografi tipe C menunjukkan kesesuaiannya untuk digunakan sebagai bahan dasar pembuatan mie pati (*starch noodle*).

Karakteristik Organoleptik Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Tabel 8 Pengaruh Konsentrasi Asam Laktat Terhadap Karakteristik Organoleptik Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Konsentrasi Asam	Warna	Aroma	Tekstur	Overall
Kontrol	3.60±1.10 ^b	3.83±1.32 ^a	3.03±1.49 ^a	3.43±0.94 ^b
0%	3.20±1.31 ^{ab}	3.34±1.44 ^a	2.99±1.49 ^a	2.79±0.99 ^a
0.05%	3.16±1.33 ^{ab}	3.41±1.22 ^a	2.96±1.41 ^a	2.77±0.91 ^a
0.10%	3.11±1.19 ^{ab}	3.42±1.22 ^a	2.67±1.31 ^a	2.73±0.91 ^a
0.15%	3.09±1.44 ^a	3.46±1.41 ^a	2.61±1.23 ^a	2.72±0.91 ^a

Sumber: Hasil Penelitian

Keterangan: Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak bedanyata pada $\alpha = 0,05$

1= sangat suka; 2 = suka; 3 = agak suka; 4 = netral; 5 = agak tidak suka; 6 = tidak suka; 7 = sangat tidak suka

Tabel 9 Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Organoleptik Tepung Kentang Hitam Termodifikasi

Lama Perendaman	Warna	Aroma	Tekstur	Overall
Kontrol	3.60±1.10 ^b	3.83±1.32 ^b	3.03±1.49 ^b	3.43±0.94 ^c
30 menit	3.34±1.29 ^{ab}	3.09±1.31 ^a	2.94±1.47 ^{ab}	2.98±0.92 ^b
60 menit	3.16±1.25 ^{ab}	3.50±1.21 ^{ab}	2.95±1.47 ^{ab}	2.89±0.83 ^b
90 menit	2.92±1.37 ^a	3.63±1.38 ^b	2.53±1.09 ^a	2.38±0.93 ^a

Sumber: Hasil Penelitian

Keterangan: Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada $\alpha = 0,05$

1= sangat suka; 2 = suka; 3 = agak suka; 4 = netral; 5 = agak tidak suka; 6 = tidak suka; 7 = sangat tidak suka

Warna

Warna produk pangan sangat menentukan penerimaan atau penolakan konsumen terhadap produk tersebut. Menurut Kartika, dkk (1988), warna merupakan salah satu profil visual yang menjadi kesan pertama konsumen dalam menilai bahan makanan. Berdasarkan hasil pada **tabel 8** dan **tabel 9** menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan dan lama perendaman semakin disukai. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan semakin meningkatnya konsentrasi asam laktat tingkat kesukaan panelis pada konsentrasi 0 sampai 0,10% tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata pada konsentrasi 0,15% terhadap kualitas sensoris tepung, sedangkan semakin lama perendaman tingkat kesukaan panelis tidak berbeda nyata yang direndam selama 30 dan 60 menit tetapi yang direndam 90 menit berbeda nyata terhadap kualitas sensoris tepung. Peningkatan kesukaan konsumen disebabkan oleh adanya pengaruh dari proses pengeringan yang dilakukan. Pengeringan mempunyai beberapa kelemahan seperti terjadinya perubahan warna, tekstur, rasa, dan aroma. Selama pengeringan dapat menyebabkan enzim warna yang ada di dalam bahan akan mengalami oksidasi, sehingga memucatkan warna serta dapat menyebabkan bahan berwarna cokelat (Buckle *et al.*, 1987).

Aroma

Aroma merupakan salah satu faktor penerimaan panelis terhadap bahan. Menurut deMan (1989), dalam industri pangan pengujian aroma atau bau dianggap penting karena cepat dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk. Aroma atau bau sendiri sukar untuk diukur sehingga biasanya menimbulkan pendapat yang berlainan dalam menilai kualitas aromanya (Kartika, 1988). Perbedaan pendapat disebabkan tiap orang memiliki perbedaan penciuman meskipun mereka dapat membedakan aroma namun setiap orang

mempunyai kesukaan yang berlainan. Timbulnya aroma atau bau ini dikarenakan zat bau tersebut volatil (mudah menguap), dan sedikit larut air. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada **tabel 8** dan **tabel 9**, semakin bertambahnya konsentrasi asam dan lama perendaman tingkat kesukaan panelis semakin berkurang. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa tingkat kesukaan konsumen tidak berbeda nyata terhadap aroma tepung kentang hitam, tetapi tingkat kesukaan panelis tepung yang direndam selama 30 menit berbeda nyata dengan yang direndam selama 90 menit terhadap kualitas aroma tepung. Penurunan tingkat kesukaan konsumen terhadap aroma tepung kentang hitam dipengaruhi oleh adanya aroma yang tidak menyenangkan semakin terasa. Aroma ini ditimbulkan oleh adanya asam yang digunakan (Rascana, 1987).

Tekstur

Tekstur merupakan sensasi tekanan yang dapat diamati dengan melihat dan dirasakan pada waktu digigit, dikunyah, ditelan ataupun perabaan dengan jari (Kartika, 1988). Menurut hasil yang ada pada **tabel 8** dan **tabel 9** menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi dan semakin lama perendaman tingkat kesukaan panelis semakin meningkat. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa tingkat kesukaan konsumen tidak berbeda nyata terhadap tekstur tepung kentang hitam, tetapi tingkat kesukaan tepung yang direndam selama 90 menit berbeda nyata dengan yang lainnya terhadap kualitas tekstur tepung yang dihasilkan. Peningkatan kesukaan konsumen terhadap kualitas tekstur tepung kentang hitam disebabkan oleh adanya perendaman yang berpengaruh terhadap tekstur yang dihasilkan. Pada saat perendaman, asam yang masuk ke dalam kentang iris membuat tekstur menjadi lunak sehingga saat penepungan akan mudah dihaluskan (Rani, 2011).

Overall

Overall (keseluruhan) produk merupakan penilaian yang diambil dari keseluruhan parameter yang ada (baik segi warna, aroma, dan tekstur). Dari hasil yang ditunjukkan pada **tabel 8** dan **tabel 9** dapat disimpulkan bahwa semakin banyak konsentrasi asam dan lama perendaman, tingkat kesukaan panelis semakin meningkat. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan bahwa tingkat kesukaan konsumen tidak berbeda nyata terhadap nilai *overall* tepung kentang hitam, tetapi tingkat kesukaan

konsumen tepung yang direndam selama 90 menit berbeda nyata dengan yang lain terhadap kualitas *overall* tepung yang dihasilkan. Peningkatan kesukaan konsumen terhadap nilai *overall* tepung kentang hitam dipengaruhi oleh adanya warna dan tekstur tepung yang dihasilkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Konsentrasi asam laktat dan lama perendaman berpengaruh terhadap karakteristik fisik tepung kentang hitam termodifikasi. Semakin besar konsentrasi dan semakin lama perendaman maka kadar air dan gula reduksi semakin meningkat tetapi kadar amilosa semakin menurun.
2. Konsentrasi asam laktat dan lama perendaman berpengaruh terhadap karakteristik kimia tepung kentang hitam termodifikasi. Semakin besar konsentrasi asam laktat dan lama perendaman maka derajat putih semakin tinggi.
3. Konsentrasi asam laktat dan lama perendaman berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia tepung kentang hitam termodifikasi. Semakin besar konsentrasi asam dan lama perendaman maka semakin tinggi *swelling power*.
4. Konsentrasi asam laktat dan lama perendaman berpengaruh terhadap sifat amilografi tepung termodifikasi. Semakin besar konsentrasi dan semakin lama perendaman relatif semakin turun suhu gelatinisasi. Semakin turunnya suhu gelatinisasi semakin turun viskositas.
5. Konsentrasi asam laktat dan lama perendaman berpengaruh terhadap karakteristik organoleptik tepung kentang hitam. Semakin besar konsentrasi asam laktat dan lama perendaman semakin besar nilai tingkat kesukaan panelis terhadap parameter warna dan tekstur, tetapi kesukaan panelis terhadap aroma semakin turun. Secara keseluruhan, semakin besar konsentrasi asam laktat dan lama perendaman semakin besar tingkat kesukaan.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat tepung kentang hitam (*Coleus tuberosus*) termodifikasi menggunakan asam laktat dan lama perendaman, maka perlu dikaji lebih lanjut mengenai pengaplikasian tepung kentang hitam (*Coleus tuberosus*) termodifikasi pada produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Sukmiyati. 2013. *Pengaruh CaCl₂ Dan Gum Guar Terhadap Kualitas Bihun Sukun*. Jurnal Teknologi Pertanian 8(2): 54-59. ISSN1858-2419.
- Alam.N, M. S. Saleh., Haryadi dan U. Santoso 2007. *Sifat FisikoKimia dan Sensoris Instant Starch Noodle (ISN) Pati Aren pada Berbagai Cara Pembuatan*. Jur. Agroland. 14 (40) : 269-274.
- Alsuhendra; dan Ridawati. 2009. *Pengaruh Modifikasi Secara Pregelatinisasi, Asam, Dan Enzimatis Terhadap Sifat Fungsional Tepung Umbi Gembili (Dioscorea Esculenta)*
- Apriyantono, Anton. 1989. *Analisis Pangan*. Pusbangtepa IPB; Bogor.
- Apriyantono, Anton. 2010. *Analisis Sensori Untuk Industri Pangan Dan Agro*. IPB-Press; Bogor.
- Argasasmita, T.U. 2008. *Karakteristisasi Sifat Fisikokimia dan Indeks Glikemik Varietas Beras Beramilosa Rendah dan Tinggi*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Bogor. Bogor
- Artiani, Pungky Ayu; dan Yohanita Ratna Avrelina. 2010. *Modifikasi Cassava Starch Dengan Proses Acetylation Asam Asetat Untuk Produk Pangan*.
- Asgar, A dan Musaddad. 2006. *Optimalisasi Cara, Suhu, dan Lama Blansing Sebelum Pengeringan Pada Wortel*. J. Hort. 16(3): 245-252
- Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia (Aptindo). 2012. *Data Konsumsi Tepung Terigu pada tahun 2011*. Jakarta: Laporan Berkala.
- Azizah, Nur Amin. 2013. *Pengaruh Suhu Fosforilasi Terhadap Sifat Fisikokimia Pati Tapioka Termodifikasi*. Skripsi. Universitas Hasanuddin; Makasar.
- Badan Pusat Statistik. 2012. *Data Kandungan Gizi Bahan Pangan Dan Hasil Olahannya*. <http://bps.go.id> diakses tanggal 25 Juli 2012 pukul 14:26 WIB
- Balogopalan, C., Padmaja, G., Nanda, S.K., dan Moorthy, S.N. 1988. *Cassava in Food, Feed, and Industry*. Florida: CRC Press, Baco Raton.
- Bean, M.M. and Setser, C.S. 1992. *Polysacharides, Sugar and Sweeteners in Food Theory and Application*. Jane Bowers (eds) Second Eds. Maxwell Mac Millan Internationals Editions. New York dalam Damar, Dimas Adi Krisna. 2010. *Pengaruh Regelatinasi Dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap Sifat Fisik Pada Pembuatan Edible Film Dari Pati Kacang Merah (Vigna Angularis Sp.)* Skripsi. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Buckle, K.A.; R.A. Edwards; G.H. Fleet dan M. Wotton. 1987. *Ilmu Pangan*. Terjemahan Purnomo dan Adiono. UI-Press; Jakarta.
- Budiyanto, A; S. Widowati; dan B. A. S. Santosa. 2007. *Sifat Amilografi Beras Berkadar Amilosa Sedang Dan Prospek Pemanfaatannya untuk Industri Pangan*
- Chen, Z. 2003. *Physicochemical Properties of Sweet Potato Starches and Their Application in Noodle Product*. Ph.D Thesis. Wageningen University, The Netherlands dalam Ryan. 2010. *Karakteristik Tepung Jagung Kuning Hibrida Dari Beberapa Varietas Yang Berpotensi Sebagai Bahan Baku Pembuatan Mi Instan*. <http://pepitaharyanti.files.wordpress.com> pada hari Rabu tanggal 31 Desember 2014 pukul 13.48 WIB.
- Collado, L.S., Mabesa, L.B., Oates, C.G. and Corse, H. 2001. *Bihon-Type Noodles From Heat-Moisture-Treated Sweet Potato Starch*. J. Food.Sci. 66(4): 604-609.
- Collins, W.W. dan W.M. Walter, Jr. 1982. *Potential for increasing nutritional value of sweet potato*. In Sweet Potato Proc. Of the first Int. Symp. R. L. Villareal and T. D. Griggs (eds) p 355-363. AVRDC. Shanhua, Taiwan
- Damar, Dimas Adi Krisna. 2010. *Pengaruh Regelatinasi Dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap Sifat Fisik Pada Pembuatan Edible Film Dari Pati Kacang Merah (Vigna Angularis Sp.)* Skripsi. Universitas Diponegoro: Semarang.
- deMan, John M., PhD. 2009. *Kimia Makanan*. Penerbit ITB: Bandung.

- Eskin, N. 1990. *Biochemistry of Food*. Ed ke-2. New York: Academic Press Inc. dalam Leni. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Asam Askorbat Dalam pembuatan french fries berbahan baku kentang varietas Crespo dan Tenggo*. <http://pepintaharyanti.files.wordpress.com> diakses pada hari Rabu tanggal 31 Desember 2014 pukul 14.00 WIB.
- Fleence, G. 1985. *Chemical modification and degradation of starch* dalam Azizah, Nur Amin. 2013. *Pengaruh Suhu Fosforilasi Terhadap Sifat Fisikokimia Pati Tapioka Termodifikasi*. Skripsi. Universitas Hasanuddin; Makasar..
- Gaman, P. M & K. B. Sherington. 1994. *Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta dalam Theresia, A. 2006. *Proses Pembuatan tepung serealialia instant yang diproses melalui ekstrusi dengan menggunakan bahan baku sorghum putih (*Andropogon sorghum Brot*), sorghum merah (*Andropogon sorghum Brot*), millet putih (*Panicum miliacium Linn*), millet merah (*Panicum miliacium Linn*), dan beras merah (*Oryza sativa Linn*)*. Skripsi. Universitas Katolik Soegijapranata; Semarang.
- Giese & Cote. 2000. *Academy of Marketing Science Review. Defining Consumer Satisfaction* dalam Leni. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Asam Askorbat Dalam pembuatan french fries berbahan baku kentang varietas Crespo dan Tenggo*. <http://pepintaharyanti.files.wordpress.com> diakses pada hari Rabu tanggal 31 Desember 2014 pukul 14.00 WIB.
- Gilang, Ratna. 2013. *Karakteristik Fisik Dan Kimia Tepung Koro Pedang (*Canavalia Ensiformis*) Dengan Variasi Perlakuan Pendahuluan*. Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 3. ISSN: 2302-0733
- Green Wood, N.N dan Earshshaw, A., 1989. *Chemistry of Elements*. Newyork Pergamon Press dalam Kurniawan, Sandra. 2010. *Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Ca(OH)₂ untuk Perendaman terhadap Karakteristik Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Varietas Singkong Pahit (Pandemir L-2)*. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Hartanti, Feny Dwi, 2013. *Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Sukun (*Artocarpus Communis*) Termodifikasi Dengan Variasi Konsentrasi Dan Lama Perendaman Asam Laktat*. Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 4
- Hee-Young An. 2005. *Effects of Ozonation and Addition of Amino acids on Properties of Rice Starches*. A Disseftation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- Herawati, Dian. 2009. *Modifikasi Pati Sagu Dengan Teknik Heat Mouisture Treatment (HMT) dan Aplikasinya dalam Memperbaiki Kualitas Bihun*. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor dalam Retnaningtyas. 2014. *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Perlakuan STPP (Lama Perendaman Dan Konsentrasi)*. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 2 No 4
- Honestin, Trifena. 2007. *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas*)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor; Bogor.
- Indrasti, F. 2004. *Pemanfaatan Tepung Talas Belitung (*Xanthosoma saginifolium*) dalam Pembuatan Cookies*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor dalam Gilang, Ratna. 2013. *Karakteristik Fisik Dan Kimia Tepung Koro Pedang (*Canavalia Ensiformis*) Dengan Variasi Perlakuan Pendahuluan*. Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 3. ISSN: 2302-0733
- Kartika, Bambang. 1988. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. Yogyakarta: UGM.
- Karnetta, Railia; Amin Rejo; Gatot Priyanto; dan Rindit Pambayun. 2014. *Profil Gelatinisasi Formula Pempek "Lenjer"*. Jurnal Dinamika Penelitian Industri Vol. 25 No. 1
- Kesselmans. Annen. Ido Pleter Blecker. And ten Boer. 2004. *Oxidation of Starch*, United States Patent dalam Hartanti, Feny Dwi, 2013. *Kajian Karakteristik Fisikokimia*

- Tepung Sukun (Artocarpus Communis) Termodifikasi Dengan Variasi Konsentrasi Dan Lama Perendaman Asam Laktat.* Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 4
- Koswara, S. 2009. *Teknologi Pengolahan Jagung (Teori dan Praktek).*
- Kubota, S., Tamura, Y., Morioka, K and Itoh, Y. 2003. *Variable Pressure-Scanning Electron Microscopic Observation of Walleye Pollock Surimi Gel.* J Food Sci. 68(1) : 307-311 dalam Karnetta, Railia; Amin Rejo; Gatot Priyanto; dan Rindit Pambayun. 2014. *Profil Gelatinisasi Formula Pempek "Lenjer".* Jurnal Dinamika Penelitian Industri Vol. 25 No. 1
- Kumalaningsih, Sri; Harijono; dan Bambang Susilo. 2012. *Pencegahan Pencoklatan Umbi Ubi Jalar (Ipomoea Batatas (L). Lam.) Untuk Pembuatan Tepung : Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Asam Askorbat Dan Sodium Acid Pyrophosphate.* J. Tek. Pert Vol.5 No. 1: 11 - 19
- Kurniawan, Sandra. 2010. *Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi $Ca(OH)_2$ untuk Perendaman terhadap Karakteristik Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Varietas Singkong Pahit (Pandemir L-2).* Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro.* Jakarta: Dian Rakyat.
- Leni. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Asam Askorbat Dalam pembuatan french fries berbahan baku kentang varietas Crespo dan Tenggo.* <http://pepitaharyanti.files.wordpress.com> diakses pada hari Rabu tanggal 31 Desember 2014 pukul 14.00 WIB.
- Lii CY, Chang SM. 1981. *Characterization of red bean (Phaseolus radiates var. Auea) starch and its noodle quality.* J Food Sci 46: 78-81 dalam Agustin, Sukmiyati. 2013. *Pengaruh $CaCl_2$ Dan Gum Guar Terhadap Kualitas Bihun Sukun.* Jurnal Teknologi Pertanian 8(2): 54-59. ISSN1858-2419.
- Medikasari; Siti Nurdjanah; Neti Yuliana; dan Naomi Lintang C S. 2009. *Sifat Amilografi Pasta Pati Sukun Termodifikasi Menggunakan Sodium Tripolifosfat.* Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian Volume 14, No. 2
- Mulyandari, S.H. 1992. *Kajian Perbandingan Sifat-Sifat Pati Umbi-Umbian dan Pati Biji-Bijian.* IPB, Bogor dalam Azizah, Nur Amin. 2013. *Pengaruh Suhu Fosforilasi Terhadap Sifat Fisikokimia Pati Tapioka Termodifikasi.* Skripsi. Universitas Hasanuddin; Makasar.
- Mutmainah, Fajriyatul. 2013. *Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Sukun (Artocarpus Communis) Termodifikasi Dengan Variasi Lama Perendaman Dan Konsentrasi Asam Asetat.* Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 4
- Noezar, Irwan; V. S. Praptowidodo; R. Nugraheni; M. H. Nasution. 2007. *Biodegradable Polymer Dari Asam Laktat.*
- Noviarso, Cahyo. 2003. *Pengaruh Umur Panen dan Masa Simpan Buah Sukun (Artocarpus altilis) Terhadap Kualitas Tepung Sukun Yang Dihasilkan.* Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Prabowo, Bimo. 2010. *Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Millet Kuning Dan Tepung Millet Merah.* Skripsi. Universitas Sebelas Maret; Surakarta.
- Pudjihastuti, Isti; dan Siswo Sumardiono. 2010. *Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam dan Reaksi Fotokimia UV untuk Produksi Pati Termodifikasi dari Tapioka.* Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia. ISSN 1693 – 4393.
- Rahman, Suburi. 2010. *Formulasi Tepung Kentang Hitam (Solenostemon Rotundifolius) Dan Tepung Terigu Terhadap Beberapa Komponen Mutu Roti Tawar.* Skripsi. Universitas Mataram
- Rani, Hertini; Zulfahmi; dan Yatim R. Widodo. 2011. *Optimasi Proses Pembuatan Bubuk Kedelai.* Seminar Nasional Sains dan Teknologi-IV. Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung. Rajabasa Bandar Lampung.
- Rascana, A. P dan Djoko Wibowo. 1987. *Mikroflora Fermentasi Growol.* Jurnal Bio Proses dalam

- Industri Pangan.PAU UGM. Liberty. Yogyakarta.
- Retnaningtyas. 2014. *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Perlakuan STPP (Lama Perendaman Dan Konsentrasi)*. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol. 2 No 4
- Richana, dan Nur, M.S. 2012. *Kentang Hitam. Araceae & Dioscorea Manfaat Umbi-umbian Indonesia*. Penerbit Nuansa; Bandung.
- Ryan. 2010. *Karakteristik Tepung Jagung Kuning Hibrida Dari Beberapa Varietas Yang Berpotensi Sebagai Bahan Baku Pembuatan Mi Instan*. <http://pepitaharyanti.files.wordpress.com> pada hari Rabu tanggal 31 Desember 2014 pukul 13.48 WIB.
- Sasaki, T., and Matsuki, J. 1998. *Effect of Wheat Starch Structure on Swelling Power*. Cereal Chemistry 75: 525-529
- Sudarmadji, Slamet; H.Bambang; dan Suhardi. 2007. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi 2*. Penerbit Liberty; Yogyakarta.
- Swinkels, 1985. *Source of Starch, Its Chemistry and Physics dalam Honestin, Trifena*. 2007. *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar (Ipomoea Batatas)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor; Bogor.
- Taggart, P., 2004. *Starch as an ingredients : manufacture and applications* dalam Azizah, Nur Amin. 2013. *Pengaruh Suhu Fosforilasi Terhadap Sifat Fisikokimia Pati Tapioka Termodifikasi*. Skripsi. Universitas Hasanuddin; Makasar
- Teja W, Albert; Ignatius Sindi P.; Aning Ayucitra; dan Laurentia E. K. Setiawan. 2008. *Karakteristik Pati Sagu Dengan Metode Modifikasi Asetilasi Dan Cross-Linking*. Jurnal Teknik Kimia Indonesia, Vol. 7 No. 3
- Theresia, A. 2006. *Proses Pembuatan tepung serealia instant yang diproses melalui ekstrusi dengan menggunakan bahan baku sorghum putih (Andropogon sorghum Brot), sorghum merah (Andropogon sorghum Brot), millet putih (Panicum miliacium Linn), millet merah (Panicum miliacium Linn), dan beras merah (Oryza sativa Linn)*. Skripsi. Universitas Katolik Soegijapranata; Semarang.
- Titi, Hapsari P; A. Zainul A; dan M. Nugroho. 2007. *Pengaruh Pre Gelatinisasi Terhadap Karakteristik Tepung Singkong*.
- Triyani P., Anjar. 2013. *Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Labu Kuning (Cucurbita Moschata) Termodifikasi Dengan Variasi Lama Perendaman Dan Konsentrasi Asam Asetat*. Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 2
- Uthumporn, Zaidul, Karim. 2010. *Hydrolysis of Granular Starch at subgelatinization Temperature Using a Mixture of Amylolytic Enzymes*. Food and Bioproducts Processing. 88: 47– 54.
- Winarno; dan D. Fardiaz,. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. P.T. Gramedia. Jakarta.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan*. PT Gramedia, Jakarta.
- Windrati. 2000 dalam Alsuhehndra 2009. *Pengaruh Modifikasi Secara Pregelatinisasi, Asam, Dan Enzimatis Terhadap Sifat Fungsional Tepung Umbi Gembili (Dioscorea Esculenta)*.
- Wincy. 2001. *Karakterisasi Tepung Sukun (Artocarpus altilis) Pramasak Hasil Pengeringan Kabinet dan Aplikasinya untuk Substitusi Tepung Terigu Pada Pembuatan Kukis*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor dalam Honestin, Trifena. 2007. *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar (Ipomoea Batatas)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor; Bogor.
- Wirakartakusumah, M. A. 1981. *Cinetics of Starch Gelatinization and Water Absorption in Rice*. PhD Dissertation, Univ. of Wisconsin. Madison.
- Wurzburg, O. B. 1989. *Modified starches : properties and uses*. CR Press, Inc., Boca Raton Florida dalam Alsuhehndra; dan Ridawati. 2009. *Pengaruh Modifikasi Secara Pregelatinisasi, Asam, Dan Enzimatis Terhadap Sifat Fungsional Tepung Umbi Gembili (Dioscorea Esculenta)*
- Yanuwardana. 2013. *Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Labu Kuning (Cucurbita Moschata) Termodifikasi Dengan Variasi Lama Perendaman Dan Konsentrasi Asam Laktat*. Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 2