

Karakteristik Fisik, Kimia Dan Sensoris Pempek Berbahan Dasar Pati Resisten Tipe Iii Tapioka

Oksilia¹, Filli Pratama²

¹Lecturer of Tamansiswa Palembang University

²Sriwijaya University

Corresponding author: oksilia@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik fisik, kimia, sensoris pempek berbahan dasar pati resisten tipe III (RS3) tapioka. Pati resisten tipe III tapioka diperoleh melalui proses pemanasan suhu tinggi dan pendinginan sebanyak 3 siklus. Penelitian ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua faktor perlakuan dimana faktor pertama adalah jenis tapioka (tapioka tanpa modifikasi dan RS3 tapioka), dan faktor kedua merupakan perbandingan ikan dan tapioka (1:0,5; 1:1; dan 1:1,5). Karakteristik sensoris meliputi tes kesukaan untuk atribut tekstur, aroma, rasa dan warna dan tes pembedaan pasangan. Indeks glikemik diukur pada tiga formulasi pempek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tapioka, perbandingan ikan dan tapioka serta interaksi diantaranya berpengaruh nyata terhadap intensitas warna, tekstur, kadar air, kadar abu, lemak, protein, karbohidrat dan kadar pati resisten. Kadar abu, protein dan lemak RS3 tapioka menurun, sedangkan pati resisten meningkat dari 2,1% menjadi 9,8%. *Lightness*, *chroma*, dan *hue* pempek yang menggunakan RS3 tapioka berkisar antara 50,17% hingga 54,13%; 4,3 hingga 6,4% dan 90,80° hingga 97,86°. Tekstur (kekerasan) pempek yang menggunakan RS3 tapioka cenderung menurun dengan kisaran 94,97 gf hingga 183,51 gf. Hal ini menunjukkan pempek yang menggunakan RS3 tapioka lebih lembut dibandingkan dengan pempek yang menggunakan tapioka non modifikasi. Indeks glikemik (IG) pempek yang menggunakan RS3 tapioka (68,9, IG sedang) lebih rendah dibandingkan dengan pempek berbahan dasar tapioka non modifikasi (72,83, IG tinggi).

Kata kunci: *autoclaving-cooling*, pati resisten, tapioka, indeks glikemik

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the physical, chemical and sensorial characteristics of resistant tapioca starch III (RS3) type-pempek. The resistant tapioca starch III type was produced by three cycles of autoclaving-cooling process. The research was designed as a Factorial Randomized Completely Design with two factors in which the first factor was the type of starch (unmodified and RS3 tapioca starch), and the second factor was the ratio of minced fish fillet and tapioca (1:0.5; 1:1; and 1:1.5). The sensorial characteristic included hedonic test on the attributes of texture, aroma, taste and colour, and paired comparison test. The glycemic index was conducted on three formulations of pempek. The results showed that the types of tapioca starch, formulations of minced fish filled and tapioca and their interactions had significant effect on colour intensity, texture, water, ash, fat, protein, carbohydrate and resistant starch contents. The ash, protein, and fat contents were decreased in RS3, on contrary the resistant starch content was increased from 2.1% to 9.8% in RS3. The lightness, chroma, and hue of RS3-pempek were in the ranges of 50.17% to 54.13%; 4.3% to 6.4%; and 90.80° to 97.86°, respectively. The texture (hardness) of RS3-pempek was slightly reduced into the range of 94.97 gf to 183.51 gf which indicated softer texture than unmodified tapioca starch-pempek. The glycemic index (GI) of RS3-pempek (68.9, medium GI) was lower than that of unmodified tapioca starch-pempek (72.83, high GI).

Keywords: *autoclaving-cooling, resistant starch, tapioca, glycemic index.*

PENDAHULUAN

Kajian mengenai sifat fungsional pangan yang berkhasiat untuk menjaga kesehatan dan kebugaran semakin mendapat perhatian seiring dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya hidup sehat. Peningkatan jumlah penderita penyakit-penyakit degeneratif menjadi penyebab tumbuhnya kesadaran masyarakat untuk mengkonsumsi pangan yang tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan zat gizi saja tetapi juga dapat memberikan efek fungsional dalam menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh serta memperbaiki fungsi biologis.

Diabetes mellitus merupakan salah satu jenis penyakit degeneratif yang menjadi penyebab kematian nomor 6 di Indonesia dengan jumlah proporsi kematian sebesar 1,3 juta orang dan 4 persen meninggal sebelum usia 70 tahun [1]. Peningkatan jumlah penderita penyakit degeneratif antara lain akibat adanya perubahan perilaku, gaya hidup, pola makan, dan aktivitas yang tidak seimbang. Pola konsumsi tinggi karbohidrat sederhana dan lemak dapat memicu timbulnya penyakit degeneratif. Oleh karena itu, asupan makanan diatur untuk mengurangi resiko penyakit degenerative. Salah satu cara pengaturan makan atau diet dapat dilakukan melalui pemilihan jumlah dan jenis karbohidrat yang tepat dengan menggunakan konsep Indeks Glikemik (IG) yang diperkenalkan oleh Jenkins pada tahun 1981. Indeks glikemik pangan adalah nilai yang menunjukkan bagaimana efek makanan (khususnya karbohidrat) terhadap glukosa darah setelah makanan dikonsumsi [2,3].

Pemilihan pangan dengan nilai indeks glikemik rendah bermanfaat untuk menjaga kestabilan gula darah. Hal ini sangat bermanfaat untuk mencegah penyakit degeneratif, misalnya diabetes mellitus. Selain diabetes mellitus, obesitas juga merupakan contoh penyakit yang terkait erat dengan indeks glikemik. Makanan dengan indeks glikemik rendah dapat dijadikan pilihan untuk menurunkan berat badan ataupun menjaga berat badan agar tetap ideal [4]. Selain itu, pangan dengan indeks glikemik rendah juga direkomendasikan untuk mempertahankan kesehatan.

Beberapa penelitian mengenai indeks glikemik dan pengembangan produk pangan lokal khususnya makanan sumber karbohidrat telah banyak dilakukan, diantaranya adalah pembuatan *cookies* dengan bahan dasar ubi jalar klon unggul BB00105.10 dengan indeks glikemik rendah [5], pengembangan produk bubur instan berbasis pati modifikasi singkong [6], pembuatan *cookies* dari pati resisten tepung pisang dengan daya cerna lambat [7] dan lain-lain. Salah satu produk pangan lokal yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk pangan dengan indeks glikemik rendah adalah pempek. Pempek merupakan makanan tradisional masyarakat Sumatera Selatan. Makanan ini terbuat dari ikan yang digiling sebagai bahan baku utama, pati sebagai pengikat, air sebagai pelarut, garam dan bumbu sebagai bahan penambah citarasa.

Dalam proses pembuatan pempek umumnya digunakan tapioka. Tapioka berfungsi untuk mengikat air, menyatukan daging ikan dan air sehingga dapat dibentuk menjadi suatu adonan serta memberikan tekstur dan rasa [8]. Menurut SNI 01-3451-1994 tapioka adalah pati (amilum) yang diperoleh dari umbi ubi kayu (*Manihot utilissima* Pohl atau *Manihot usculenta* Crantz) [9]. Umbi-umbian umumnya memiliki indeks glikemik yang tinggi. Hasil penelitian Marsono (2002) menunjukkan bahwa singkong kukus memiliki indeks glikemik sebesar 73, sedangkan singkong rebus memiliki indeks glikemik sebesar 96,46 [10]. Aplikasi pati singkong pada pembuatan bubur instan memiliki indeks glikemik yang tinggi yaitu 97,74 [11].

Beberapa penelitian ini menunjukkan bahwa singkong dan produk olahan pati singkong termasuk bahan pangan yang memiliki indeks glikemik tinggi ($IG > 70$). Pangan yang memiliki indeks glikemik tinggi akan menaikkan kadar glukosa darah dengan cepat sehingga dapat meningkatkan resiko diabetes dan meningkatkan resiko penyakit jantung [12,13]. Oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi pada produk-produk hasil olahan singkong agar diperoleh pangan dengan indeks glikemik rendah. Salah satu upaya untuk meningkatkan nilai tambah pati singkong adalah dengan membuat pati tersebut menjadi *resistant starch*.

Pati resisten atau *Resistant Starch* (RS), yaitu bagian dari pati yang tidak dapat dicerna oleh enzim dalam usus halus manusia yang sehat tetapi dapat difermentasi oleh mikroflora usus untuk menghasilkan asam lemak rantai

pendek yang bermanfaat untuk kesehatan [14]. Secara umum RS dapat diperoleh dari pati yang secara fisik terperangkap dalam sel-sel tanaman dan matriks bahan pangan (RS1), pati yang secara alami sangat tahan terhadap pencernaan oleh enzim α -amilase (RS2), pati yang dimodifikasi secara fisik (RS3) dan pati yang dimodifikasi secara kimia (RS4) [15,16,17]. Diantara empat jenis pati resisten tersebut, pati resisten tipe III (RS3) merupakan tipe pati resisten yang paling banyak digunakan sebagai bahan baku pangan fungsional.

RS3 diperoleh melalui proses pemanasan suhu tinggi dan pendinginan secara berulang (*autoclaving-cooling*) yang merupakan kombinasi proses gelatinisasi (fraksi amilosa keluar granula) dan retrogradasi (proses kristalisasi amilosa yang meningkatkan pembentukan RS3). Proses *autoclaving-cooling* secara berulang dapat menyebabkan semakin banyaknya pembentukan fraksi amilosa teretrogradasi atau terkristalisasi. Sajilata *et al.* (2005) menyatakan bahwa proses *autoclaving-cooling* pada pati gandum dapat meningkatkan kadar pati resisten menjadi sembilan kali lipat dari pati gandum alami (9,0%). Jumlah siklus *autoclaving-cooling* juga mempengaruhi kadar pati resisten yang dihasilkan, misalnya pati gandum yang diproses dengan tiga kali siklus *autoclaving-cooling* meningkat kadar RS3-nya menjadi 7,8% bila dibandingkan hanya satu kali siklus (6,2%) [17]

Penambahan pati resisten dalam pembuatan produk seperti roti dapat memperbaiki sifat yang kurang menguntungkan seperti mengurangi warna yang gelap, penurunan tingkat pengembangan, dan *mouthfeel* yang kurang enak. Pati resisten juga dapat ditambahkan untuk memodifikasi tekstur pada pembuatan *cake*, *muffins* atau *brownies* [17]. Selain itu, pati resisten dapat digunakan untuk meningkatkan kerenyahan (*crispness*) permukaan produk pangan yang diolah menggunakan suhu tinggi seperti *waffles*. Menurut Zaragoza *et al.* (2010), pati resisten mempunyai sifat fisikokimia yang dikehendaki seperti pembengkakan pati (*swelling*), peningkatan viskositas, pembentukan gel, dan kemampuan mengikat air sehingga dapat diaplikasikan untuk berbagai macam produk pangan. Dengan demikian, pati resisten singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan produk makanan, termasuk pangan lokal seperti pempek [18].

Beberapa penelitian menyebutkan adanya keterkaitan antara kandungan pati resisten pada pangan tertentu dengan nilai indeks glikemiknya. Pangan yang memiliki kandungan pati resisten tinggi diduga memiliki nilai indeks glikemik yang rendah. Hal ini berkaitan dengan sifat pati resisten yang tidak dapat dicerna oleh enzim pada saluran pencernaan manusia sehingga lambat dalam meningkatkan kadar glukosa dalam darah. Hasil penelitian Liljeberg *et al.* (1999) menyebutkan bahwa beberapa makanan seperti legum dan pasta yang mengandung kadar pati resisten tinggi memiliki nilai indeks glikemik rendah. Studi pada sepuluh orang normal yang diberi makanan yang mengandung 50 g pati dengan kadar pati resisten 0% dan 50 g pati dengan kadar pati resisten 54%, ternyata memiliki konsentrasi glukosa darah, insulin, dan epineprin lebih rendah dibandingkan dengan pemberian makanan yang tidak mengandung pati resisten [17,19].

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya maka perlu dilakukan penelitian untuk mempelajari karakteristik pempek dengan bahan dasar pati resisten tipe III dari tapioka (RS3 tapioka) melalui proses *autoclaving-cooling* yang diulang sebanyak 3 siklus serta pengaruhnya terhadap karakteristik fisik, kimia, sensoris dan indeks glikemik pempek yang dihasilkan. Produk yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi pangan fungsional dan alternatif diet bagi penderita diabetes, obesitas dalam rangka perbaikan kualitas kesehatan dan sumber daya manusia Indonesia serta meningkatkan nilai tambah produk pangan lokal di Sumatera Selatan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tapioka dalam kemasan (merk T), ikan gabus, air, garam merk Refina, enzim termamil, enzim α -amilase, enzim amiloglukosidase, enzim protease, buffer fosfat pH 6, HCl, NaOH, aquadest, ethanol dan bahan-bahan kimia untuk analisa produk pempek.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf merk My Life MA67Z, saringan 80 mesh, *Beaker* gelas, pipet ukur 10 ml, pipet tetes, *Chromameter* merk Minolta, *Texture Analyzer* merk Brookfield, labu ukur, gelas ukur, *Erlenmeyer*, pemanas air (*hot plate*) dengan pengatur suhu, penangas air bergoyang, penjepit tabung, tabung reaksi, *sentrifuse*, alat-alat untuk analisis protein dan lemak.

Prosedur Kerja

Pengaruh konsentrasi jenis tapioka dan rasio ikan dan jenis tapioka terhadap karakteristik pempek dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial dimana faktor A adalah jenis tapioka (tapioka dan RS3 tapioka) dan faktor B adalah rasio ikan dan jenis tapioka (1:0,5; 1:1 dan 1:1,5).

1. Pembuatan RS3 Tapioka

Pembuatan RS3 tapioka dalam penelitian ini menggunakan metode *autoclaving-cooling* [20] yang telah dimodifikasi sebagai berikut:

- Tapioka dilarutkan ke dalam air dengan konsentrasi pati 20% kemudian dipanaskan selama 10 menit hingga membentuk gel.
- Gel dimasukkan ke dalam autoklaf suhu 121°C selama 15 menit (proses *autoclaving*) kemudian dikeluarkan dan didinginkan pada suhu 5°C selama 24 jam (*cooling*). Proses ini termasuk satu siklus.
- Proses *autoclaving* dan *cooling* dilakukan sebanyak 3 kali atau 3 siklus, kemudian sampel dikeringkan dengan pengering tipe rak pada suhu 55°C selama 24 jam
- Sampel digiling dengan *grinder* hingga halus kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh.
- RS3 tapioka disimpan dalam toples kedap udara.

2. Pembuatan Pempek

Pembuatan pempek dalam penelitian ini menggunakan metode Rosdiana (2002) sebagai berikut [21]:

- Sebanyak 500 g daging ikan giling dicampur dengan tiga perempat bagian air yang digunakan sementara seperempat bagian air digunakan untuk melarutkan garam. Larutan garam kemudian ditambahkan ke dalam campuran dan diuleni hingga rata. Perbandingan ikan dan air adalah 1:0,5.
- RS3 tapioka ditambahkan hingga tercampur merata ke dalam adonan.
- Adonan kemudian dibentuk silinder dengan panjang sekitar 10 cm dengan diameter sekitar 3 cm dan direbus dalam panci berisi air mendidih selama 20 menit, kemudian ditiriskan.

Setelah dihasilkan RS3 tapioka dan produk pempek RS3 tapioka, tahap selanjutnya adalah analisis karakteristik tapioka dan RS3 tapioka meliputi analisis proksimat (AOAC, 2006) dan kadar pati resisten, karakteristik fisik dan kimia pempek, meliputi warna dan tekstur, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat [22], karakteristik Sensoris meliputi uji hedonik dan uji perbandingan jamak [23] serta pengukuran indeks glikemik pempek [24].

Pengolahan dan Analisis Data

1. Analisis Statistik Parametrik

Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan statistik. Pengolahan data dilakukan secara kuantitatif menggunakan teknik pengolahan data analisis parametrik dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial [25].

2. Analisis Statistik Non Parametrik

Data yang diperoleh melalui sensoris dihitung secara statistik yang digunakan adalah non parametrik dengan uji *Friedman-Conover* untuk uji hedonik, sedangkan data yang diperoleh pada uji perbedaan pasangan ditabulasi dan dicocokkan dengan tabel Uji Perbedaan Pasangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Kimia Tapioka (Non Modifikasi) dan Pati Resisten Tipe III Tapioka (RS3 Tapioka)

Kadar pati resisten pada tapioka mengalami peningkatan hampir lima kali lipat setelah mengalami proses *autoclaving-cooling* yaitu sebesar 9,80% seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia tapioka dan RS3 tapioka

Komponen	Tapioka*	RS3 Tapioka
Air (%)	11,1	9,45
Abu (%)	0,58	0,28
Protein (%)	0,27	0,09
Lemak (%)	0,10	0,05
Pati Resisten (%)	2,1	9,80

*Tapioka non modifikasi (tanpa diberi perlakuan)

Proses *autoclaving-cooling* diulang sebanyak 3 kali untuk meningkatkan jumlah pati yang teretrogradasi. Semakin banyak jumlah pati yang teretrogradasi, maka semakin meningkat kandungan pati resisten (RS3) yang dihasilkan [26,27,28,29]. Proses pemanasan pada suhu tinggi di dalam autoklaf (*autoclaving*) menyebabkan suspensi pati mengalami gelatinisasi. Granula pati secara berangsur-angsur mengalami pengembangan (*swelling*) disebabkan ikatan-ikatan hidrogen yang menghubungkan molekul-molekul amilosa dan amilopektin semakin melemah dengan meningkatnya suhu pemanasan, sehingga mengganggu kekompakan granula pati. Hal ini menyebabkan terjadinya disosiasi *double helix* dari amilopektin dan peluruhan (*melting*) dari kristalit.

Pada fase pendinginan, terjadi penggabungan kembali (*re-association*) molekul-molekul amilosa dan amilopektin melalui ikatan hidrogen. Fraksi amilosa yang berikatan dengan fraksi amilosa lainnya membentuk struktur *double helix*. Peningkatan viskositas selama fase pendinginan menunjukkan kecenderungan retrogradasi dari pasta tapioka. Retrogradasi pati terutama disebabkan oleh molekul amilosa karena pembentukan ikatan hidrogen antar molekul amilosa lebih mudah terbentuk. Semakin banyak fraksi amilosa yang keluar dari granula selama proses gelatinisasi, maka semakin banyak pati teretrogradasi yang terbentuk selama proses retrogradasi [30].

B. Karakteristik Pempek Berbahan Dasar Tapioka dan RS3 Tapioka

1. Karakteristik fisik

Karakteristik fisik yang diamati dalam penelitian ini adalah warna dan tekstur. Hasil uji keragaman menunjukkan bahwa jenis tapioka, perbandingan ikan dan jenis tapioka serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap warna dan tekstur pempek. Hasil uji lanjut BNJ pengaruh jenis tapioka, perbandingan ikan dan jenis tapioka serta interaksinya terhadap warna dan tekstur pempek dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Uji BNJ pengaruh jenis tapioka terhadap *lightness*, *chroma* dan *hue* pempek

Perlakuan	<i>Lightness</i> BNJ 5% = 1,26	<i>Chroma</i> BNJ 5% = 0,49	<i>Hue</i> BNJ 5% = 9,57	Nilai tekstur (gf) BNJ 5% = 5,28
A ₁ (tapioka)	59,57 ^b	3,07 ^a	120,22 ^b	172,06 ^b
A ₂ (RS3 tapioka)	51,50 ^a	5,03 ^b	95,36 ^a	125,38 ^a

Tabel 3. Uji BNJ pengaruh perbandingan ikan dan jenis tapioka terhadap nilai *lightness*, *chroma* dan *hue* pempek

Perlakuan	<i>Lightness</i> BNJ 5% = 1,89	<i>Chroma</i> BNJ 5% = 0,73	<i>Hue</i> BNJ 5% = 14,35	Nilai tekstur (gf) BNJ 5% = 7,92
B ₁ (ikan : tapioka = 1: 0,5)	54,700 ^a	4,950 ^b	101,650 ^a	141,99 ^a
B ₂ (ikan : tapioka = 1: 1)	54,900 ^a	3,967 ^a	107,900 ^a	144,69 ^a
B ₃ (ikan : tapioka = 1: 1,5)	57,000 ^b	3,233 ^a	113,817 ^a	159,47 ^b

Tabel 4. Uji BNP pengaruh interaksi ikan dan jenis tapioka terhadap warna dan tekstur pempek

Perlakuan	<i>Lightness</i> BNJ 5% = 3,38	<i>Chroma</i> BNJ 5%= 1,31	<i>Hue</i> BNJ 5% = 25,56	Nilai tekstur (gf) BNJ 5% = 14,12
A ₁ B ₁ (ikan : tapioka non modifikasi = 1:0,5)	59,23 ^c	3,567 ^b	112,500 ^{ab}	100,44 ^a
A ₁ B ₂ (ikan : tapioka non modifikasi = 1:1)	59,60 ^c	3,467 ^b	118,400 ^{ab}	191,74 ^b
A ₁ B ₃ (ikan : tapioka non modifikasi = 1:1,5)	59,87 ^c	2,167 ^{ab}	129,767 ^b	223,97 ^c
A ₂ B ₁ (ikan : RS3 tapioka = 1:0,5)	50,17 ^a	6,333 ^c	90,800 ^a	183,51 ^b
A ₂ B ₂ (ikan : RS3 tapioka = 1:1)	50,20 ^a	4,467 ^b	97,400 ^{ab}	97,65 ^a
A ₂ B ₃ (ikan : RS3 tapioka = 1:1,5)	54,13 ^b	4,300 ^b	97,867 ^{ab}	94,97 ^a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata

a. Warna

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai *lightness* pempek yang dibuat dengan RS3 tapioka lebih rendah dibandingkan dengan pempek yang dibuat dengan tapioka non modifikasi. Warna pempek yang dibuat dengan RS3 tapioka berbeda nyata dengan pempek yang dibuat dengan tapioka non modifikasi (Tabel 2 dan 4). Nilai *lightness* pempek dengan RS3 tapioka berkisar antara 50,17% hingga 54,13%, sedangkan nilai *lightness* pempek yang dibuat dengan tapioka non modifikasi berkisar antara 59,23% hingga 59,87%. Nilai *lightness* meningkat seiring dengan penambahan jumlah tapioka dan RS3 tapioka. Pempek yang dibuat dengan RS3 tapioka memiliki warna yang lebih gelap daripada pempek yang dibuat dengan tapioka non modifikasi. Proses *autoclaving-cooling* (pemanasan-pendinginan) berulang dapat menyebabkan pati mengalami reaksi *browning* non enzimatis dari gula pereduksi dan protein yang terdapat dalam adonan pempek. Reaksi *browning* non enzimatis pada pati dikenal dengan nama reaksi *Maillard* yaitu reaksi antara gugus hidroksil dari gula pereduksi dengan gugus amino dari protein, peptida atau asam amino menghasilkan polimer berwarna coklat (melanoidin) [31]

b. Tekstur

Pempek dengan bahan RS3 tapioka memiliki tekstur yang lebih lembut dibandingkan dengan pempek dengan bahan tapioka. Nilai tekstur pempek yang dibuat dengan RS3 tapioka berbeda nyata dengan nilai tekstur pempek yang dibuat dengan tapioka non modifikasi. Nilai tekstur pempek yang dibuat dengan RS3 tapioka berkisar antara 94,97 gf hingga 183,51 gf, sedangkan nilai tekstur pempek yang dibuat dengan tapioka non modifikasi berkisar antara 100,44 gf hingga 223,97 gf. Menurut Zhiqiang Xiao-su dan Li (1999), penyerapan air pada spageti yang menggunakan RS3 lebih tinggi disebabkan oleh peningkatan jumlah rantai liner amilosa yang tersusun selama proses retrogradasi tapioka dalam RS3 [32]. Hal ini juga yang menyebabkan pempek yang menggunakan RS3 lebih banyak menyerap air sehingga teksturnya lebih lembut.

2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia pempek yang diamati adalah kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar karbohidrat. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa jenis tapioka berpengaruh nyata terhadap kadar air dan kadar karbohidrat pempek serta berpengaruh tidak nyata terhadap kadar abu, kadar protein dan kadar lemak pempek, sedangkan perbandingan ikan dan jenis tapioka berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar karbohidrat pempek. Uji BNP pengaruh jenis tapioka, perbandingan ikan dan jenis tapioka serta interaksinya terhadap karakteristik kimia pempek disajikan pada Tabel 5, 6 dan 7.

Tabel 5. Uji BNJ pengaruh jenis tapioka terhadap kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar karbohidrat pempek

Perlakuan	Kadar air (%) BNJ 5% = 1,30	Kadar karbohidrat (%) BNJ 5% = 1,21
A1 : tapioka	44,87 ^a	46,14 ^b
A2 : RS3 tapioka	49,98 ^b	41,10 ^a

Tabel 6. Uji BNJ pengaruh perbandingan ikan dan jenis tapioka terhadap kadar air, kadar protein, kadar lemak dan kadar karbohidrat pempek

Perlakuan	Kadar air (%) BNJ 5% = 1,95	Kadar abu (%) BNJ 5% = 0,046	Kadar protein (%) BNJ 5% = 0,45	Kadar karbohidrat (%) BNJ 5% = 1,82
B ₁ (ikan : jenis tapioka = 1: 0,5)	45,55 ^a	1,264 ^a	7,443 ^b	45,36 ^c
B ₂ (ikan : jenis tapioka = 1: 1)	46,99 ^a	1,533 ^b	7,315 ^b	43,77 ^{bc}
B ₃ (ikan : jenis tapioka = 1: 1,5)	49,72 ^b	1,611 ^c	6,562 ^a	41,71 ^a

Tabel 7. Uji BNJ pengaruh interaksi jenis tapioka dan perbandingan tapioka dan ikan terhadap nilai kadar air dan kadar karbohidrat pempek

Perlakuan	Kadar air BNJ 5% = 3,48	Kadar karbohidrat BNJ 5% = 3,24
A ₁ B ₁ (ikan : tapioka = 1:0,5)	48,06 ^b	42,843 ^{bc}
A ₁ B ₂ (ikan : tapioka = 1:1)	44,75 ^{ab}	45,924 ^c
A ₁ B ₃ (ikan : tapioka = 1:1,5)	41,79 ^a	49,638 ^d
A ₂ B ₁ (ikan : RS3 tapioka = 1:0,5)	43,03 ^a	47,877 ^c
A ₂ B ₂ (ikan : RS3 tapioka = 1:1)	49,22 ^b	41,623 ^b
A ₂ B ₃ (ikan : tapioka = 1:1,5)	57,66 ^c	33,797 ^a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata.

Pempek yang dibuat dengan tapioka non modifikasi memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan pempek dengan bahan dasar RS3 tapioka. RS3 tapioka memiliki daya serap air yang lebih tinggi daripada tapioka karena jumlah rantai linier amilosa yang tersusun lebih banyak dibandingkan dengan tapioka non modifikasi [32]. Menurut Prince dan Schweigert (2004), protein juga berperan dalam proses pengikatan air. Protein merupakan substansi pengikat air paling penting, semakin tinggi konsentrasi protein maka ikatan protein-air akan kuat, sehingga lepasnya air dari jaringan dapat dicegah sehingga kadar air pempek dapat dipertahankan [33]. Hal ini terjadi pada perlakuan A₁B₁ (ikan : tapioka non modifikasi = 1:0,5), perlakuan A₁B₂ (ikan : tapioka non modifikasi = 1:1) dan perlakuan A₁B₃ (ikan : tapioka non modifikasi = 1: 1,5), dimana kadar air pempek menurun seiring dengan konsentrasi protein yang semakin rendah dalam pempek akibat peningkatan jumlah tapioka.

Peningkatan jumlah tapioka dan RS3 tapioka dengan proporsi ikan yang tetap dalam adonan menyebabkan kadar protein pempek semakin rendah. Protein pempek sebagian besar berasal dari ikan. Ikan gabus memiliki kadar protein sekitar 15 hingga 17% [34]. Protein ikan terbagi menjadi tiga, yaitu protein miofibril, protein sarkoplasma, dan protein stroma. Protein miofibril merupakan jenis protein yang larut dalam garam, protein sarkoplasma larut dalam air, sedangkan protein stroma mudah larut dalam air panas.

3. Karakteristik Sensoris

a. Uji hedonik

Uji hedonik digunakan untuk mengevaluasi tingkat akseptabilitas atau kesukaan pada sampel uji. Rata-rata nilai kesukaan pempek berbahan dasar tapioka non modifikasi dan RS3 tapioka disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata nilai kesukaan pempek terhadap karakteristik sensoris yang meliputi tekstur, aroma, rasa dan warna

Perlakuan	Parameter			
	Tekstur	Aroma	Rasa	Warna
A ₁ B ₁ (ikan : tapioka non modifikasi = 1:0,5)	3,00	2,84	2,92	3,24
A ₁ B ₂ (ikan : tapioka non modifikasi = 1:1)	2,82	2,88	2,96	3,08
A ₁ B ₃ (ikan : tapioka non modifikasi = 1:1,5)	2,84	3,20	2,72	3,28
A ₂ B ₁ (ikan : RS3 tapioka = 1:0,5)	2,72	2,76	2,80	3,04
A ₂ B ₂ (ikan : RS3 tapioka = 1:1)	2,84	2,76	2,76	2,84
A ₂ B ₃ (ikan : RS3 tapioka = 1:1,5)	2,72	2,56	2,64	2,64

Keterangan: Skala hedonik: 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = suka, 4 = sangat suka.

Tabel 9. Hasil Uji Lanjut *Friedman-Conover* terhadap tekstur, aroma, rasa dan warna pempek

Perlakuan	Jumlah	Jumlah	Jumlah	Jumlah pangkat
	pangkat skor	pangkat skor	pangkat skor	skor warna
	tekstur	aroma	rasa	
A ₁ B ₁ (ikan : tapioka = 1:0,5)	98,0 ^a	87,5 ^a	93,0 ^a	102,0 ^b
A ₁ B ₂ (ikan : tapioka = 1:1)	91,0 ^a	91,0 ^{ab}	96,0 ^a	90,5 ^b
A ₁ B ₃ (ikan : tapioka = 1:1,5)	86,0 ^a	112,5 ^b	81,0 ^a	103,5 ^b
A ₂ B ₁ (ikan : RS3 tapioka = 1:0,5)	77,0 ^a	81,0 ^a	85,5 ^a	88,5 ^b
A ₂ B ₂ (ikan : RS3 tapioka = 1:1)	88,0 ^a	81,5 ^a	85,5 ^a	74,5 ^{ab}
A ₂ B ₃ (ikan : tapioka = 1:1,5)	82,5 ^a	73,5 ^a	79,5 ^a	64,0 ^a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata

a. Tekstur

Rata-rata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur pempek berkisar antara 2,72 sampai 3,00 (agak suka hingga suka). Pempek yang berbahan dasar tapioka non modifikasi dengan perbandingan ikan dan tapioka 1:0,5 (perlakuan A₁B₁) memiliki tingkat kesukaan terhadap tekstur tertinggi, sedangkan pempek dengan perbandingan ikan dan RS3 tapioka 1:1,5 memiliki tingkat kesukaan terhadap tekstur paling rendah.

Hasil uji lanjut *Friedman-Conover* (Tabel 9) menunjukkan bahwa tekstur pempek yang menggunakan tapioka non modifikasi dan RS3 tapioka berbeda tidak nyata. Tekstur pempek dipengaruhi oleh jumlah daging ikan, tapioka dan air. Formulasi ikan yang tetap dengan variasi jumlah tapioka dan RS3 yang lebih dominan mempengaruhi tekstur pempek. Perbandingan ikan dan tapioka 1:0,5 menjadi pempek dengan tekstur yang paling disukai panelis.

b. Aroma

Skor rata-rata penerimaan panelis terhadap aroma pempek berkisar antara 2,56 sampai 3,20 (agak suka hingga suka). Pempek dengan perbandingan ikan dan RS3 tapioka 1:1,5 (A₂B₃) memiliki tingkat kesukaan terhadap aroma yang paling rendah. Aroma RS3 tapioka yang sedikit apek lebih dominan sehingga kurang disukai oleh panelis.

Penerimaan konsumen terhadap atribut aroma pempek berbeda nyata antara pempek dengan perbandingan ikan dan tapioka non modifikasi 1:1,5 (A_1B_3) dengan perlakuan lainnya. Panelis rata-rata menyukai pempek yang memiliki aroma ikan yang tidak terlalu tajam. Aroma dapat merangsang selera dan menambah kenikmatan suatu makanan. Untuk produk pempek, aroma terutama ditentukan oleh jenis ikan, kesegaran ikan dan jumlah daging ikan yang digunakan dalam pembuatan pempek.

c. Rasa

Rasa dalam produk makanan merupakan hal yang sangat penting dan setiap produk memiliki rasa khas yang sesuai dengan bahan dasar produknya. Skor penerimaan panelis terhadap rasa pempek berkisar antara 2,64 sampai 2,96 (agak suka-suka). Pempek dengan perbandingan ikan dan tapioka non modifikasi 1:1 (A_1B_2) paling disukai panelis sedangkan pempek dengan perbandingan ikan dan tapioka 1:1,5 (A_1B_3) memiliki tingkat kesukaan terendah. Hal ini dapat dihubungkan dengan aroma dari pempek dengan jumlah RS3 tapioka tertinggi yang agak apek. Rasa merupakan campuran dari tanggapan cicip, bau dan trigeminal. Berdasarkan hasil uji *Friedman-Conover* (Tabel 9) untuk atribut mutu rasa, rasa pempek yang menggunakan tapioka non modifikasi dan RS3 tapioka berbeda tidak nyata.

d. Warna

Skor kesukaan panelis terhadap warna pempek berkisar antara 2,64 hingga 3,28. Perbandingan ikan dan tapioka non modifikasi 1:1,5 (A_1B_3) lebih disukai panelis. Jika dihubungkan dengan pengukuran warna menggunakan alat, maka panelis lebih menyukai pempek dengan warna yang lebih cerah.

Warna merupakan salah satu atribut sensoris yang paling pertama dan dilihat konsumen. Hasil uji lanjut *Friedman-Conover* menunjukkan bahwa penerimaan panelis terhadap warna pempek berbeda nyata. Pempek dengan perbandingan ikan dan RS3 tapioka 1:1,5 memiliki tingkat penerimaan atau kesukaan terendah. RS3 tapioka memiliki karakteristik warna yang lebih gelap dibandingkan tapioka non modifikasi sehingga ketika ditambahkan pada pempek akan membuat penampakan pempek menjadi kurang menarik.

2. Uji Pembedaan Pasangan

Uji pembedaan pasangan dapat digunakan untuk menilai apakah ada perbedaan antara satu sampel dengan sampel lainnya dan untuk menilai besaran perbedaan antar sampel. Panelis diminta untuk memberikan penilaian terhadap dua sampel yang disajikan memiliki mutu yang sama atau tidak untuk suatu sifat sensoris [23].

Uji pembedaan pasangan dilakukan pada tiga pasang sampel, yaitu pasangan A_1B_1 (perbandingan ikan dan tapioka non modifikasi = 1:0,5) dan A_2B_1 (perbandingan ikan dan RS3 tapioka = 1:0,5), A_1B_2 (perbandingan ikan dan tapioka non modifikasi = 1:1) dan A_2B_2 (perbandingan ikan dan RS3 tapioka 1:1), A_1B_3 (perbandingan ikan dan tapioka non modifikasi = 1:1,5) dan A_2B_3 (perbandingan ikan dan RS3 tapioka 1: 1,5). Data hasil rekapitulasi uji pembedaan pasangan yang dilakukan oleh 25 panelis dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi Uji Pembedaan Pasangan dari 25 Panelis

Atribut Penilaian	Pasangan	Jumlah panelis yang menyatakan beda	Jumlah panelis yang menyatakan sama	Kesimpulan*
Tekstur	A_1B_1 dan A_2B_1	19	6	Beda
	A_1B_2 dan A_2B_2	14	11	Sama
	A_1B_3 dan A_2B_3	22	3	Beda
Aroma	A_1B_1 dan A_2B_1	9	16	Sama
	A_1B_2 dan A_2B_2	16	9	Sama
	A_1B_3 dan A_2B_3	20	5	Beda
Rasa	A_1B_1 dan A_2B_1	8	17	Sama
	A_1B_2 dan A_2B_2	10	15	Sama
	A_1B_3 dan A_2B_3	21	4	Beda
	A_1B_1 dan A_2B_1	14	11	Sama

Warna	A ₁ B ₂ dan A ₂ B ₂	21	4	Beda
	A ₁ B ₃ dan A ₂ B ₃	19	6	Beda

*Kesimpulan diambil berdasarkan Tabel Uji Perbedaan pasangan taraf 5% dimana jika terdapat minimal 18 panelis yang menyatakan beda, maka disimpulkan kedua pasangan berbeda

Data pada Tabel 10 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tekstur pasangan sampel A₁B₁ (ikan : tapioka non modifikasi = 1:0,5) dan A₂B₁ (ikan : RS3 tapioka 1:0,5), sedangkan aroma, rasa dan warna dinyatakan memiliki persamaan oleh panelis. Pasangan sampel A₁B₂ (ikan : tapioka non modifikasi = 1:1) dan A₂B₂ (ikan: RS3 tapioka 1:1) memiliki perbedaan warna, namun memiliki kesamaan tekstur, aroma dan rasa, sedangkan pasangan sampel A₁B₃ (ikan: tapioka non modifikasi 1:1,5) dan A₂B₃ (ikan : RS3 tapioka 1:1,5) memiliki perbedaan pada semua atribut mutu yaitu tekstur, aroma, rasa dan warna.

2. Indeks Glikemik (IG)

Pengukuran indeks glikemik pempek dilakukan pada pempek dengan perbandingan ikan dan tapioka non modifikasi 1:0,5 (A₁B₁) sebagai sampel kontrol dan pempek dengan perbandingan ikan dan RS3 tapioka 1:0,5 (A₂B₁). Pemilihan tersebut didasarkan pada hasil analisa kimia produk yang menjadi pendukung indeks glikemik (IG) seperti kadar protein, lemak, dan kadar pati resisten serta penerimaan panelis terhadap produk tersebut.

Berdasarkan analisis proksimat (*by difference*), kadar karbohidrat pempek yang dibuat dengan perbandingan ikan dan tapioka non modifikasi 1:0,5 (A₁B₁) sebesar 42,84% (bb). Dengan demikian untuk mendapatkan 50 g karbohidrat setiap panelis mendapatkan 116 g pempek, sedangkan pempek yang dibuat dengan perbandingan ikan dan RS3 tapioka 1:0,5 memiliki kadar karbohidrat sebesar 47,87%, sehingga panelis mendapatkan 104 g. Pangan standar yang digunakan adalah 50 gram glukosa bubuk yang dilarutkan dalam 240 ml air (IG = 100). Hasil respon rata-rata kadar gula darah panelis dapat dilihat pada Tabel 11, dan grafiknya pada Gambar 1 dan 2.

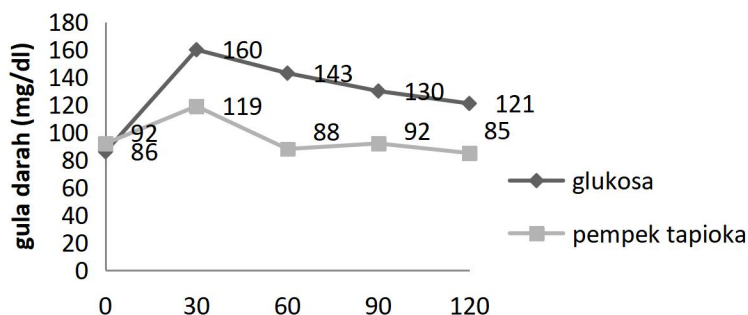
Tabel 11. Respon kadar gula darah panelis (mg/dl) setelah mengkonsumsi pangan standar dan sampel^a

Makanan	GDP	30 SM ^b	60 SM ^b	90 SM ^b	120 SM ^b
Glukosa	94	180	168	94	86
Pempek tapioka	92	119	88	92	85
Glukosa	86	160	143	130	121
Pempek RS3 tapioka	88	100	98	90	84

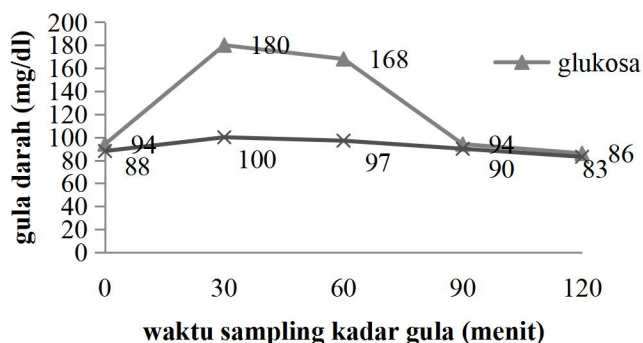
Keterangan: ^a Hasil rata-rata dari 10 panelis

^b SM = setelah makan, angka di depan SM menunjukkan waktu (menit)

GDP = Gula Darah Puasa



Gambar 1. Kurva perbandingan kadar gula darah setelah mengkonsumsi glukosa dan pempek yang dibuat dengan tapioka non modifikasi



Gambar 2. Kurva perbandingan kadar gula darah setelah mengkonsumsi glukosa dan pempek yang dibuat dengan RS3 tapioka

Menurut Foster-Powell *et al.* (2002), bahan pangan dapat di klasifikasikan berdasarkan IG nya sebagai berikut: bahan pangan dengan IG rendah (<55), bahan pangan dengan IG sedang (55-69) dan bahan pangan dengan IG tinggi (>70) dengan standard glukosa. IG pempek yang dibuat dengan tapioka non modifikasi sebesar 72,83, sedangkan IG pempek yang dibuat dengan RS3 tapioka sebesar 68,9 [35]. Hal ini menunjukkan bahwa pempek yang dibuat dengan RS3 tapioka memiliki IG sedang. Menurut Ragnhild *et al.* (2004), bahan pangan yang memiliki nilai IG rendah atau sedang akan menghasilkan kenaikan dan penurunan kadar gula darah yang tidak terlalu curam sesaat setelah makanan tersebut dicerna dan dimetabolisme oleh tubuh. Konsumsi pangan yang mengandung IG rendah juga dapat meningkatkan sensitivitas produksi insulin dalam pankreas sehingga dapat menjadi alternatif diet bagi penderita diabetes [36].

Faktor-faktor yang mempengaruhi IG suatu bahan pangan adalah daya cerna pati, interaksi antara pati dengan protein, jumlah dan jenis asam lemak, kadar serat pangan, dan bentuk fisik dari bahan pangan [36]. Selain itu, cara pengolahan, perbandingan amilosa dengan amilopektin, kadar gula, tingkat keasaman dan daya osmotik, dan anti-gizi pangan juga mempengaruhi IG [37].

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan uraian pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Karakteristik kimia RS3 tapioka adalah kadar air (9,45%), kadar abu (0,28%), protein (0,09%), lemak (0,05%) dan kadar pati resisten (9,80%).
2. Karakteristik fisik dan kimia pempek dengan bahan tapioka non modifikasi berbeda nyata dengan pempek yang dibuat dengan RS3 tapioka.
3. Pempek dengan perlakuan A₂B₁ (perbandingan ikan dan RS3 tapioka 1:0,5) menjadi pempek dengan karakteristik sensoris terbaik dan tidak memiliki perbedaan dalam rasa, aroma dan warna dengan pempek kontrol A₁B₁ (perbandingan ikan dan tapioka non modifikasi 1:0,5).
4. Indeks glikemik pempek dengan bahan RS3 tapioka lebih rendah (68,9) daripada pempek dengan bahan tapioka non modifikasi (72,83). Nilai IG pempek dengan bahan RS3 tapioka termasuk kategori IG sedang (55-69).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap civitas akademika Universitas Tamansiswa Palembang serta Laboratorium Kimia Hasil Pertanian Universitas Sriwijaya atas bantuan fasilitas yang seluas-luasnya pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Kesehatan RI. 2013. Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar 2013. Balai Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
2. Bjorck, I., Granfeldt, Y., Liljeberg, H., Drews, A., Newman, R. 1994. Glucose and insulin responses to barley products: influence of food structure and amylase-amylopectin ratio. *Am S Cin Nutr*, 1994; 54:1975-82.
3. Jenkins, D.J., Kendal, C.W., Augustin, L.S., Franceschi, S., Hamidi, M., Marchie, A., Jenkins, A.L., Axelsen, M. 2002. Glycemic index: Overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr* 2002, Jul;76(1):266S-73S.
4. Radulian, G., Emilia, R., Andrea, D., Poesa, M. 2009. Metabolic effect of low glycaemic index diets. *J. Nutr*, 8:5.
5. Lutfika, E. 2006. Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glikemik Produk Olahan Panggang Berbahan Dasar Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) Klon Unggul BB00105.10. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
6. Anggi, C.L. 2011. Pengembangan Produk Bubur Instan Berbasis Pati Modifikasi Singkong (*Manihot esculenta* crantz). Skripsi. Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, IPB, Bogor.
7. Aparicio, S., Flores, E.H, Tovar, J., García-Suárez, F., Gutiérrez-Meraz, F., Bello-Pérez, L.A. 2006. Resistant starch-rich powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch: partial characterization. *Starch/ Starke*, 57: 405-412.
8. Komariah, S. 1995. Telaah Teknologi Proses dan Pemasaran pada Industri Kecil Empek-empek dan Kerupuk Kemplang Palembang. Laporan Praktek Lapang. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
9. Dewan Standardisasi Nasional. 1994. Tepung Tapioka (SNI 01-3451-1994). Dewan Standardisasi Nasional, Jakarta.
10. Waspadji S, Suyono S, Suakrdji K, Moenarko R. 2003. Indeks Glikemik Berbagai Makanan Indonesia. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
11. Karimah, I. 2011. Nilai indeks glikemik bubur instan pati singkong dan bubur instan pati resisten singkong. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor.
12. Amalia, S.N., Rimbawan., Dewi, M. 2011. Nilai indeks glikemik beberapa jenis pengolahan jagung manis. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 6(1): 34-41.
13. Beulens, J.W.J., Bruijine, L.M., Stolk, R.P., Peeters, P.H.M., Bots, M.L., Grobbee, D.E., Schouw, Y.T. 2007. High dietary glycemic load and glycemic index increase risk of cardiovascular disease among middle-aged woman. *J. Am Coll Cardiol*, 50(1): 14-21.
14. Alsaffar, A.A. 2011. Review: Effect of food processing on the resistant starch content of cereals and cereal products. *International J of Food Sci Tech*, 46: 455-462.
15. Bird, A.R., Brown, I.L., Topping, D.L. 2000. Starches, resistant starches, the gut microflora and human health. *Current Issues Intest. Microbial*, 1(1): 25-37.
16. Leszcynski, W. 2004. Resistant starch, classification, structure, production. *Pol. J. Food Nutr. Sci* 2004, Vol 13/54, SII, pp.37-50.
17. Sajilata, M.G., Singhai, R.S., Kulkarni, P.R. 2005. Resistant starch-a review. *Journal Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
18. Zaragoza, E.F., Navarrete, M.J.R., Zapata, ES., Alvarez, J.A.P. 2010. Review: Resistant starch as functional ingredient. *J. Food Res Int*, 43: 931-942.
19. Liljeberg, H.G.M., Akerberg, A.K.E., Bjorck, I.M.E. 1999. Effect of the glycemic index and content of digestible carbohydrates of cereal-based breakfast meals on glucose tolerance at lunch in healthy subjects. *Am J Clin Nutr*, 1999 (69): 647-655.
20. Lehmann, U., Rossler, C., Schmiedl, D., Jacobash, G. 2003. Production and physicochemical characterization of resistant starch type 3 derived from pea starch. *Food/Nahrung*, 47(1): 60-63.
21. Rosdiana, 2002. Pengaruh Penyimpanan dan Pemasakan terhadap Mutu Gizi dan Organoleptik Empek-empek. [Thesis]. Program studi Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga. Institut Pertanian Bogor.

22. AOAC [Association of Official Analytical Chemistry] 2006. Official Methods of Analysis of AOAC. Washington D.C.
23. Pratama, F. 2012. Evaluasi Sensoris. Unsri Press.
24. Power, G and Truswell, A.S. 1992. Glycemix index of food. European Journal of Clinical Nutrition, 46(2), 91-10.
25. Gomez, A dan Gomez, K. 1995. Prosedur Statistik untuk Penelitian. Edisi Kedua. UI Press. Jakarta.
26. Shin, S., Byun, J., Park, K.W., Moon, T.W. 2004. Effect of partial acid and heat moisture treatment of formation of resistant tuber starch. Journal of Cereal Chemistry, 81(2): 194-198.
27. Liu, Q dan Thompson, D.B. 2005. Effects of moisture content with different initial heating temperature on retrogradation from different maize starches. Carbohydrate Research, 314: 221-235.
28. Saguilan, A., Flores, E.H, Tovar, J., García-Suárez, F., Gutiérrez-Meraz, F., Bello-Pérez, L.A. 2006. Resistant starch-rich powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch: partial characterization. Starch/ Starke, 57: 405-412.
29. Zabar S, Shimoni E, Peled HB. 2008. Development of nanostructure in resistant starch type III during thermal treatments and cycling. Journal of Macromolecule Bioscience, 8: 163-170.
30. Srichuwong, S., Sunarti, T.C., Mishima, T., Isono, N., Hisamatsu, M. 2006. Starches from different botanical sources II: contribution of starch structure to swelling and pasting properties. Carbohydrate Polymers, 61(1): 25-34.
31. Foster-Powell, K., Holt, S.H.A., Brand, J.C dan Miller. 2002. International table of glycemic index and glycemic load values. Am. J. Clin. Nutr, 76: 5-56
32. Ragnhild, A.L., Asp, N.L., Axelsen, M and Rben, A. 2004. Glycemix index: Relevance for health, dietary recommendations and nutritional labelling. Scandinavian Journal of Nutrition, 482: 84-94.
33. Rimbawan dan Siagian. 2004. Indeks Glikemik Pangan, Cara Mudah Memilih Pangan yang Menyelamatkan. Penebar Swadaya, Jakarta.