

**PROFIL GELATINISASI FORMULA PEMPEK “LENJER”***THE GELATINIZATION PROFILES OF THE FORMULA OF PEMPEK “LENJER”***Railia Karneta, Amin Rejo, Gatot Priyanto dan Rindit Pambayun**Program Doktor Bidang Kajian Utama Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya

e-mail: railiakarneta@yahoo.com

Diterima: 13 Mei 2013; Direvisi: 27 Mei 2013 – 14 November 2013; Disetujui: 28 November 2013

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil gelatinisasi adonan pempek lenjer dari beberapa formula, dengan perlakuan perbandingan ikan dengan tepung tapioka. Selama pemanasan terjadi peningkatan viskositas yang disebabkan oleh pembengkakan granula pati yang *irreversible* dalam air, karena energi kinetik molekul air lebih kuat dari daya tarik molekul pati sehingga air dapat masuk ke dalam granula pati. Hasil profil gelatinisasi menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan tepung tapioka pada adonan pempek maka suhu awal gelatinisasi semakin rendah (63°C), viskositas maksimum semakin rendah (100 BU) gel lebih kompak, stabilitas pasta relatif rendah (41 BU) dan viskositas balik semakin tinggi (31 BU) pengembangan granula lebih besar, tetapi kemungkinan retrogradasi semakin besar.

**Kata kunci:** adonan, formula, gelatinisasi, sifat amilografi, pempek

**Abstract**

*This research aims to determine the gelatinization profiles of pempek lenjer dough from several formulas, with comparing fish with tapioca flour treatment. During the heating occurred an increase in viscosity caused by the swelling of the irreversible starch granules in the water caused by the kinetic energy of water molecules which is stronger than the attraction of starch molecules so that the water could get into the starch granules. Gelatinization profile result showed that the higher the addition of tapioca flour on the pempek dough the lower the initial gelatinization temperature (63°C), the lower the maximum viscosity (100 BU) is more compact the gel, paste stability was relatively low (41 BU) and the higher the reverse viscosity (31 BU), the development of the granules became larger, but the greater the the possibility of retrogradation.*

**Keywords:** dough, formulation, gelatinization, amilography properties, pempek

**PENDAHULUAN**

Pempek merupakan makanan tradisional khas Sumatera Selatan, yang berpotensi dikembangkan ke skala industri yang lebih besar, karena selain rasanya yang khas dan disukai masyarakat, juga memiliki nilai ekonomis dan gizi yang cukup tinggi. Pempek dibuat dari daging ikan giling, tepung tapioka atau tepung sagu, air, garam, dan bumbu-bumbu sebagai penambah cita rasa. Tahapan pengolahan pempek terdiri dari penggilingan daging ikan, pencampuran bahan, pembentukan pempek dan pemasakan. Pada tahap pemasakan (perebusan) merupakan

salah satu tahap penting pada pembuatan pempek, karena pada tahap ini molekul pati mengalami gelatinisasi dan protein terdenaturasi (Chen *et al.*, 1999). Lama dan suhu pemasakan pempek secara optimal belum dilakukan oleh produsen pempek, sehingga penurunan mutu dan kerusakan-kerusakan akibat proses pengolahan dengan pemberian panas yang berlebihan belum diperhitungkan, yg berdampak terhadap masa simpan pempek yang relatif singkat.

Industri pempek harus mengetahui secara kuantitatif data sifat amilografi dari adonan pempek, agar energi yang diberikan sesuai dengan kebutuhan

pemasakan pempek dan tingkat suhu yang dihasilkan tidak menurunkan massa, warna dan kualitas pempek. Data amilografi adonan pempek sangat diperlukan oleh industri pempek terutama untuk mengidentifikasi perubahan respon, akibat perubahan formulasi adonan, dapat menduga suhu yang dibutuhkan selama pengolahan, dan dapat mengidentifikasi data awal untuk keperluan rancang bangun serta operasi proses panas pengolahan pempek, dan akhirnya dapat pula di susun standarisasi pempek untuk tujuan perdagangan, baik untuk keperluan domestik maupun internasional.

Profil gelatinisasi adonan pempek (sifat amilografi) berdasarkan peningkatan viskositas mensimulasikan proses pemasakan. Selama pemasakan (perebusan) akan mempengaruhi granula pati dan protein ikan. Pada granula pati terjadi pembengkakan yang irreversible dalam air, karena energi kinetik molekul air lebih kuat dari pada daya tarik molekul pati sehingga air dapat masuk ke dalam granula pati. Proses kenaikan suhu bahan yang direbus dipengaruhi oleh kecepatan transfer panas dari air perebusan ke bahan yang terjadi secara konveksi, dan transfer panas dalam bahan terjadi secara konduksi (Huang and Liu, 2009). Menurut Alam *et al.*, 2007, semakin lama pemanasan semakin banyak granula pati yang mengalami pengembangan dan tidak dapat kembali pada kondisi semula (tergelatinisasi), sehingga jumlah granula pati dan senyawa lainnya yang larut dalam air seperti protein, vitamin dan mineral akan berkurang, sebaliknya waktu pemasakan yang lebih singkat memungkinkan granula pati tidak tergelatinisasi secara sempurna. Pemasakan pati yang berlebihan mengakibatkan lebih banyak amilosa yang terdifusi dalam suspensi pati sehingga viskositasnya menurun dan penyusutan bahan meningkat, karena sebagian besar penyusun bahan terutama amilosa telah lepas keluar, dan molekul amilosa yang berantai lurus dapat mengelompok melalui ikatan hidrogen intermolekuler yang

menyebabkan warna gel menjadi buram (Haryadi, 1995).

Masalah utama pengembangan industri pempek di Sumatera Selatan adalah mutu yang tidak konsisten dan daya tahan simpan yang rendah, karena industri pempek skala kecil sering mengubah formula dan cara pengolahan terutama lama dan suhu pemasakan yang tidak terkontrol, sehingga konsistensi mutu pempek sulit dipertahankan. Industri pempek sulit dikembangkan ke skala industri yang lebih besar tanpa konsistensi mutu yang baik (Karneta, 2010). Negara negara yang sukses dalam perdagangan luar negeri, pada umumnya ditunjang oleh system jaminan mutu yang baik dan bersifat proaktif terhadap persyaratan mutu yang diminta, dengan melaksanakan pemasyarakatan mutu (quality promotion) yang terprogram dengan baik (Kadarisman, 2000). Industri pempek Sumatera Selatan diharapkan dapat menyongsong era perdagangan bebas, dengan produk yang bermutu, sanitasi, hygiene dan keamanan pangan.

Masalah mutu pempek dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Apakah suhu dan waktu awal gelatinisasi dapat diketahui secara kuantitatif untuk setiap formula pempek
2. Apakah suhu dan waktu saat granula pecah berpengaruh terhadap viskositas maksimum
3. Apakah formula pempek berpengaruh terhadap viskositas pendinginan
4. Apakah formula pempek berpengaruh terhadap viskositas balik
5. Apakah formula pempek berpengaruh terhadap stabilitas pempek

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil gelatinisasi adonan pempek lenjer dari beberapa formula. yang meliputi suhu awal gelatinisasi, waktu awal gelatinisasi, suhu gelatinisasi (saat granula pecah), waktu gelatinisasi (granula pecah), viskositas maksimum,

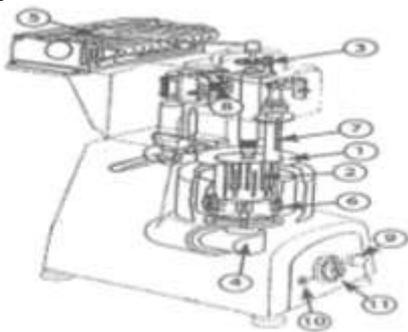
viskositas dingin, viskositas balik dan stabilitas pempek.

## BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung tapioka cap tani, garam dapur, ikan gabus (*Ophicephallus striatus* Blkr) dan air es. Tepung tapioka dan ikan gabus diperoleh di Pasar Cinde Palembang.

Alat yang digunakan adalah alat pengolahan yaitu ekstruder, pisau, baskom, timbangan, labu takar dan alat analisis produk yang digunakan adalah *Brabender Micro Visco amylograph version 2.4.9 type 80.3203* (Gambar 1). Bagian-bagian penting dari alat adalah sebagai berikut: wadah mangkuk (1) dan pengaduk berputar (2) yang terbuat dari baja tahan karat. Pengaduk ini dihubungkan dengan pegas pengukur (3) yang sangat sensitif. Setelah diisi suspensi adonan pempek, mangkuk diputar pada kecepatan yang tetap (4). Perputaran pengaduk tergantung pada viskositas bahan yang diukur. Tahanan yang dihasilkan dialirkan melalui sistem pegas dan secara kontinyu dicatat pada alat pencatat (5). Alat pencatat dilengkapi dengan kertas dan pensil pencatat, dimana setiap garis pada sumbu x (horizontal) menunjukkan 1 menit, sedangkan garis melengkung ke arah vertikal menunjukkan nilai viskositas yang dinyatakan dalam satuan brabender unit (BU). Mangkuk dipanaskan oleh sumber radiasi (7) yang terus dihubungkan ke bahan yang sedang dianalisis.



Gambar 1. Instrumen Brabender Micro Visco Amylograph

### B. Metode Penelitian

Penelitian ini berupa perlakuan tunggal yaitu formulasi pempek dengan perbandingan daging ikan gabus dan tepung tapioka sebagai berikut :

Formula 1 = 2 : 1

Formula 2 = 2 : 2

Formula 3 = 2 : 3

Formula 4 = 2 : 4

### Pelaksanaan Penelitian

Membuat adonan pempek sesuai dengan formulasinya, dengan menambahkan air dan 2,5% garam dapur. Penambahan air mengikuti rumus : 75% berat adonan – (kadar air ikan x berat ikan) – (kadar air tepung x berat tepung).

Pengamatan utama pada penelitian ini adalah profil gelatinisasi, yang meliputi suhu gelatinisasi, viskositas puncak (V max), ketidak stabilan pasta (KP), viskositas balik (VB) dan viskositas setelah didinginkan selama 20 menit pada suhu 50°C (VR). Profil gelatinisasi dievaluasi dengan menggunakan *brabender micro visco amylograf*.

Sampel adonan pempek ditimbang sebanyak 10 gram yang sudah diketahui kadar airnya kedalam measuring bowl kemudian ditambahkan 105 ml aquades. Suspensi dihomogenkan dengan spatula dan measuring bowl ditempatkan kedalam instrument brabender micro visco amylograph, kemudian diputar dengan 250 putaran permenit sambil dinaikkan suhunya dari 30°C sampai 95°C dengan laju kenaikan suhu 1,5°C per menit. Amylografi hasil pengamatan adonan pempek disajikan pada Gambar 2, 3, 4 dan 5.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

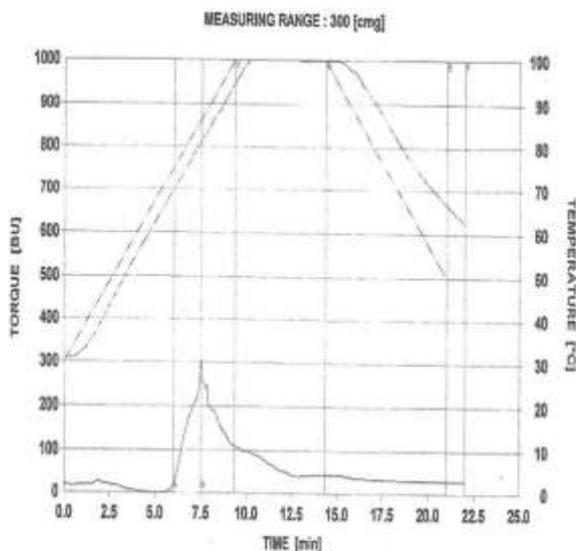
### A. Suhu Awal Gelatinisasi

Hasil analisis profil gelatinisasi adonan pempek disajikan pada Tabel 1, 2, 3 dan 4 dan amilografi adonan pempek pada Gambar 2, 3, 4, dan 5. Suhu awal gelatinisasi adalah suhu pada saat pertama kali viskositas mulai naik, saat ikatan mulai melemah dan terjadinya pembengkakan granula pati. Suhu gelatinisasi merupakan fenomena sifat fisik pati yang kompleks yang

dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran molekul amilosa, amilopektin dan keadaan media pemanasan.

Tabel 1. Profil Gelatinisasi Pempek Formula 1

Point	Nama	Waktu (menit)	Viskositas (BU)	Temp (°C)
A	Awal proses gelatinisasi	6:00	19	69,9
B	Viskositas maksimum	7:30	304	89,6
C	Viskositas pada suhu 95°C (holding period)	9:20	112	98,6
D	Viskositas setelah pendinginan	14:20	44	100
E	Viskositas pada suhu 50°C	21:00	30	66,7
F	Viskositas akhir pendinginan	22:00	31	62,6
B-D	Stabilitas pasta		260	
E-D	Viskositas balik		-14	



Gambar 2. Amilografi Adonan Pempek Formula 1

Gelatinisasi merupakan proses pengembangan granula diikuti berubahnya struktur granula dan hilangnya sifat kristalin. Sebelum granula berubah, beberapa bahan terutama amilosa mulai terpisah dari granula, tetapi tidak semua amilosa terpisah selama gelatinisasi. Perubahan morfologis granula pati selama pengembangan tergantung pada sifat alami pati. Mekanisme gelatinisasi pada dasarnya terjadi dalam tiga tahap yaitu : (a) penyerapan air oleh granula pati

sampai batas yang akan mengembang secara lambat, dimana air secara perlahan-lahan dan bolak-balik berimbibisi ke dalam granula sehingga terjadi pemutusan ikatan hydrogen antara molekul-molekul granula, (b) pengembangan granula secara cepat yang dikarenakan menyerap air secara cepat sampai kehilangan sifat birefringence (sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi), (c) granula pecah jika cukup air dan suhu terus naik sehingga molekul amilosa keluar dari granula (Kusnandar, 2010).

Formula 1 mempunyai suhu dan waktu awal gelatinisasi yang tinggi yaitu 69,9°C pada waktu menit ke 6 pemanasan. Pada suhu dibawah 69,9°C tidak menyebabkan perubahan viskositas pada formula 1, tetapi pada suhu 69,9°C mulai terjadi peningkatan viskositas. Pemanasan lebih lanjut menyebabkan terjadinya viskositas puncak (maksimum) pada suhu 89,6°C sebesar 304 BU.

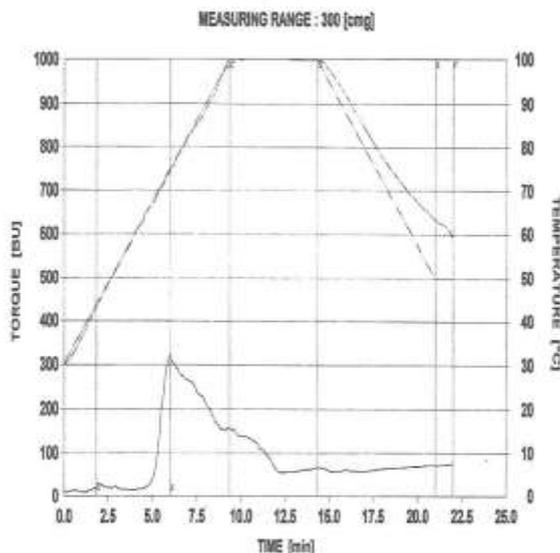
Formula 1 lebih banyak mengandung ikan dibandingkan formula yang lain, sehingga pada waktu pemanasan menyebabkan terjadinya hidrolisis molekul amilosa atau amilopektin menjadi rantai yang lebih pendek, misalnya dekstrin (Lidiasari et al., 2006). Hal ini dapat menyebabkan pati menurun kemampuan gelatinisasi secara keseluruhan sehingga waktu awal gelatinisasi menjadi lama. Pada formula 1, mengandung kadar lemak dan protein yang tinggi yang mampu membentuk kompleks dengan amilosa, sehingga membentuk endapan yang tidak larut dan menghambat pengeluaran amilosa dari granula. Dengan demikian, diperlukan energi yang lebih besar untuk melepas amilosa sehingga suhu awal gelatinisasi yang dicapai akan lebih tinggi (Richana dan Titi, 2004).

Keberadaan lemak dan protein dapat membentuk lapisan pada permukaan granula pati (Awuah et al., 2007). Hal ini dapat menyebabkan penundaan proses gelatinisasi, karena menghambat adsorpsi air oleh granula pati. Proses penundaan gelatinisasi dapat diamati dari peningkatan suhu

gelatinisasi dan profil gelatinisasi pati yang lebih landai (Kusnandar, 2010). Formula 2 mempunyai suhu dan waktu awal gelatinisasi yaitu 65,9°C pada waktu menit ke 5,50 pemanasan. Pada suhu dibawah 65,9°C tidak menyebabkan perubahan viskositas pada formula 2, tetapi pada suhu 65,9°C mulai terjadi peningkatan viskositas. Pemanasan lebih lanjut menyebabkan terjadinya viskositas puncak (maksimum) pada suhu 89,1°C sebesar 302 BU.

Tabel 2. Profil Gelatinisasi Pempek Formula 2

Point	Nama	Waktu (menit)	Viskositas (BU)	Temp (°C)
A	Awal proses gelatinisasi	5:50	19	65,9
B	Viskositas maksimum	6:10	302	89,1
C	Viskositas pada suhu 95°C (holding period)	9:20	157	94,8
D	Viskositas setelah pendinginan	14:20	50	100
E	Viskositas pada suhu 50°C	21:00	72	63,4
F	Viskositas akhir pendinginan	22:00	75	59,4
B-D	Stabilitas pasta		252	
E-D	Viskositas balik		22	



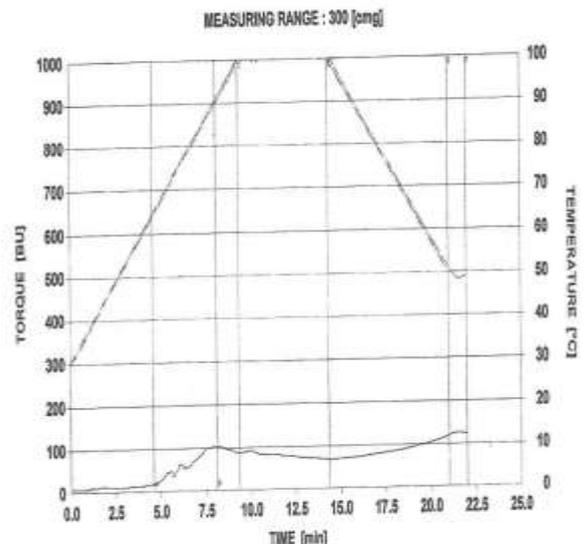
Gambar 3. Amilografi Adonan Pempek Formula 2

Formula 3 mempunyai suhu dan waktu awal gelatinisasi 63,7°C pada waktu menit ke 4,35 pemanasan. Pada suhu dibawah 63,7°C tidak menyebabkan perubahan viskositas

pada formula 3, tetapi pada suhu 63,7°C mulai terjadi peningkatan viskositas. Pemanasan lebih lanjut menyebabkan terjadinya viskositas puncak (maksimum) pada suhu 84,5°C sebesar 114 BU.

Tabel 3. Profil Gelatinisasi Pempek Formula 3

Point	Nama	Waktu (menit)	Viskositas (BU)	Temp (°C)
A	Awal proses gelatinisasi	4:35	18	63,7
B	Viskositas maksimum	6:05	114	84,5
C	Viskositas pada suhu 95°C (holding period)	9:20	89	94,7
D	Viskositas setelah pendinginan	14:20	87	99,8
E	Viskositas pada suhu 50°C	21:00	110	54,9
F	Viskositas akhir pendinginan	22:00	113	49,2
B-D	Stabilitas pasta		27	
E-D	Viskositas balik		23	



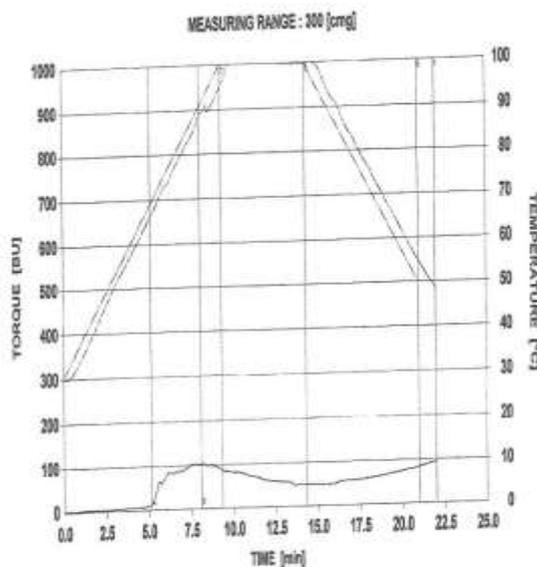
Gambar 4. Amilografi Adonan Pempek Formula 3

Formula 4 mempunyai suhu dan waktu awal gelatinisasi yang rendah yaitu 63,0°C pada waktu menit ke 4,10 pemanasan. Pada suhu dibawah 63,0°C tidak menyebabkan perubahan viskositas pada formula 4, tetapi pada suhu 63,0°C mulai terjadi peningkatan viskositas. Pemanasan lebih lanjut menyebabkan terjadinya viskositas

puncak (maksimum) pada suhu 81,2°C sebesar 100 BU.

Tabel 4. Profil Gelatinisasi Pempek Formula 4

Point	Nama	Waktu (menit)	Viskositas (BU)	Temp (°C)
A	Awal proses gelatinisasi	4:10	15	63
B	Viskositas maksimum	6:00	100	81,2
C	Viskositas pada suhu 95°C (holding period)	9:20	89	93,8
D	Viskositas setelah pendinginan	14:20	59	99,8
E	Viskositas pada suhu 50°C	21:00	90	51,4
F	Viskositas akhir pendinginan	22:00	95	48,6
B-D	Stabilitas pasta		41	
E-D	Viskositas balik		31	



Gambar 5. Amilografi Adonan Pempek Formula 4 (1 bagian ikan: 2 bagian tepung)

Semakin rendah suhu gelatinisasi semakin singkat waktu gelatinisasi. Sifat ini berkaitan dengan energi dan biaya yang dibutuhkan dalam proses produksi, karena pati akan terhidrolisa bila telah melewati suhu gelatinisasi. Kondisi ini menunjukkan pada suhu tersebut adonan pempek mulai menyerap air dan semakin banyak tepung tapioka pada adonan pempek, maka memiliki kemampuan menyerap air lebih banyak

karena banyaknya gugus hidroksil bebas pada suhu yang lebih rendah (Winarno, 1997), dan ketika terjadi peningkatan suhu maka proses pembengkakan dan pecahnya granula lebih cepat terjadi. Hal ini diduga karena granula pati pada perlakuan ini masih banyak mengandung proporsi yang berbentuk amorf sehingga mudah mengalami pengembangan, dan mempercepat terjadinya proses gelatinisasi. Pada formula 1 lebih sedikit mengandung tepung tapioka, sehingga proporsi amorf pada granula pati juga sedikit, dan lebih banyak proporsi ikan, yang mudah mengalami penurunan mutu akibat aktivitas bakteri sehingga dapat menurunkan pH adonan (Kang *et al*, 2007). Kondisi asam dapat menghidrolisa bagian amorf granula pati, sehingga meningkatkan proporsi bagian kristalin yang kompak. Daerah kristalin pada granula pati yang bangunannya sukar ditembus oleh pengaruh dari luar, misalnya air, enzim dan bahan kimia. Hal ini dapat mengakibatkan kenaikan suhu gelatinisasi. Menurut Opaku *et al*, (2006), suhu awal gelatinisasi meningkat pada pati yang mempunyai ukuran granula yang lebih kecil, karena sulit dimasuki air, sehingga lebih sulit mengalami proses gelatinisasi. Suhu gelatinisasi adalah suhu pecahnya granula pati karena pembengkakan granula setelah melewati titik maksimum. Semakin rendah suhu gelatinisasi semakin singkat waktu gelatinisasi. Secara umum semakin banyak tepung tapioka pada adonan pempek maka akan menurunkan suhu dan waktu gelatinisasi. Formula 1 mempunyai suhu dan waktu gelatinisasi tertinggi yaitu 69,9°C dan waktu 6 menit dan formula 4 mempunyai suhu dan waktu gelatinisasi terendah yaitu 63,0°C dan waktu 4,10 menit.

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 *et al* (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 hidrogen intermolekuler pada bagian amorfus menyebabkan granula mengembang, tetapi belum sampai merusak susunan kristal pada bagian lain dari granula. Selanjutnya pemanasan akan lebih merenggangkan misela, sehingga air akan lebih banyak terperangkap dalam granula, sehingga granula semakin membesar sampai pada suatu keadaan dimana pati kehilangan struktur kristalnya sama sekali. Kusnandar (2010) menyatakan pula bahwa, mekanisme pengembangan granula pati disebabkan molekul-molekul amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dipertahankan oleh ikatan-ikatan hidrogen lemah. Atom hidrogen dari gugus hidroksil akan tertarik pada muatan negatif atom oksigen dari gugus hidroksil yang lain. Sehingga saat naiknya suhu suspensi, maka ikatan hidrogen makin lemah. Di lain pihak molekul-molekul air mempunyai energi kinetik yang lebih tinggi, sehingga lebih mudah berpenetrasi ke dalam granula, tetapi ikatan hidrogen 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 *et al.*, 2007). Formula pempek dominan tepung tapioka, memiliki waktu awal gelatinisasi lebih rendah dari formula pempek dominan ikan gabus, sehingga industri pempek dapat mempersingkat waktu pemasakan pempek dominan tepung tapioka dibandingkan pemasakan pempek dominan ikan gabus.

## B. Viskositas Maksimum

Viskositas maksimum merupakan titik maksimum viskositas pasta yang dihasilkan selama proses pemanasan.

Selama pemanasan terjadi peningkatan viskositas yang disebabkan oleh pembengkakan granula pati yang *irreversible* dalam air. Energi kinetik molekul air lebih kuat dari pada daya tarik molekul pati sehingga air dapat masuk ke dalam granula pati. Suhu viskositas maksimum disebut suhu akhir gelatinisasi, pada suhu ini granula pati telah kehilangan sifat *birefringency*nya dan granula sudah tidak mempunyai kristal lagi. Komponen yang menyebabkan sifat kristal dan *birefringence* adalah amilopektin. Dengan demikian amilopektin sangat berpengaruh terhadap viskositas.

Viskositas maksimum adalah titik maksimum viskositas adonan pempek selama proses pemanasan. Koefisien viskositas maksimum adonan pempek formula 1 yaitu 304 BU, pada suhu 89,6°C, dengan lama pemanasan 7,30 menit. Pada formula 2 koefisien viskositas maksimum 302 BU, pada suhu 89,1°C dengan lama pemanasan 6,10 menit. Pada formula 3 koefisien viskositas maksimum 114 BU, pada suhu 84,5°C dengan lama pemanasan 6,05 menit. Pada formula 4 koefisien viskositas maksimum 100 BU, pada suhu 81,2°C dengan lama pemanasan 6 menit.

Pada suhu lebih tinggi dari 89,6°C pada formula 1, suhu lebih tinggi dari 89,1°C pada formula 2, suhu lebih tinggi dari 84,5°C pada formula 3, dan suhu lebih tinggi dari 81,2°C pada formula 4, menyebabkan amilosa akan terdifusi keluar, sehingga volume pempek semakin kecil (susut). Volume produk olahan berkorelasi negatif terhadap viskositas maksimum. Semakin tinggi koefisien 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 *et al.*, 2010), sehingga volume bahan semakin kecil. Viskositas maksimum menggambarkan kerapuhan dari granula pati yang mengembang, yaitu mulai saat pertama kali mengembang sampai granula tersebut pecah. Viskositas tinggi

menunjukkan bahwa adonan memiliki pengikatan air (*water binding*) yang sangat tinggi (Kubota *et al.*, 2003). Semakin tinggi tepung tapioka pada adonan maka viskositas maksimum semakin rendah, sehingga pempek semakin kompak. Industri pempek dapat menentukan suhu viskositas maksimum tiap adonan yang di produksi, agar terhindar dari susut masak, sehingga volume pempek dapat maksimal.

### C. Viskositas fase pendinginan

Koefisien viskositas fase pendinginan yang rendah menunjukkan bahan memiliki kemampuan membentuk gel yang kurang kuat (Alam *et al.*, 2007). Viskositas fase pendinginan formula 1 paling rendah dari formula yang lain yaitu 31 BU. Hal ini disebabkan formula 1 mengandung pati terutama amilosa relatif rendah sehingga memiliki kemampuan membentuk gel yang kurang kuat dibandingkan formula yang lain. Sebaliknya koefisien viskositas fase pendinginan formula 3 paling tinggi yaitu 113 BU, sehingga mampu membentuk gel yang lebih kompak karena adanya ikatan hidrogen dari molekul pati juga ikatan ionik dan disulfida dari protein ikan. Koefisien viskositas fase pendinginan formula 4 yaitu 95 BU lebih rendah dari formula 3, karena pada formula 4 lebih dominan tepung (pati) sehingga hanya dominan ikatan hidrogen pada bahan. Ikatan hidrogen pada pati menyebabkan molekul-molekul amilosa dan amilopektin cenderung membentuk ikatan hidrogen sesama sendiri sehingga terjadi retrogradasi.

### D. Stabilitas Pasta

Stabilitas pasta dihitung dari selisih viskositas pasta pada awal pendinginan dengan viskositas maksimum. Stabilitas pasta adonan pempek berkisar antara 27-260. Semakin tinggi tingkat selisih viskositas pasta selama proses tersebut menunjukkan bahwa adonan tersebut semakin tidak stabil. Pada formula 1 angka stabilitas pastinya adalah 260 BU, dan formula 2 angka stabilitas pastinya 252, sedangkan formula 3 dan 4, angka stabilitas pastinya 27 BU

dan 41 BU. Hal ini menunjukkan bahwa semakin sedikit jumlah tepung tapioka pada adonan pempek maka, semakin tidak stabil. Tingkat stabilitas pasta ini dipengaruhi oleh ikatan silang yang dapat memperkuat struktur granula, sehingga granula menjadi kompak. Dengan demikian granula akan lebih stabil selama proses pemanasan (Nurdjanah, 2009).

Penurunan viskositas pada saat holding (suhu 95°C) menunjukkan pasta tidak stabil pada suhu tinggi. Pada formula 1 dan formula 2, viskositas pada saat holding menurun secara drastis, sedangkan pada formula 3 dan formula 4 penurunan viskositas yang rendah, sehingga relatif lebih stabil.

### E. Viskositas Balik

Viskositas balik adonan pempek berkisar antara -14 sampai 31 BU. Viskositas balik tertinggi terdapat pada adonan formula 4 dan yang terendah pada adonan formula 1. Semakin sedikit jumlah tepung tapioka pada adonan maka viskositas balik semakin kecil. Viskositas balik mencerminkan kemampuan asosiasi atau retrogradasi molekul pati pada proses pendinginan (Richana dan Titi, 2004). Semakin rendah nilai viskositas balik, kecenderungan beretrogradasi semakin rendah demikian sebaliknya. Selama pemanasan terjadi pemecahan granula, maka jumlah amilosa yang keluar dari granula semakin banyak, sehingga kecenderungan untuk terjadi retrogradasi meningkat. Retrogradasi adalah proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi.

Pempek dominan tepung tapioka, mempunyai kecenderungan terjadinya retrogradasi, sehingga selama penyimpanan pempek menjadi lebih keruh dan terbentuk endapan yang tidak larut. Hal ini disebabkan oleh rekristalisasi molekul pati. Pada awalnya amilosa membentuk rantai *double helix* yang diikuti pengumpulan helix-helix. 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 hidrogen.

Viskositas balik formula 4 lebih tinggi dari formula yang lain, hal ini berarti pengembangan granulanya lebih besar. Granula yang semakin mengembang menyebabkan semakin banyaknya molekul linier yang berdifusi keluar granula sehingga kemungkinan retrogradasi semakin besar pula (Kusnandar, 2010). Viskositas balik yang tinggi sangat diharapkan pada produk pempek, karena akan menghasilkan produk pempek yang lebih stabil dan tidak keras. Sebaliknya viskositas balik yang rendah sangat baik untuk produk kue dan cake, karena menyebabkan kekerasan sesudah produk dingin.

### KESIMPULAN

Suhu gelatinisasi, waktu awal gelatinisasi dan saat granula pecah pada pempek dominan ikan adalah lebih tinggi dari pempek dominan tapioka. Koefisien viskositas pendinginan pempek dominan ikan adalah lebih rendah dari pempek dominan tapioka. Pempek dominan ikan membentuk gel yang kurang kompak atau kurang kenyal. Koefisien viskositas balik pempek dominan ikan lebih rendah dari pempek dominan tapioka, dan terjadinya retrogradasi pada pempek dominan ikan juga rendah. Pempek dominan ikan mempunyai koefisien stabilitas yang lebih tinggi dari pempek dominan tapioka, dan lebih tidak stabil.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alam, N., Saleh, M.S., Haryadi dan Santoso. (2007). Sifat Fisika Kimia dan Sensoris *Instant Starch Noodle* (ISN) Pati Aren pada Berbagai Cara Pembuatan. *Jur. Agroland*. 14 (40) : 269-274.
- Auwah, G.B., Ramaswamy, H.S., and Economides, A. (2007). Thermal Processing And Quality: Principles and Overview. *J.Chem.Engin and Proc*. 46: 584 – 602.
- Chen, H., Bradley, Marks, and Murphy, Y. (1999). Modeling Coupled Heat and Mass Transfer for Convection Cooking of Chicken Patties. *J.Food Sci*. 42: 139-146.
- 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.
- Haryadi. (1995). *Kimia dan Teknologi Pati*. Yogyakarta: Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada.
- Huang, L. and Liu, L.S. (2009). Simultaneous Determination of Thermal Conductivity and Thermal Diffusivity of Food and Agricultural Materials Using a Transient Plane-Source Method. *J Food Engin*. 95: 179-185.
- Kadarisman, D. (2000). Peningkatan Produk-Produk Pangan Lokal di Indonesia Dalam Pemenuhan Standar Internasional. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*. 11(1): 70-79.
- Kang, G.H., Yang, H.S., Yeon, J. and Moon, S.H. (2007). Gel Color and Texture of Surimi-like Pork from Muscles at Different Rigor States Post-mortem. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 20(7): 1127-1134.
- Karneta, R. (2010). Analisis Kelayakan Ekonomi dan Optimasi Formulasi Pempek Lenjer Skala Industri. *J Pembangunan Manusia*. 4(3): 264-274.
- 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
- Kusnandar, F. (2010). *Kimia Pangan Komponen Makro*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Lidiasari,E., Syafutri,M. dan Syaiful. (2006). Influence of Drying Temperature Difference On Physical and Chemical Qualities of Partially Fermented Cassava Flour. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 8: 141-146.

- Nurdjanah, S. (2009). *Karakteristik Pasta dari Pati Jagung Terfermentasi Secara Spontan*. Bahan Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat. Lampung: Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Opaku, A., Tabil, L.G., Crear, B., and Shaw, M.D. (2006). Thermal Conductivity and Thermal Diffusivity of Timothy Hay. *Can Biosys Engin.* 48 : 31-37
- Richana, N dan Candra, T. (2004). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati Dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubikelapa dan Gembili. *J. Pascapanen.* 1(1) : 29-37.
- Uthumporn, Zaidul, Karim. (2010). Hydrolysis of Granular Starch at sub-gelatinization Temperature Using a Mixture of Amylolytic Enzymes. *Food and Bioproducts Processing.* 88: 47 – 54.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.