



Tiadalah seseorang beriman, kecuali dengan izin Allah.  
Dan Allah akan memberikan siksaan kepada orang-orang  
yang enggan berfikir.

Katakanlah, "Perhatikan segala yang ada di langit dan di bumi.  
Tetapi ketahuilah, semua tanda dan keterangan itu tiada bermanfaat  
bagi orang-orang yang tidak mau beriman".

(Surat Yunus : 100 - 101)

Untuk :

Umi, Bapak, Ela, Handi dan Emi



F/TPG/1992/071

#

**STUDI KARAKTERISTIK  
FISIKO KIMIA DAN FUNGSIONAL  
TEPUNG SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz) DENGAN MODIFIKASI  
PENGUKUSAN, PENYANGRAIAN DAN PENAMBAHAN GMS  
SERTA APLIKASINYA DALAM PEMBUATAN ROTI TAWAR**

Oleh

SOFYAN MUHARAM

F 24. 0527



1 9 9 2

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

B O G O R



Sofyan Muharam. F24.0527. Studi Karakteristik Fisiko Kimia dan Fungsional Tepung Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Dengan Modifikasi Pengukusan, Penyangraian dan Penambahan GMS Serta Aplikasinya Dalam Pembuatan Roti Tawar. Di bawah bimbingan Dr. Ir. R.H.M. Aman Wirakartakusumah, MSc.

**RINGKASAN**

Penelitian ini mengkaji pengaruh modifikasi pengukusan, penyangraian dan penambahan GMS (*Gliseril Monostearat*) terhadap sifat fisiko kimia tepung singkong dengan tujuan untuk meningkatkan penggunaan tepung singkong sebagai campuran tepung terigu.

Penelitian dilakukan dalam empat tahap. Tahap I bertujuan untuk mencari kondisi pengukusan yang tepat agar diperoleh tingkat gelatinisasi parsial yang dikehendaki dan dilanjutkan dengan pembuatan tepung singkong. Pada tahap II dilakukan pengukuran sifat kimia dari tepung singkong yang dihasilkan tahap I. Pengukuran sifat fisik dan fungsional dilakukan pada tahap III. Tahap IV bertujuan untuk meneliti sejauh mana kemungkinan penerapan tepung singkong dalam pembuatan roti tawar. Pada tahap ini dikaji pengaruh penambahan GMS dan gluten terhadap mutu roti, pengaruh metode

pembuatan roti, analisa sifat adonan dari tepung singkong dan sifat organoleptik dari roti tawar yang dihasilkan.

Pada penelitian tahap I ditemukan bahwa semakin lama waktu atau semakin tinggi suhu pengukusan, derajat gelatiniisasi granula pati akan semakin besar. Pengukusan pada suhu 75 °C selama 10 menit (tepung P75) lebih berpengaruh positif dibandingkan pengukusan pada 65 °C selama 35 menit (tepung P65). Tepung P75 memiliki viskositas yang lebih tinggi dan puncak kurvanya lebih tumpul.

Pada tahap II, terlihat bahwa modifikasi yang diberikan berpengaruh terhadap kadar air, kadar lemak, dan kadar maltosa dari tepung singkong. Pengukusan mengakibatkan penurunan kadar air dan peningkatan kadar lemak tetapi tidak berpengaruh nyata pada kadar maltosa. Penyangraian mengakibatkan penurunan kadar air dan kadar maltosa tetapi tidak berpengaruh nyata pada kadar lemak. Penambahan GMS mengakibatkan penurunan kadar air tetapi tidak berpengaruh nyata pada kadar lemak, walau pun kadar lemak tepung dengan penambahan GMS cenderung meningkat. Penambahan GMS merupakan titik kritis dalam pengolahan tepung singkong karena terjadinya fenomena *de-mixing* yaitu ketidakseragaman penyebaran GMS di dalam tepung selama pencampuran.

Berdasarkan penelitian tahap III, terlihat bahwa pengukusan dapat meningkatkan nilai derajat putih tepung singkong. Modifikasi pengukusan atau pun penyangraian saja relatif

tidak berpengaruh terhadap kekuatan gel dari pasta tepung, sebaliknya penambahan GMS dan interaksi antara pengukusan dengan penyangraian mampu meningkatkan kekuatan gel pasta tepung. Kekuatan gel tepung singkong meningkat sesuai dengan meningkatnya konsentrasi pasta.

Derajat pembengkakan granula pati tepung singkong dihambat oleh penambahan GMS, sedangkan perlakuan pengukusan dapat meningkatkan derajat pembengkakan pati tepung singkong. Penyangraian relatif tidak berpengaruh terhadap derajat pembengkakan tepung singkong. Derajat pembengkakan meningkat sesuai dengan meningkatnya suhu pembentukan pasta.

Modifikasi Pengukusan mampu meningkatkan ketahanan granula pati tepung terhadap kepecahan selama pemanasan dan pengadukan, sehingga diperoleh puncak kurva amilograf yang lebih tumpul. Viskositas maksimum dan laju viskositas pemanasan pasta meningkat dengan perlakuan pengukusan serta interaksi antara pengukusan dan penyangraian, sebaliknya penambahan GMS berpengaruh negatif. Penambahan GMS mengakibatkan peningkatan viskositas balik pasta tepung singkong selama pendinginan.

Pengaruh pengukusan terhadap sifat fisik dan fungsional dari tepung singkong disebabkan terjadinya gelatinisasi parsial pada granula tepung pada sistem dengan kandungan air yang cukup banyak. Sedangkan pengaruh penyangraian disebabkan terjadinya gelatinisasi parsial pada sistem dengan kandungan air yang sedikit. Pengaruh penambahan GMS pada sifat kimia,

fisik dan fungsional dari tepung disebabkan karena terbentuknya lapisan GMS pada permukaan granula tepung dan terbentuknya kompleks antara GMS dengan amilosa.

Berdasarkan penelitian pada tahap IV, pembuatan roti dari tepung singkong termodifikasi masih dapat diterima secara organoleptik pada tingkat substitusi tepung terigu sebanyak 50 % . Tepung dengan modifikasi pengukusan memiliki derajat putih yang paling tinggi dan stabilitas adonan yang lebih baik dibanding tepung kontrol, sehingga cocok untuk digunakan sebagai pensubstitusi tepung terigu dalam pembuatan roti tawar. Penambahan GMS dalam hal ini mampu meningkatkan mutu tekstur roti dan volumenya. Kombinasi perlakuan yang dianjurkan untuk pembuatan roti tepung campuran tersebut adalah : pembuatan roti dengan metode *sponge* termodifikasi dengan lama fermentasi 1.5 jam ,*final proofing* 80 menit atau lama fermentasi 3.0 jam, *final proofing* 40 menit.



STUDI KARAKTERISTIK  
FISIKO KIMIA DAN FUNGSIONAL  
TEPUNG SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz)  
DENGAN MODIFIKASI PENGUKUSAN, PENYANGRAIAN DAN PENAMBAHAN GMS  
SERTA APLIKASINYA DALAM PEMBUATAN ROTI TAWAR

Oleh :

SOFYAN MUHARAM

F24. 0527

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
**Sarjana Teknologi Pertanian**  
pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

1992

JURUSAN TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR

INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

STUDI KARAKTERISTIK  
FISIKO KIMIA DAN FUNGSIONAL  
TEPUNG SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz)  
DENGAN MODIFIKASI PENGUKUSAN, PENYANGRAIAN DAN PENAMBAHAN GMS  
SERTA APLIKASINYA DALAM PEMBUATAN ROTI TAWAR

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian  
pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

Oleh :

SOFYAN MUHARAM  
F24. 0527

Dilahirkan pada tanggal 30 Maret 1968  
di Bogor

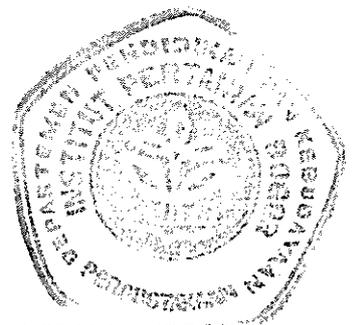
Tanggal lulus 25 Mei, 1992

Disetujui :

Bogor, ..... 1992

Dr. Ir. R. H. M. Aman Wirakartakusumah, MSc

Dosen Pembimbing



## KATA PENGANTAR

Berkat Rahmat Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang skripsi ini dapat diselesaikan pada waktunya. Skripsi ini merupakan laporan hasil penelitian penulis yang telah dilaksanakan selama lebih kurang delapan bulan (Mei 1991 - Desember 1991).

Melalui Pengantar ini penulis menghaturkan ucapan terimakasih kepada Bp. Aman Wirakartakusumah selaku dosen pembimbing penulis, JICA-IPB yang telah mendanai proyek penelitian ini, Bp. Sudwikatmono yang telah menyediakan fasilitas penelitian di PT. BOGASARI FLOUR MILLS JAKARTA, Bp. Zabidi dan Staff yang telah membantu penulis selama penelitian di PT. BOGASARI, Bp. Wargiono dan Staff yang telah membantu dalam penyediaan bahan baku ubi kayu, Para laboran dan pegawai PAU-IPB dan AP4 yang dengan senang hati telah membantu penulis selama melakukan penelitian, Ibu Ijah atas bantuannya dalam mencari pustaka, Bp. Subarna dan Bp. Sugiyo-no atas kesediaannya untuk menjadi Dosen Penguji, Bp. Gatot dan Bp. Budi Nurtama atas saran-saran yang diberikannya, Bp. dan Ibu Buntarno sekeluarga, rekan-rekan (Cecep, Lia, Pepi, Wahid dan Irfan) serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu dan telah membantu penulis selama melaksanakan dan menyelesaikan penelitian.



Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, walau pun demikian penulis berharap semoga apa yang tertuang di dalamnya dapat bermanfaat bagi pembacanya. Akhir kata atas kelebihan dan kekurangan yang ada penulis menghaturkan maaf yang sebesar-besarnya.

Darmaga, Mei 1992

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Hal.
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
I. PENDAHULUAN .....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
A. UBI KAYU .....	7
1. Sejarah dan Botani .....	7
2. Produksi .....	8
3. Komposisi Kimia .....	12
B. PATI .....	15
1. Struktur dan Sifat Molekul .....	15
1.1. Amilosa .....	16
1.2. Amilopektin .....	18
2. Bentuk Granula .....	20
C. GELATINISASI PATI .....	21
D. RETROGRADASI DAN SINERESIS .....	24
E. PERSYARATAN PATI BAGI INDUSTRI PANGAN ....	26
F. MODIFIKASI TEPUNG SINGKONG .....	27
G. BAHAN BAKU ROTI .....	28

III.	BAHAN DAN METODE PENELITIAN .....	31
A.	BAHAN, ALAT DAN TEMPAT PENELITIAN .....	31
1.	Bahan .....	31
2.	Alat .....	31
3.	Tempat Penelitian .....	32
B.	METODE PENELITIAN .....	32
C.	PERLAKUAN .....	33
D.	PROSEDUR PELAKSANAAN .....	35
1.	Pembuatan Tepung Singkong .....	35
2.	Analisis Kimia .....	37
3.	Analisis Fisik dan Fungsional .....	47
E.	RANCANGAN PERCOBAAN .....	52
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	54
A.	PENELITIAN PENDAHULUAN .....	54
B.	PEMBUATAN TEPUNG SINGKONG .....	64
C.	SIFAT KIMIA .....	65
1.	Kadar Air .....	67
2.	Kadar Lemak .....	69
3.	Kadar Amilosa .....	72
4.	Kadar Maltosa .....	74
5.	Kadar HCN .....	77
D.	SIFAT FISIK DAN FUNGSIONAL .....	79
1.	Derajat Putih .....	79
2.	Sifat Mikroskopis .....	82
3.	Derajat Pembengkakan .....	88
4.	Kekuatan Gel .....	93

5.	Sifat Amilografi .....	97
5.1.	Pengaruh Pengukusan .....	99
5.2.	Pengaruh Penyangraian .....	103
5.3.	Pengaruh Penambahan GMS .....	106
E.	PEMBUATAN ROTI .....	109
1.	Percobaan Pendahuluan .....	109
1.1.	Pengaruh GMS dan Gluten .....	109
1.2.	Pengaruh Metode Pembuatan .....	117
1.3.	Analisis Sifat Tepung .....	121
2.	Pembuatan Roti Dari Tepung Singkong Termodifikasi .....	126
2.1.	Karakteristik Fisik Roti .....	126
2.2.	Organoleptik Roti .....	134
a.	Warna .....	134
b.	Tekstur .....	135
c.	Aroma .....	136
d.	Rasa .....	139
e.	Penerimaan Secara Umum .....	140
V.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	142
A.	KESIMPULAN .....	142
B.	SARAN .....	144
	DAFTAR PUSTAKA .....	146
	LAMPIRAN .....	153

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1.	Produksi ubi kayu pada tahun 1985-1990 .....	2
Tabel 2.	Perbandingan produksi dan produktivitas tanaman pokok di Indonesia .....	3
Tabel 3.	Produksi negara penghasil tahun 1987 .....	10
Tabel 4.	Komposisi kimia ubi kayu dalam 100 gr bahan ..	13
Tabel 5.	Jumlah granula pada masing-masing tahap pada tepung dengan berbagai perlakuan .....	56
Tabel 6.	Data amilograf percobaan pendahuluan .....	62
Tabel 7.	Komposisi kimia tepung singkong dengan berbagai perlakuan .....	66
Tabel 8.	Sifat amilografi tepung dengan berbagai perlakuan .....	100
Tabel 9.	Pengaruh penambahan GMS terhadap viskositas akhir dan viskositas balik .....	107
Tabel 10.	Data hasil analisa farinograf untuk tepung campuran .....	122

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Konsumsi terigu di Indonesia .....	4
Gambar 2.	Penampang melintang ubi kayu .....	8
Gambar 3.	Bagian-bagian tanaman ubi kayu .....	9
Gambar 4.	Struktur kimia amilosa .....	17
Gambar 5.	Struktur kimia amilopektin .....	17
Gambar 6.	Granula berbagai jenis pati .....	21
Gambar 7.	Fenomena retrogradasi pati .....	26
Gambar 8.	Proses pembuatan tepung ubi kayu tanpa modifikasi pengukusan .....	35
Gambar 9.	Proses pembuatan tepung ubi kayu dengan modifikasi pengukusan .....	36
Gambar 10.	Tahapan proses gelatinisasi .....	55
Gambar 11.	Foto mikroskopis tepung singkong dengan pengukusan 65 °C .....	57
Gambar 12.	Foto mikroskopis tepung singkong dengan pengukusan 70 °C .....	58
Gambar 13.	Foto mikroskopis tepung singkong dengan pengukusan 75 °C .....	59
Gambar 14.	Kurva amilograf tepung dengan pengukusan pada 65 °C/30 menit (P65), 75 °C/10 menit (P75) dan tepung tanpa perlakuan .....	60

Gambar 15. Kurva amilograf tepung dengan pengukusan P65 dan P75 serta tepung dengan perlakuan pengukusan diikuti penyangraian (P65S dan P75S) ..... 61

Gambar 16. Kadar air tepung dengan berbagai perlakuan .... 67

Gambar 17. Hubungan penambahan GMS dengan kadar air ..... 68

Gambar 18. Kadar lemak tepung dengan berbagai perlakuan .. 70

Gambar 19. Hubungan penambahan GMS dengan kadar lemak .... 71

Gambar 20. Fenomena *de-mixing* ..... 72

Gambar 21. Kadar amilosa tepung dengan berbagai perlakuan ..... 73

Gambar 22. Kompleks GMS-amilosa ..... 73

Gambar 23. Hubungan penambahan GMS dengan kadar amilosa ..... 74

Gambar 24. Kadar maltosa tepung dengan berbagai perlakuan ..... 76

Gambar 25. Kadar HCN tepung ..... 77

Gambar 26. Derajat putih tepung dengan berbagai perlakuan ..... 79

Gambar 27. Granula pati tepung singkong tanpa pengukusan ..... 83

Gambar 28. Granula pati tepung singkong dengan pengukusan ..... 84

Gambar 29. Diagram hubungan beberapa parameter yang terlibat selama transisi granula pati ..... 85



Gambar 30. Derajat pembengkakan tepung dengan berbagai perlakuan .....	89
Gambar 31. Mekanisme pengembangan granula pati .....	90
Gambar 32. Hubungan maltosa dengan derajat pembengkakan ..	90
Gambar 33. Kekuatan gel tepung pada berbagai konsentrasi .....	95
Gambar 34. Hubungan antara kekuatan gel dengan kadar maltosa .....	96
Gambar 35. Hubungan penambahan GMS dengan kekuatan gel ...	96
Gambar 36. Kurva amilograf tepung dengan berbagai perlakuan .....	101
Gambar 37. Korelasi berbagai parameter pada sifat amilograf .....	102
Gambar 38. Pengaruh penambahan GMS dan gluten terhadap volume roti .....	111
Gambar 39. Pengaruh penambahan GMS pada roti tepung singkong .....	112
Gambar 40. Pengaruh penambahan GMS pada roti tepung campuran .....	113
Gambar 41. Pengaruh penambahan gluten 2 %, 15 % dan 20 % .....	114
Gambar 42. Pengaruh pengulenan ( <i>kneading</i> ) dalam pembentukan gluten .....	117
Gambar 43. Roti dengan berbagai metode pembuatan .....	120

Gambar 44. Nilai *Falling Number* tepung dengan berbagai perlakuan ..... 122

Gambar 45. Pemecahan disulfida menjadi gugus sulfhidril ..... 123

Gambar 46. Pengembangan volume selama *final proofing* .... 129

Gambar 47. Roti dari tepung campuran C1 dengan lama waktu fermentasi *sponge* 1.5 jam ..... 130

Gambar 48. Roti dari tepung campuran C1 dengan waktu fermentasi *sponge* 3.0 jam ..... 131

Gambar 49. Roti dari tepung campuran C2 dengan waktu fermentasi *sponge* 1.5 jam ..... 132

Gambar 50. Roti dari tepung campuran C2 dengan waktu fermentasi *sponge* 3.0 jam ..... 133

Gambar 51. Skor organoleptik warna ..... 134

Gambar 52. Skor organoleptik tekstur ..... 135

Gambar 53. Skor organoleptik aroma ..... 137

Gambar 54. Skor organoleptik rasa ..... 139

Gambar 55. Skor organoleptik penerimaan secara umum ..... 140

Halaman ini adalah hak cipta dari IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau diperjualbelikan. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website resmi IPB University.



### DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Bahan Baku Roti .....	153
Lampiran 2. Form Isian Organoleptik .....	154
Lampiran 3. Tabel Konversi Kadar Maltose .....	155
Lampiran 4. Data Analisa Kimia .....	156
Lampiran 5. Data Analisa Fisik dan Fungsional .....	161
Lampiran 6. Data Analisa Roti Tawar .....	165
Lampiran 7. Analisis Statistik Sifat Fisiko-Kimia ....	169
Lampiran 8. Analisis Statistik Roti Tawar .....	176
Lampiran 9. Kurva Farinogram .....	185
Lampiran 10. Perbandingan tepung singkong dengan tepung terigu .....	189

1. Di bawah ini terdapat beberapa soal sebagai latihan untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan menulis.  
2. Berikan jawaban yang singkat dan padat.  
3. Perhatikan hasil analisis statistik yang disajikan pada gambar di bawah ini.  
4. Perhatikan hasil analisis statistik yang disajikan pada gambar di bawah ini.  
5. Perhatikan hasil analisis statistik yang disajikan pada gambar di bawah ini.  
6. Perhatikan hasil analisis statistik yang disajikan pada gambar di bawah ini.  
7. Perhatikan hasil analisis statistik yang disajikan pada gambar di bawah ini.  
8. Perhatikan hasil analisis statistik yang disajikan pada gambar di bawah ini.  
9. Perhatikan hasil analisis statistik yang disajikan pada gambar di bawah ini.  
10. Perhatikan hasil analisis statistik yang disajikan pada gambar di bawah ini.



## I. PENDAHULUAN

Ubi kayu (Manihot esculenta) adalah tanaman umbi-umbian daerah tropik dan merupakan sumber kalori pangan yang paling murah di dunia . Sepotong ubi kayu mengandung 200 sampai 1600 kalori tiap kilogramnya. Tanaman ini dikonsumsi sebagai makanan pokok oleh kira-kira 400 juta orang di daerah-daerah tropik di Afrika, Asia, dan Amerika (Falcon *et al.*, 1984). Selain dimanfaatkan sebagai bahan pangan, ubi kayu juga digunakan sebagai sumber bahan baku bagi industri, baik industri pangan maupun non pangan.

Produksi rata-rata ubi kayu di Indonesia selama kurun waktu 1983-1988 terus mengalami peningkatan , dimana selama kurun waktu tersebut terjadi peningkatan produksi rata-rata sebesar 3.7 persen lebih (Departemen Pertanian, 1989). Produksi tiap hektar (produktivitas) dari ubi kayu juga lebih besar dibanding tanaman pokok lainnya (Tabel 2). Kondisi seperti ini dapat menjadikan ubi kayu semakin penting sebagai sumber karbohidrat dalam penyediaan pangan pada dasawarsa mendatang.

Beberapa rintangan untuk mengembangkan ubi kayu sebagai bahan pangan adalah rendahnya harga jual di tingkat petani, daya simpan yang singkat dan adanya gambaran negatif terhadap komoditi ini, seperti adanya anggapan mengenai keterkaitan ubi kayu dengan kemiskinan, keprihatinan mengenai

kadar protein pada ubi kayu dan pengalaman masa lalu yang tidak menyenangkan dimana masyarakat terpaksa mengkonsumsi gaplek dalam jumlah besar selama PD II (Falcon *et al.*, 1984).

**Tabel 1. Produksi ubi kayu pada tahun 1985-1990<sup>a</sup>**

Tahun	Luas panen (1000 ha)	Produksi (x 1000 ton)	Produksi rata- rata (x 100 kg/ha)
1985	1292.0	14057	108.80
1986	1170.0	13312	113.78
1987	1222.0	14536	117.48
1988	1303.0	15471	119.00
1989	1407.9	17117	122.00
1990*	779.0	9402	121.00

<sup>a</sup>1985-1988 Departemen Pertanian (1989)

1989-1990 BPS (1990)

\*Angka Januari-Agustus 1990

Pengalaman sejarah bangsa Indonesia selama kurun waktu 1960-an dan 1970-an menggambarkan keprihatinan yang sangat besar akan ketergantungan Indonesia terhadap beras impor, dimana harga beras impor naik menjadi tiga kali lipat. Kemudian pada tahun 1983, musim kemarau yang panjang mengakibatkan gangguan-gangguan terhadap produksi padi di P. Jawa. Pada masa-masa sulit diatas ubi kayu menunjukkan potensinya sebagai bahan pangan pokok alternatif.

**Tabel 2. Perbandingan produksi dan produktivitas tanaman pokok di Indonesia<sup>a</sup>**

Jenis	Produksi (000 ton)		Produktivitas (ku/ha)	
	1983	1988	1983	1988
Padi (GKG)	35303	41676	38.53	41.11
Jagung	5087	6652	16.95	19.53
Ubikayu	12103	15471	99.12	119.00
Ubi jalar	2213	2159	79.04	87.00

<sup>a</sup>Departemen Pertanian (1989)

Perubahan iklim dunia, perubahan-perubahan didalam ekosistem dan atmosfer serta semakin sempitnya lahan-lahan subur bagi pertanian padi sawah, memerlukan pemecahan secara dini terhadap kemungkinan kemerosotan produksi padi dimasa yang akan datang. Alternatif pemecahan selain pengembangan padi varietas unggul adalah penganekaragaman bahan pangan (pokok) melalui pemanfaatan lebih lanjut tanaman penghasil karbohidrat, misalnya ubi kayu . Ubi kayu memiliki potensi dalam hal ini, karena sifatnya yang tahan terhadap kekeringan, dapat tumbuh dilahan yang kurang subur, daya tahan terhadap penyakit yang relatif tinggi serta masa panennya yang tidak diburu waktu sehingga dapat berfungsi sebagai lumbung hidup (Wirakartakusumah *et al.*,1989).

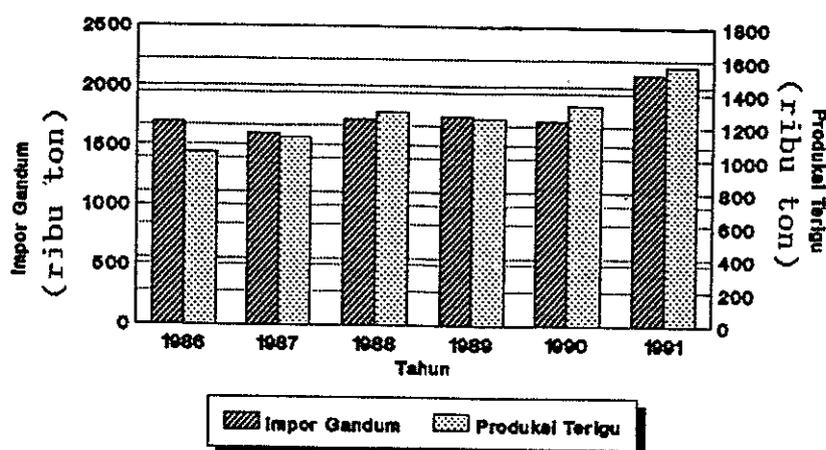
Presiden RI telah mengeluarkan Instruksi No. 20 tahun 1979 dan No. 11 tahun 1980 tentang Perbaikan Menu Makanan Rakyat, yang dituangkan lebih lanjut dalam Keputusan Menteri

Koordinator Kesra No. 06/KEP/Menko/Kesra/VIII/1989 tanggal 31 Agustus 1989. Dalam Pola Umum Gerakan Perbaikan Menu Makanan Rakyat ditegaskan perlunya penganekaragaman bahan pangan dalam upaya pemantapan swasembada pangan disertai upaya peningkatan mutu gizi makanan yang dikonsumsi. Salah satu alternatif bagi penganekaragaman menu adalah pemanfaatan tepung umbi-umbian dalam diet sehari-hari.

Tepung yang dibuat dari umbi-umbian memiliki kandungan pati yang tinggi, karenanya cocok untuk mengatasi kebutuhan kalori dalam diet sehari-hari (250 gram ubi kayu setara dengan 100 gram beras). Pengolahan ubi kayu menjadi tepung singkong memiliki kelebihan dalam hal rendahnya volume limbah yang dihasilkan, kemudahan dalam distribusi dan daya simpannya yang cukup lama.

Menurut Kim dan Ruitter (1968) serta Satin (1988), terdapat kecenderungan dalam peningkatan konsumsi roti pada sebagian penduduk dunia. Satin (1988) menegaskan bahwa konsumsi tepung terigu negara-negara tropis bertambah 3 % setiap tahunnya, sebaliknya konsumsi tepung yang berasal dari umbi-umbian turun sebesar 0.5 % per tahun.

Berdasarkan data BULOG (1992), di Indonesia sendiri konsumsi tepung terigu terus meningkat dari tahun ke tahun (Gambar 1). Kebutuhan tepung terigu di Indonesia 50 % diserap oleh industri mie dan biskuit, 45 % industri roti dan sisanya digunakan oleh industri perekat dan rumah tangga (Yusuf *et al.*, 1985).



Gambar 1. Konsumsi terigu di Indonesia (BULOG,1992)

Berdasarkan uraian diatas, maka timbul pemikiran untuk mencampur tepung terigu dengan tepung singkong sebagai bahan baku pembuatan produk-produk olahan yang sebelumnya menggunakan tepung terigu 100 %.

Pemanfaatan tepung singkong dalam pembuatan roti mengalami hambatan, karena berbeda dengan tepung gandum, tepung singkong tidak mengandung gluten, sehingga tidak mampu membentuk adonan (*dough*). Telah banyak dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memanfaatkan tepung singkong sebagai tepung campuran bersama tepung terigu dalam pembuatan roti. Penelitian terdahulu telah berhasil mensubstitusi tepung gandum dengan tingkat substitusi antara 15-20 persen tepung singkong.

Permasalahan lain dalam pemanfaatan tepung singkong selain tidak adanya gluten, adalah penerimaan konsumen yang rendah terhadap sifat organoleptik produk yang dihasilkannya.

Melihat prospek kemungkinan penggunaan ubi kayu dalam pembuatan roti, maka melalui penelitian ini berusaha dikaji pengaruh perlakuan modifikasi pengukusan, penyangraian dan penambahan GMS (*Gliseril Monostearat*) terhadap sifat fisiko kimia tepung singkong dengan tujuan untuk meningkatkan penggunaan tepung singkong sebagai campuran tepung terigu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. UBI KAYU

#### 1. Sejarah dan Botani

Ubikayu termasuk ke dalam famili *Euphorbiaceae*, genus *Manihot* dengan species *esculenta* Crantz dan *utilissima* Pohl dengan berbagai varietasnya (Grace, 1977).

Ubikayu merupakan bahan pangan pokok bagi bangsa Indian Amerika (Amerindians) selama beberapa ribu tahun. Asal dari ubi kayu secara pasti tidak diketahui dengan jelas, tetapi Colombia, Brazil, Venezuela dan Guyana mungkin merupakan asal dari tanaman ini.

Ubikayu merupakan tanaman tropis yang tumbuh pada daerah antara 25<sup>0</sup>LU sampai 25<sup>0</sup>LS. Pada tahun 1852 Kebun Raya Bogor menerima bibit singkong dari Suriname yang pada tahun 1854 disebarkan ke seluruh keresidenan di Pulau Jawa, kawasan lain diluar P. Jawa, penanamannya dimulai sekitar tahun 1914-1918 (Lingga *et al.*, 1986).

Dalam pertumbuhannya singkong membutuhkan iklim panas dan lembab. Produksi tertinggi singkong pada ketinggian 150 m dpl dengan temperatur 25-27 °C.

Pertumbuhan akan terhenti pada temperatur di bawah 10 °C dan ketinggian 1500 meter atau lebih. Sedangkan kisaran curah hujan yang dibutuhkan antara 500 mm - 5000 mm (Grace, 1977).

Tanaman singkong dapat tumbuh mencapai tinggi 2-4 meter. Daunnya berjari 5-7 dengan bentuk yang ramping dan hanya tumbuh pada akhir percabangan. Umbi tersimpan di dalam tanah dengan kedalaman 50-100 cm (Grace, 1977). Jumlah, diameter, panjang umbi dan komposisi kimianya bervariasi tergantung dari varietas, umur, lingkungan dan tempat tumbuhnya (Kay, 1973). Menurut Grace (1977), umbi singkong dapat mencapai panjang 30-120 cm, dengan diameter 4-15 cm dan berat 1-8 kg atau lebih. Bunga betina dan jantan tersusun pada ranting yang bebas, sedangkan buah berbentuk trianguler dan mengandung 3 biji yang dapat digunakan untuk memperbanyak tanaman. Tetapi umumnya perbanyakan dilakukan dengan penyetekan.

## 2. Produksi

Sebelum PD II, perkebunan-perkebunan ubi kayu di Pulau Jawa meliputi areal yang luas dan P. Jawa merupakan eksportir ubi kayu utama di dunia. Produksinya berasal dari perkebunan dan petani-petani gurem. Perkebunan-perkebunan ubi kayu ini setelah

Indonesia merdeka ditiadakan, sehingga ubi kayu di P. Jawa saat ini hanya diproduksi oleh petani-petani saja.

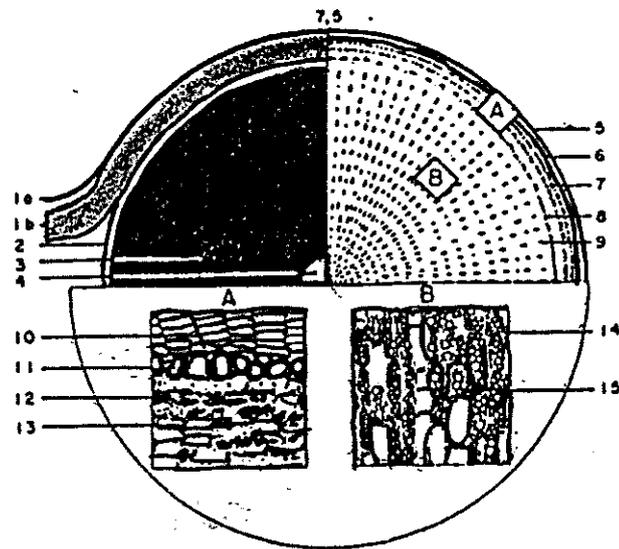
Menurut FAO (1980), Indonesia merupakan penghasil ubi kayu terbesar ketiga setelah Brazil dan Thailand. Tetapi posisi Indonesia ini menurun di tahun 1987 (Tabel 3).

Tabel 3. Produksi negara penghasil tahun 1987<sup>a</sup>

Negara	Produksi (ribu ton)	Pertumbuhan (%)
Brasil	24.704	3.3
Thailand	19.554	2.3
Zaire	16.091	2.5
Nigeria	14.000	9.3
Indonesia	13.700	3.5
Lain-lain	49.242	-
Dunia	137.291	2.4

<sup>a</sup>Departemen Pertanian (1989)

Masa panen ubi kayu dapat disesuaikan dengan kebutuhan atau masa dimana harga jualnya paling menguntungkan. Di beberapa bagian daerah tropik yang tanahnya murah, ubi kayu ditanam secara spekulatif untuk dijual pada saat harga tinggi (Pearson *et al.*, 1984).



Kuadran kiri atas :

- |                        |          |
|------------------------|----------|
| 1a. Kulit bagian luar  | 3. Pusat |
| 1b. Kulit bagian dalam | 4. Xilem |
| 2. Kambium             |          |

Kuadran kanan atas :

- |                        |            |
|------------------------|------------|
| 5. <i>Cork</i>         | 8. Kambium |
| 6. <i>Sclerenchym</i>  | 9. Xilem   |
| 7. <i>Latex vessel</i> |            |

*Inset A:*

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 10. Jaringan <i>cork</i> | 12. Pati                 |
| 11. <i>Sclerenchym</i>   | 13. Sel <i>parenchym</i> |

*Inset B:*

- |                 |
|-----------------|
| 14. Dinding Sel |
| 15. Pati        |

Gambar 2. Penampang melintang ubi kayu



- A. Bunga
- B. Ruas batang
- C. Akar muda
- D. Bunga jantan
- E. Bunga betina
- F. Buah
- G. Biji

Gambar 3. Bagian-bagian tanaman ubi kayu

Keanekaragaman dalam peranan yang dimainkan oleh ubi kayu di berbagai negara berasal dari pemanfaatan akhir ubi kayu tersebut. Manfaat yang utama adalah sebagai makanan segar atau pun kering, makanan ternak, dan acinya sebagai bahan pangan atau bahan baku industri. Ubikayu di Indonesia 30 % dikonsumsi setempat, 30 % dipasarkan sebagai bahan makanan, 25 % dijual ke pabrik-pabrik aci dan 10 % di ekspor. Tak satupun dari produsen ubi kayu dunia lainnya yang secara persis mendekati pola pemanfaatan seperti di Indonesia.

Salah satu jenis pengolahan ubi kayu adalah pembuatan tepung singkong dengan proses yang cepat dan sederhana. Menurut Departemen Perindustrian RI (1990) penggunaan tepung singkong diarahkan untuk memenuhi kebutuhan industri menengah dan hilir dalam rangka diversifikasi untuk industri HFS, Sorbitol, Ethanol, dll, serta dapat digunakan sebagai tepung campuran pada industri makanan.

### 3. Komposisi Kimia

Tepung yang berasal dari umbi-umbian umumnya memiliki kandungan pati yang tinggi, karenanya cocok untuk mengatasi kebutuhan kalori di dalam bahan makanan. Tetapi umumnya kandungan protein dari tepung ini sangat rendah.

Komposisi kimia ubi kayu menurut Grace (1977) dipengaruhi oleh faktor tanah, kondisi pertanaman, kelembaban, suhu dan umur tanaman. Selain itu varietas dari ubi kayu juga turut menentukan komposisi kimia dari umbi yang dihasilkannya. Komposisi kimia ubi kayu dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4 . Komposisi kimia ubi kayu dalam 100 gr bahan<sup>a</sup>**

Komponen	Ubikayu putih	Ubikayu kuning
Energi (kal)	146.00	157.00
Protein (gr)	1.20	0.80
Lemak (gr)	0.30	0.30
Karbohidrat (gr)	34.70	37.90
Kalsium (mg)	33.00	33.00
Phospor (mg)	40.00	40.00
Besi (mg)	0.70	0.70
Vitamin A (SI)	0.00	385.00
Vitamin B1 (mg)	0.06	0.06
Vitamin C (mg)	30.00	30.00
Air (gr)	62.50	60.00
<i>Edible portion (%)</i>	75.00	75.00

<sup>a</sup>Direktorat Gizi Kesehatan Masyarakat RI, 1972 didalam Febryanti (1990).

Kandungan utama dari ubi kayu adalah karbohidrat, menurut Johnson (1965) karbohidrat pada ubi kayu mengandung 99 % pati yang terdiri dari 17-20 % amilosa selebihnya adalah amilopektin.

Ubi kayu segar mengandung asam sianida (HCN) dan dapat dihilangkan melalui proses perendaman, perebusan, fermentasi dan pengeringan (Pearson *et al.*,

1984). Menurut Nartey (1973) di dalam ubi kayu terdapat glikosida sianogenik yang terdiri dari 93 % Linamarin dan 7 % Lotaustralin. Linamarin disintesa dari asam amino valin dan isoleusin. Glikosida tersebut tidak bersifat toksik tetapi asam sianida yang dibebaskan oleh enzim linamarinase secara hidrolisis bersifat toksik. Lebih lanjut Nartey mengungkapkan bahwa pembebasan HCN terjadi melalui dua tahap. Pertama, hidrolisa oleh Linamarinase menghasilkan sianohidrin dan glukosa. Kedua, tahap disosiasi sianohidrin menjadi HCN dan aldehida.

Menurut Coursey (1977), seluruh cultivar ubi kayu mengandung HCN dengan kadar 10-500 ppm. Keracunan yang serius terjadi bila kandungan HCN melebihi batas 150 ppm.

Ubi kayu juga mengandung berbagai macam enzim, terutama enzim penyebab kepoyoan yang terdapat pada lendir dari umbi. Enzim ini dikenal sebagai Poliphenolase, yang jika kontak dengan udara dapat menyebabkan terjadinya kepoyoan pada ubi kayu. Enzim lainnya adalah Lipase, Isositrat lyase dan Malat sintetase.

## B. PATI

Tanaman merupakan sumber pati yang utama bagi manusia, tetapi hanya beberapa jenis saja yang umum dimanfaatkan untuk diekstraksi patinya. Tanaman yang umum digunakan sebagai sumber pati diantaranya jagung, ubi kayu, sagu, gandum, shorgum, padi dan "arrow root" (White, 1977).

Dalam proses pemanasan dan pembentukan gel, pati ubi kayu menurut Knight (1974) memiliki *peak* viskositas yang tinggi dan pasta yang mudah pecah melalui pemanasan dan pengadukan. Gel dari pati ubi kayu bertekstur keras dan translusent sedangkan pati sereal umumnya lunak dan gelap.

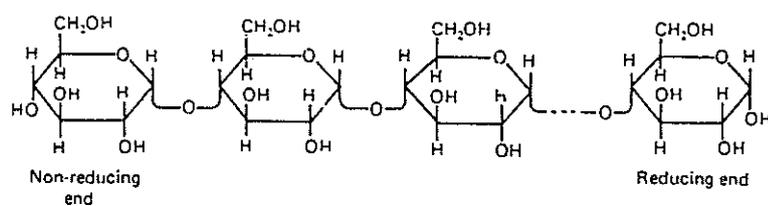
### 1. Struktur dan Sifat Molekul

Pati adalah polisakarida yang terdiri dari 2 fraksi yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polisakarida linier sedangkan amilopektin merupakan polisakarida dengan struktur bercabang. Menurut Kay (1983) rasio perbandingan antara amilosa dengan amilopektin di dalam ubi kayu adalah 17 % berbanding 83 % .

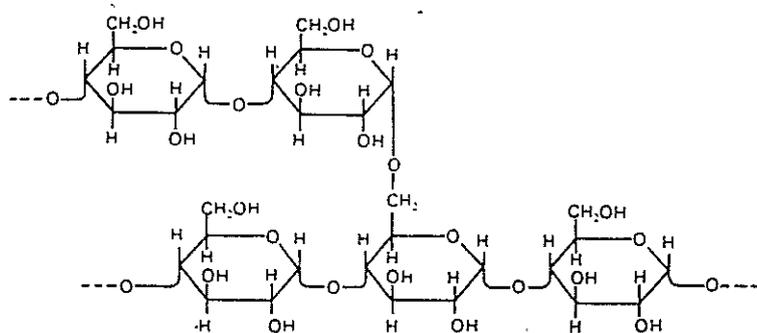
### 1.1. Amilosa

Amilosa merupakan rantai lurus yang terdiri atas 250-2000 unit D-Glukosa yang dihubungkan dengan ikatan  $\alpha$ -1.4-D-Glukosa dan memiliki berat molekul sekitar 40.000 sampai 340.000 (Greenwood, 1979). Struktur kimia amilosa dapat dilihat pada Gambar 4.

Amilosa dapat larut di dalam air melalui pemanasan pada suhu sekitar  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  menggunakan *heat exchanger* kontinue. Pemanasan dapat mengakibatkan depolimerisasi amilosa, dan pada suhu yang tinggi larutan amilosa cepat sekali membentuk gel (Whistler, 1973). Dalam larutan encer amilosa membentuk struktur seperti spiral. Struktur spiral dari amilosa cenderung untuk menghilang jika pati melarut. Penambahan lemak, iodin, atau alkohol alifatik primer dapat membentuk sebuah struktur heliks dengan 6 atau 7 unit glukosa per siklus, dimana molekul pengompleks menempati pusat rongga heliks Banks, *et al.* ( Di dalam Birch, *et al.*, 1973). Amilosa memiliki gaya interaksi antar molekul yang kuat sehingga dapat membentuk struktur kristal.



**Gambar 4. Struktur kimia amilosa**



**Gambar 5. Struktur kimia amilopektin**

## 1.2. Amilopektin

Amilopektin dikenal sebagai polimer dari D-Glukosa yang memiliki rantai lurus dan percabangan. Percabangan terbentuk menyerupai cabang pohon melalui ikatan  $\alpha$ -1.6-D-Glukosida dan pada rantai lurus melalui ikatan  $\alpha$ -1,4-D-Glukosida (White, 1977). Struktur kimia dari amilopektin dapat dilihat pada Gambar 5. Menurut Fennema (1976) molekul dari amilopektin terdiri dari beratus-ratus cabang dan setiap titik percabangan terdiri atas 20-30 unit glukosa. Berat molekul amilopektin lebih tinggi dibandingkan BM amilosa yaitu dapat mencapai 3 kali atau lebih (Fennema, 1976 ; White, 1977).

Pati yang mengandung amilopektin dalam jumlah tinggi dikenal sebagai *Waxy starches*. Berbeda dengan pati jenis lain yang mengandung amilosa sekitar 25 % , pati jenis ini hanya mengandung amilosa sekitar 1 % . Keuntungan pemakaian pati jenis ini dalam industri pangan menurut Knight (1974), adalah : (1). Pati memiliki tingkat kejernihan yang tinggi, dimana hal ini dapat memperbaiki penampakan produk

akhir. Peningkatan konsentrasi antara 2 sampai 7 % akan meningkatkan tingkat kejernihan pati di dalam pasta. (2). Resisten dalam membentuk *set back* atau gel keras pada konsentrasi normal. (3). Memiliki daya *thickening* yang tinggi sehingga memungkinkan penggunaan pati dalam jumlah yang minimum sehingga biaya berkurang. (4). Resisten terhadap pecahnya pasta pada suhu normal dan rendah. Pasta *waxy starch* jauh lebih stabil pada suhu pembekuan dan *thawing* dibandingkan pati jenis lainnya. (5). Memiliki *pasting temperature* yang rendah sehingga membutuhkan panas lebih sedikit untuk pemasakan.

Tetapi disamping itu pasta *waxy starch* memiliki kekurangan yaitu teksturnya yang keras, panjang dan kohesive, dimana sifat-sifat seperti ini tidak diinginkan dalam aplikasinya di industri pangan. Pati jenis ini juga bersifat *fragile* dan memiliki puncak viskositas yang tinggi serta pecah dengan cepat dengan perlakuan panas, *shear*, dan asam. Walaupun pati ubi kayu bukan dari golongan *waxy starch*, pati ubi kayu dalam banyak hal memiliki perilaku yang sama dengan *waxy starch*.



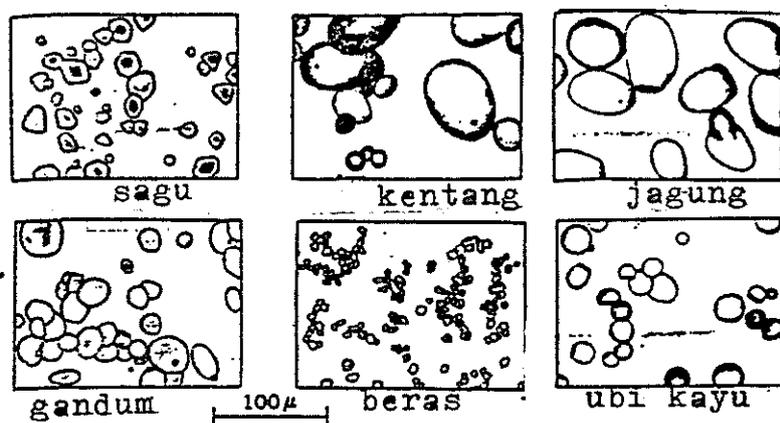
## 2. Bentuk Granula

Di bawah mikroskop, bentuk granula pati dapat dibedakan sumbernya (White, 1977). Penampakan mikroskopik dari berbagai bentuk granula pati dapat dilihat pada Gambar 6.

Granula pati mempunyai sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi, sehingga dibawah *polarized microscope* terlihat kristal hitam putih (efek birefringent). Efek birefringent ini dapat menghilang dengan pecahnya granula pati (Wurzburg, 1989).

Bentuk granula pati ubi kayu menurut Beynum dan Roels (1985) adalah oval atau kerucut terpotong. Menurut Febryanti (1990), bentuk granula tepung singkong dari varietas Adira IV bervariasi antara bulat (20%), agak bulat (60%) dan pecah (12%). Bentuk granula pati ubi kayu dapat dilihat pada Gambar 6.

Pati ubi kayu biasanya menunjukkan adanya suatu hilum dan striasi yang jelas (Brautlecht, 1953). Hilum nampak seperti titik dan dianggap sebagai inti sel (nukleus). Striasi (alur) sering nampak seperti garis yang terpusat di sekitar hilum.



Gambar 6. Granula berbagai jenis pati

### C. GELATINISASI PATI

Granula pati terbentuk dengan adanya ikatan antara molekul-molekul karbohidrat. Bagian linier dari molekul cenderung untuk bersatu membentuk misel yang mengikat berbagai molekul lain membentuk struktur menyerupai kristal. Struktur seperti ini membuat pati menjadi *rigid* dan tidak larut dalam air dingin (White, 1977). Wurzburg (1989) menyatakan bahwa granula pati dapat menyerap air dalam jumlah yang terbatas jika disuspensikan ke dalam air dingin atau pun di letakkan di lingkungan dengan kelembaban (*humidity*) yang tinggi. White (1977) dan Wurzburg (1989) lebih lanjut menjelaskan bahwa jika suhu dari suspensi pati di dalam air terus ditingkatkan, maka akan tercapai suatu titik kritis yang dinamakan suhu gelatinisasi, dimana penetrasi air ke dalam granula pati

menyebabkan granula membengkak secara luar biasa sehingga pecah dan membentuk massa yang viscous. Menurut Greenwood (1979), selama proses gelatinisasi terjadi kerusakan ikatan hidrogen intramolekular. Ikatan ini berfungsi dalam mempertahankan struktur integritas granula-granula pati (Greenwood, 1979). Menurut Febryanti (1990), suhu awal gelatinisasi tepung singkong bervariasi antara 64.5 - 66.40 °C.

Tipe pati yang berasal dari sereal akan membentuk tekstur yang kental menyerupai jelly dan kelam (*cloudly*), sedangkan pati yang berasal dari umbi-umbian umumnya membentuk penampakan yang jernih, lebih cair dan memiliki tekstur yang kohesive (White, 1977).

Menurut Wurzburg (1989), adanya gugus hidroksil yang cukup banyak pada molekul pati menimbulkan sifat hidrofilik, sehingga pati memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap air. Terjadinya peningkatan viskositas disebabkan air yang dulunya berada di luar granula dan bebas bergerak sebelum dipanaskan, kini berada dalam butir-butir pati dan tidak dapat bergerak bebas. Terjadinya *swelling*, *rupture* dan dispersi granula pati selama suhu meningkat berpengaruh terhadap peningkatan viskositas ini (Chambell *et al.*, 1950).

Menurut Chambell *et al.* (1950) karakteristik pati dan kualitas produk akhir dari produk dengan bahan baku yang mengandung pati, sangat dipengaruhi oleh ab-



sorpsi air, peningkatan volume (*swelling*), kepecahan (*rupture*), viskositas dan pembentukan gel. Seluruh karakteristik tersebut berhubungan dengan proses gelatinisasi pati.

Champbell *et al.* (1950) lebih lanjut menjelaskan bentuk puncak pada kurva amylogram dapat tajam, sempit atau lebar tergantung pada laju pembengkakan dan ketahanan granula pati terhadap kepecahan. Pati dengan puncak yang tajam dan sempit membutuhkan pengawasan yang ketat selama pengolahan/perlakuan panas jika diinginkan pembengkakan granula pati yang seragam selama pengolahan bahan pangan. Pati dengan puncak yang lebar atau *plateau* lebih disukai jika diinginkan pembengkakan yang seragam.

Dari hasil penelitiannya Burros *et al.* (1987) mengungkapkan bahwa nilai entalpi pada gelatinisasi meningkat dengan meningkatnya kelembaban. Sedangkan nilai entalpi *melting* meningkat mencapai nilai maksimum dan menurun dengan bertambahnya air. Burros *et al.* (1987) menambahkan bahwa proses *shearing* secara fisik dapat memecah granula pati sehingga akan mempercepat perpindahan air ke dalam molekul pati.

Terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi gelatinisasi pati. Menurut Banks dan Greenwood (1973), kandungan amilosa dan ukuran granula pati berpengaruh terhadap proses gelatinisasi. Granula pati yang berukuran kecil



lebih resisten terhadap gelatinisasi dibandingkan granula yang berukuran lebih besar. Sebaliknya Wirakartakusumah (1981) melalui pengamatan dengan DSC menegaskan bahwa granula pati yang berukuran lebih besar cenderung akan tergelatinisasi pada suhu yang lebih tinggi.

Tepung singkong memiliki perbedaan dengan tepung gandum dan beras dalam hal timbulnya sifat *rubbery* ketika dilakukan pemasakan dengan uap, sehingga membatasi penggunaannya dalam produk-produk pangan yang biasa menggunakan bahan baku tepung sereal. Perbaikan tekstur dari tepung ubi kayu dapat terjadi pada *parboiled flour*-nya yang disangrai secara terbuka (*open pan roasted*) setelah sebelumnya kadar air bahan diatur sehingga mencapai 26-30 persen (Abraham *et al.*, 1983).

#### D. RETROGRADASI DAN SINERESIS

Retrogradasi adalah proses penggabungan kembali rantai linier pati yang telah mengalami gelatinisasi (Wurzburg, 1989). Menurut Collison (1968) retrogradasi dapat mengakibatkan perubahan pada sifat gel pati. Perubahan yang terjadi diantaranya peningkatan resistensi pati terhadap hidrolisa oleh enzim amilolitik, penurunan kemampuan transmisi cahaya dan hilangnya reaksi pembentukan kompleks berwarna biru dengan penambahan iodine.

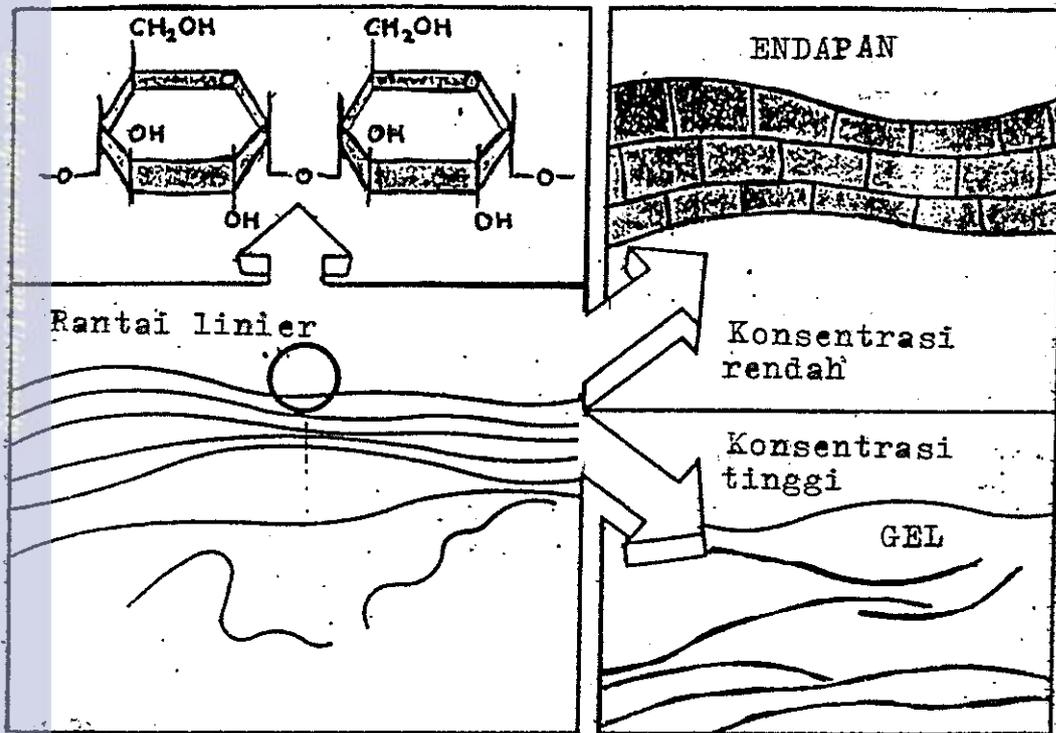


Menurut Schoch (1970), molekul linier di dalam pati cenderung membentuk ikatan hidrogen antara hidroksil group pada rantai yang berdekatan. Fenomena dari retrogradasi dapat dijelaskan dengan dua cara seperti terlihat pada Gambar 7. Pada konsentrasi rendah jika larutan pati didinginkan dalam waktu yang lama, molekul linier secara perlahan-lahan cenderung untuk membentuk bundel yang paralel, sehingga menyebabkan partikel terlalu besar untuk tetap berada di dalam larutan. Kemudian sistem secara perlahan menjadi gelap dan akhirnya mengendap. Sedangkan jika dispersi pati dengan konsentrasi tinggi didinginkan pada suhu kamar, maka akan segera membentuk gel irreversibel yang *rigid*.

Miller (1973) menambahkan bahwa proses retrogradasi dipengaruhi faktor-faktor berikut : suhu yang rendah, pH netral, derajat polimerisasi yang relatif rendah, tidak adanya percabangan molekul, konsentrasi amilosa yang tinggi, adanya ion-ion organik tertentu dan tidak adanya *surface active agents*.

Sineresis merupakan fenomena yang berbeda dengan retrogradasi pati. Menurut Winarno (1989), sebagian air pada pasta yang telah dimasak akan berada pada jaringan yang terbentuk dari butir-butir pati dan endapan amilosa. Apabila gel dipotong dengan pisau atau disimpan selama beberapa hari, air tersebut dapat keluar dari bahan. Keluarnya cairan dari suatu gel pati disebut sineresis.





Gambar 7. Fenomena retrogradasi pati (*National Starch*)

#### E. PERSYARATAN PATI BAGI INDUSTRI PANGAN

Menurut Knight (1974), pati yang digunakan di dalam industri pangan harus memenuhi syarat-syarat berikut : (1). Di dalam pengolahan pati harus mudah dicampur dan menyatu dengan bahan-bahan lain tanpa menggumpal, viskositas harus stabil terhadap pengaruh panas, efek mekanis maupun pengaruh bahan lain, viskositas panas dan viskositas dinginnya harus dalam batas-batas yang dike-

hendaki, pati harus menunjukkan penampakan yang baik pada pH yang diinginkan. (2). Di dalam penyimpanan pasta pati tidak pecah karena variasi suhu atau karakteristik awalnya tidak mengalami perubahan. (3). Di dalam penyiapan produk, pati harus mudah dikonversikan menjadi panganan tertentu. (4). Pada produk akhirnya penampakan harus menarik dan memiliki konsistensi yang baik, tidak mempengaruhi rasa, memiliki sifat tekstur yang baik, pendek, tidak keras dan penggunaannya harus mematuhi undang-undang pangan yang berlaku.

Menurut U.S. Wheat Associates (1983), pati yang akan digunakan untuk pembuatan roti harus memiliki kemampuan menahan gas yang baik, dapat difermentasi dan memiliki tekstur yang lembut. Kent-Jones dan Mitchell (1962), juga menegaskan bahwa tepung harus memiliki aktivitas diastatik yang mencukupi agar volume dan tekstur roti yang dihasilkan memuaskan.

#### F. MODIFIKASI TEPUNG SINGKONG

Ubikayu (singkong) merupakan *staple food* yang masih terbatas penggunaannya. Hal ini disebabkan oleh karena perbedaan tepung singkong dengan tepung gandum dan beras dalam hal timbulnya sifat *rubbery*.

Menurut Abraham, *et al.* (1983), modifikasi tepung singkong melalui pre gelatinisasi dengan perebusan (*parboiling*) dan penyangraian (*open pan roasted*) dapat



memperbaiki karakteristik pasta tepung tersebut. Perbaikan tersebut selain disebabkan terjadinya partial gelatinisasi juga diakibatkan oleh terjadinya dehidrasi dan konversi dari *amorphous amylose* menjadi bentuk helik. Bentuk helik ini menjadi bagian yang lemah dari kristal pada granula pati selama pemasakan.

Kim dan Ruiter (1968), mengemukakan bahwa penambahan Gliseril Monostearat (GMS) pada tepung singkong dapat memperbaiki kualitas roti yang mempergunakan tepung tersebut sebagai bahan bakunya. Gliseril monostearat merupakan padatan pada suhu kamar, fleksibel dan tidak berminyak. GMS tidak larut didalam air, tetapi larut di dalam ethanol, chloroform dan benzene. GMS digunakan sebagai pelindung pada lapisan permukaan bahan pangan, plastisizer untuk melembutkan permukaan roti, mengurangi penyemburan pada pengeringan minyak, sebagai emulsifier dan stabilizer. Enie (1989), menyatakan bahwa penambahan GMS dapat menambah volume roti serta mampu meningkatkan tingkat substitusi tepung terigu dengan tepung singkong sampai 5 %.

#### G. BAHAN BAKU ROTI

Bahan baku roti dibagi atas dua katagori yaitu bahan baku utama dan bahan baku tambahan. Bahan baku utama adalah tepung terigu, khamir, garam, dan air.

Sedangkan bahan baku tambahan terdiri atas gula, susu, malt, asam, *shortening*, enzim, vitamin, *chemical dough improvers*, inhibitor jamur dan mineral (Shellenberger, 1974)

Terigu mengandung protein khas yang memiliki kemampuan untuk menahan gas dan membentuk tekstur roti yang elastis (Pomeranz dan Shellenberger, 1971).

Air di dalam adonan roti berfungsi untuk membentuk gluten, mengontrol kepadatan adonan, sebagai pelarut, menahan dan menyebarkan bahan-bahan bukan tepung secara seragam, membantu pengembangan roti dan memungkinkan terjadinya aktivitas enzim (U.S. Wheat Associates, 1983).

Garam mempunyai peran yang lebih penting dari sekedar memberikan rasa pada roti. Garam membantu aktivitas amilase dan menghambat aktivitas protease pada tepung. Adonan tanpa garam akan sangat lengket dan sulit dipegang. Garam dapat memperbaiki sifat butiran dan susunan remah pada roti (Charley, 1982 dan U.S. Wheat Associates, 1982).

Ragi untuk roti adalah *Saccharomyces cereviceae*. Menurut Kent-Jones dan Mitchell (1962), ragi hanya akan memecah *damage starch* yang ada pada tepung untuk dijadikan gula yang lebih sederhana dan gas CO<sub>2</sub>. Di dalam ragi terdapat enzim protease, lipase, invertase, maltase dan zymase (Daniel, 1978 dan U.S. Wheat Associates, 1983).



Gula berfungsi sebagai sumber makanan bagi khamir, membentuk rasa dan warna (Charley, 1982). Lemak berfungsi untuk memperbaiki tekstur roti. Susu dapat memperbaiki nilai gizi roti dan menimbulkan cita rasa yang disukai. Susu juga memberikan efek terhadap warna dan dapat memperkuat gluten karena kandungan kalsiumnya (U.S. Wheat Associates, 1983). *Bread Improvers* umum digunakan pada roti untuk memperbaiki sifat dan mutu roti.

### III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

#### A. BAHAN, ALAT DAN TEMPAT PENELITIAN

##### 1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut :

1. Singkong varietas Adira IV yang diperoleh dari Balitan Cimanggu, Bogor.
2. Tepung terigu Cap Cakra
3. GMS (Gliseril Monostearat)
4. Air dan bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisa.

##### 2. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi :

1. Neraca analitik (Mettler AE 260, Swiss)
2. Pisau *stainless stell* dan bak perendam
3. *Hammer Mill* (FTDC-IPB)
4. *Crusher* (Mitshubishi GO-80S, Jepang)
5. *Cabinet Dryer* (Terada Seishakuso Co Ltd., ND4-60SP, Jepang)
6. Perajang singkong (Rasingko, FTDC-IPB)
7. *Waterbath* (GFL, D3006, Burgwedel, Jerman)
8. Alat-alat lain untuk analisa fisik dan kimia

Misi Tiga Puluh Tahun Universitas  
1. Dibangun sebagai bagian dari sejarah bangsa dan peradaban Indonesia  
2. Berprestasi dalam berbagai bidang kefarmasian, kesehatan, pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengembangan ilmu pengetahuan  
3. Berprestasi dalam berbagai bidang kefarmasian, kesehatan, pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengembangan ilmu pengetahuan  
4. Berprestasi dalam berbagai bidang kefarmasian, kesehatan, pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengembangan ilmu pengetahuan  
5. Berprestasi dalam berbagai bidang kefarmasian, kesehatan, pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengembangan ilmu pengetahuan

9. Alat-alat pembuatan roti seperti *mixer*, *roller*, loyang dan sebagainya.

### 3. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi IPB, Pilot Plant FTDC-Darmaga, Laboratorium PAU Pangan dan Gizi IPB, Laboratorium dan Pilot Plant AP4-Darmaga, Laboratorium Balitan Sukamandi dan Laboratorium PT. BOGASARI FLOUR MILLS, Jakarta.

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dalam empat tahap sebagai berikut :

Tahap I :

Pembuatan tepung singkong dengan proses seperti diperlihatkan Gambar 8, sehingga diperoleh delapan sampel yang berbeda tergantung pada jenis perlakuan yang diterimanya, yaitu Plain/tanpa perlakuan (K), Pengukusan (P), + GMS (G), Penyangraian (S), Pengukusan + GMS (PG), Pengukusan + Penyangraian (PS), +GMS + Penyangraian (GS) dan Pengukusan + GMS + Penyangraian (PGS).

Tahap II :

Analisa pendahuluan dari sampel tepung yang telah dibuat, terdiri atas 11 jenis analisa yaitu :

1. Kadar abu (Fardiaz *et al.*, 1986)
2. Kadar air (Fardiaz *et al.*, 1986)
3. Kadar lemak (Fardiaz *et al.*, 1986)
4. Kadar protein (Fardiaz *et al.*, 1986)
5. Kadar karbohidrat (*By difference*)
6. Kadar serat (Fardiaz *et al.*, 1986)
7. Kadar pati (Fardiaz *et al.*, 1986)
8. Kadar amilosa (Fardiaz *et al.*, 1986)
9. Kadar Maltosa (AACC, 1983)
10. Kadar HCN (AOAC, 1955)
11. *Falling Number* (AACC, 1983)

Tahap III :

Analisa lanjutan yang terdiri atas analisa viskositas, kekuatan gel, derajat pembengkakan, dan sifat mikroskopis.

Tahap IV :

Pembuatan roti tawar dari tepung singkong serta dilakukan uji hedonik terhadap warna, tekstur, bau, rasa dan penerimaan secara umum.

### C. PERLAKUAN

Pada penelitian tahap I pembuatan tepung singkong dikerjakan dengan tiga perlakuan yaitu :

1. Perlakuan A : Pengukusan dengan dua tingkat yaitu tanpa pengukusan (A0) dan dengan pengukusan (A1).
2. Perlakuan B : Penambahan GMS, terdiri atas dua tingkat perlakuan yaitu tanpa penambahan GMS (B0) dan dengan penambahan GMS 1 % (B1).
3. Perlakuan C : Penyangraian, terdiri atas dua tingkat perlakuan yaitu tanpa penyangraian (C0) dan dengan penyangraian (C1).

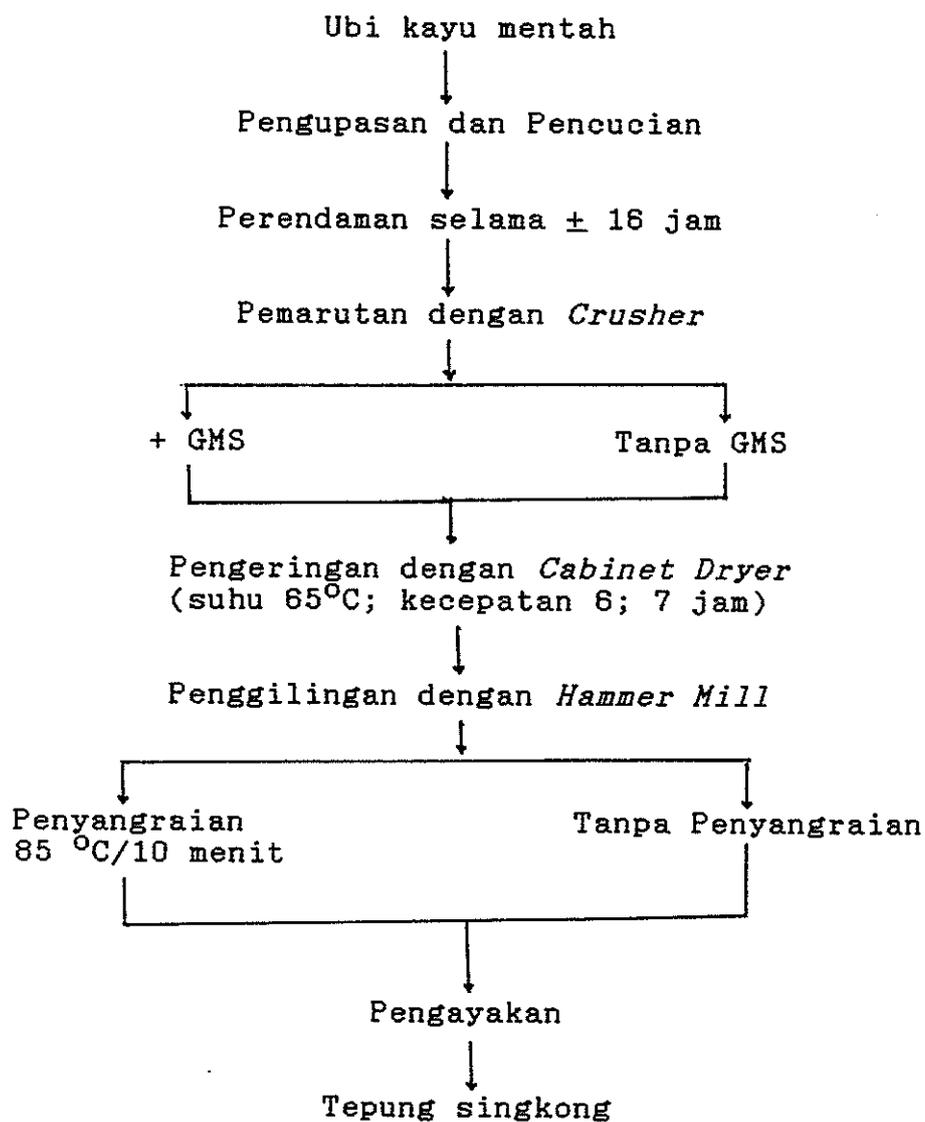
Pada penelitian tahap IV (pembuatan roti) juga diberikan tiga perlakuan, yaitu :

1. Perlakuan A : Lama waktu fermentasi adonan *sponge*, terdiri atas dua tingkat perlakuan masing-masing 1.5 jam (A1) dan 3.0 jam (A2).
2. Perlakuan B : Lama waktu *final proofing*, terdiri atas tiga tingkat perlakuan masing-masing 40 menit (B1), 60 menit (B2) dan 80 menit (B3).
3. Perlakuan C : Jenis tepung singkong, terdiri atas dua jenis tepung, yaitu tepung dengan modifikasi pengukusan atau tepung P (C1) dan tepung dengan modifikasi pengukusan dan penyangraian atau tepung PS (C2).

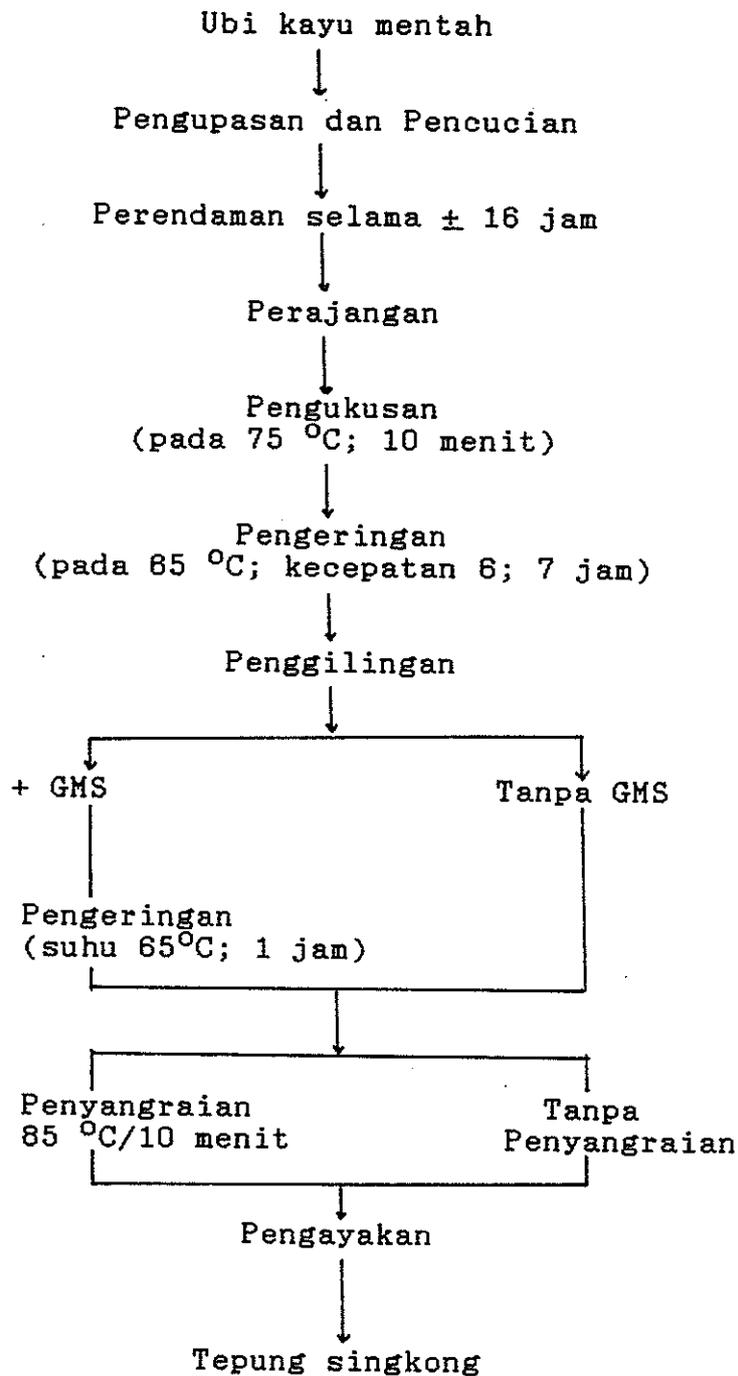


## D. PROSEDUR PELAKSANAAN

### 1. Pembuatan Tepung Singkong



Gambar 8 . Proses pembuatan tepung singkong tanpa modifikasi pengukusan



**Gambar 9. Proses pembuatan tepung singkong dengan modifikasi pengukusan**

## 2. Analisa Kimia

### a. Kadar Air (Fardiaz *et al.*, 1989)

Cawan kosong dan tutupnya dikeringkan dalam oven selama 10 menit dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang. Sejumlah sampel ditimbang dalam cawan diatas. kemudian cawan beserta isi dan tutupnya dikeringkan dalam oven (Memmert U-40, Jerman) pada suhu 100-102°C selama 6 jam. Pengeringan dilanjutkan sampai berat cawan konstan. Kemudian ditimbang kembali. Perhitungan dilakukan berdasarkan berat basah.

$$\text{Kadar air (\%)} = (a - b) / a \times 100\%$$

dimana :

a : berat sampel sebelum dikeringkan (g)

b : berat sampel setelah dikeringkan (g)

### b. Kadar Abu (Fardiaz *et al.*, 1986)

Cawan pengabuan dibakar dalam tanur, didinginkan dan ditimbang. Sebanyak 3-5 gram sampel ditimbang dalam cawan kemudian dibakar di atas pemanas sampai tidak berasap lagi. Selanjutnya cawan tersebut dibakar dalam tanur pengabuan (Toyo OPM, Jepang) sampai diperoleh abu atau sampai berat cawan dan isinya konstan (tetap). Pengabuan dilakukan dalam dua tahap, pertama pada

suhu 400°C dan kedua pada suhu 500°C. Kemudian sampel didinginkan dan ditimbang. Perhitungan dilakukan sbb :

$$\text{Kadar abu (\%)} = ( c / d ) \times 100\%$$

dimana :

c : berat abu (g)

d : berat sampel (g)

#### c. Kadar Lemak (ekstraksi soxhlet)

Tabung selulosa dan wadah lemak dari alat ekstraksi soxhlet (Tecator Soxtec System HT, Swedia) yang akan digunakan dikeringkan dalam oven dan didinginkan dalam desikator.

Sampel sebanyak 5 gram ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung sellulosa. Tabung sellulosa yang berisi sampel tersebut diletakkan dalam alat ekstraksi soxhlet. Petroleum eter dituangkan ke dalam alat secukupnya, sesuai dengan ukuran pada soxhlet. Refluks dilakukan selama 1 jam. Pelarut akan terdestilasi dan ditampung pada bagian penampungan. Wadah lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dipanaskan di oven pada suhu 105°C. Setelah kering dan beratnya tetap, wadah yang berisi lemak didinginkan kemudian ditimbang.

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{\text{berat lemak (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

d. **Kadar Protein (Fardiaz *et al.*, 1986)**

Sejumlah kecil sampel (kira-kira membutuhkan 3-10 ml HCl 0.01 N atau 0.02 N) ditimbang dan diletakkan ke dalam labu Kjeldahl 30 ml. Ke dalam labu tersebut ditambahkan 1.9 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 40 mg HgO dan 2 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Jika sampel lebih dari 15 mg ditambahkan 0.1 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk setiap 10 mg bahan organik diatas 15 mg. Kemudian ditambahkan beberapa butir batu didih. Sampel dididihkan selama 1-1.5 jam sampai cairan menjadi jernih.

Cairan didinginkan dan sejumlah kecil air ditambahkan perlahan-lahan, kemudian didinginkan. Isi dipindahkan ke dalam alat destilasi dan labu dibilas 5-6 kali dengan 1-2 ml air, air cucian dipindahkan ke dalam alat destilasi. Erlenmeyer yang berisi 5 ml larutan H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> dan 2 tetes indikator (campuran 2 bagian metil merah 0.2% dalam alkohol dan 1 bagian metilen blue 0.2% dalam alkohol) diletakkan di bawah kondensor. Ujung tabung kondensor harus terendam di bawah larutan H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>.

Larutan NaOH-Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> sebanyak 8-10 ml ditambahkan. Kemudian dilakukan destilasi sampai

tertampung kira-kira 15 ml destilat dalam erlenmeyer. Tabung kondensor dibilas dengan air dan bilasannya ditampung dalam erlenmeyer yang sama. Isi erlenmeyer diencerkan sampai kira-kira 50 ml, kemudian dititrasi dengan HCl 0.02 N sampai terjadi perubahan warna menjadi abu-abu. Dilakukan juga penetapan blanko. Perhitungan dilakukan sbb :

$$\text{Kadar N} = \frac{(\text{ml s} - \text{ml b}) \times \text{N HCl} \times 14.007 \times 100}{\text{mg s}}$$

Kadar protein = kadar N x faktor konversi

dimana :

s : sampel

b : blanko

HCl : normalitas HCl

Faktor konversi : 6.25

Kadar N dan protein dalam %.

**e. Kadar Karbohidrat (*by difference*)**

$$\text{Kadar karbohidrat (\%)} = 100\% - (\text{P} + \text{KA} + \text{A} + \text{L})$$

dimana :

P : kadar protein (%)

KA : kadar air (%)

A : kadar abu (%)

L : kadar lemak (%)

f. Kadar Serat (Fardiaz et al., 1986 dengan Modifikasi)

Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dan diekstrak lemaknya. Sampel tanpa lemak ini dipindahkan ke dalam erlenmeyer 600 ml dan ditambahkan 0.5 g asbes yang telah dipijarkan dan 3 tetes zat anti buih. Juga ditambahkan 200 ml Larutan  $H_2SO_4$  mendidih dan ditutup dengan pendingin balik, sampai mendidih selama 30 menit, sambil digoyang-goyang.

Suspensi disaring dengan kertas saring dan residu dicuci dengan air mendidih sampai air cucian tidak asam lagi (dengan kertas lakmus). Residu pada kertas saring dipindahkan ke dalam erlenmeyer dan sisanya dicuci dengan 200 ml larutan  $NaOH$  mendidih sampai semua residu masuk ke erlenmeyer.

Residu dididihkan dengan pendingin balik sambil kadang-kadang digoyang selama 30 menit. Kemudian disaring kembali dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya, sambil dicuci dengan larutan  $K_2SO_4$  10%. Residu dicuci lagi dengan air mendidih dan dilanjutkan dengan alkohol 95% sekitar 15 ml.



Kertas saring dikeringkan dengan isinya pada  $110^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya konstan (1-2 jam, dan didinginkan dalam desikator serta ditimbang. Hasil timbangan dikurangi berat asbes. Berat residu yang diperoleh adalah berat serat kasar yang terdapat dalam sampel.

**g. Kadar Pati (Fardiaz *et al.*, 1986)**

Sampel sebanyak 2-5 g ditimbang dalam gelas piala 250 ml, dan ditambah 50 ml air serta diaduk selama 1 jam. Suspensi disaring dan dicuci dengan air sampai volume filtrat 250 ml. Selanjutnya filtrat dibuang.

Jika bahan mengandung lemak, pati yang terdapat di kertas saring sebagai residu dicuci dengan 10 ml eter sebanyak 5 kali. Apabila eter telah menguap, dicuci kembali dengan 150 ml alkohol 10%. Kemudian residu dipindahkan ke dalam erlenmeyer dengan mencucinya, menggunakan 200 ml air dan 20 ml HCl 25%. Erlenmeyer ditutup dengan pendingin balik sampai mendidih selama 2.5 jam.

Larutan dibiarkan dingin dan dinetralkan dengan NaOH 45% dan diencerkan sampai 500 ml. Larutan disaring kembali. Kadar gula dinyatakan sebagai glukosa dari filtrat yang diperoleh.



Glukosa ditentukan dengan titrasi sebagai gula pereduksi. Dan banyaknya pati sebesar 0.9 x berat glukosa terukur.

### Penetapan Gula Pereduksi (Metoda Lane-Eynon)

#### a. Standarisasi Larutan Fehling

Larutan Fehling dimasukkan ke dalam erlenmeyer sebanyak 10 ml. Kemudian ditambahkan 20 ml air dan 7 ml larutan glukosa standar. Erlenmeyer dididihkan pada *hot plate* (Fisher Scientific 210 T, USA) ke dalamnya ditambahkan larutan metilen biru 0.2%.

Larutan fehling kemudian dititrasi dengan larutan dekstrosa standar sampai larutan berwarna merah bata.

#### b. Cara Penetapan

Filtrat dari persiapan sampel dimasukkan ke erlenmeyer sebanyak 10 ml, kemudian ditambahkan 10 ml larutan fehling dan 5 ml larutan dekstrosa standar. Kemudian larutan ini dititrasi.

Kadar gula pereduksi (%) dihitung sebagai glukosa dari titer penetapan larutan standar, blanko dan sampel.

h. **Kadar Amilosa (Fardiaz, *et al.*, 1989)**

Mula-mula dilakukan pembuatan kurva amilosa standar dengan menggunakan amilosa murni. Sebanyak 40 mg amilosa murni dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambah 1 ml etanol 95% dan 9 ml NaOH 1 N, dipanaskan dalam air mendidih selama 10 menit, didinginkan dan kemudian dipindahkan ke dalam labu takar 100 ml. Ke dalam labu takar itu ditambahkan aquades sampai tanda tera.

Sebanyak 1, 2, 3, 4 dan 5 ml larutan diatas dipipet, dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml dan diasamkan dengan asam asetat 1 N sebanyak 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 dan 1 ml. Ke dalam masing-masing labu takar itu ditambahkan 2 ml larutan iod dan aquades sampai tanda tera. Larutan digoyang dan dibiarkan selama 20 menit, kemudian diukur absorbansinya pada 620 nm (Shimadzu spektrofotometer UV-100-01, Jepang) dan dibuat kurva hubungan lurus antara kadar amilosa dan absorbansinya.

Selanjutnya dilakukan kadar pengukuran contoh. Sejumlah 100 mg contoh dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambah 1 ml etanol 95% dan 9 ml NaOH 1N dipanaskan dalam air mendidih selama 10 menit. Seluruh gel dipindahkan secara



kuantitatif ke dalam labu takar 100 ml dengan pencucian berkali-kali menggunakan aquades dan diencerkan menjadi 100 ml.

Dari larutan diatas, dipipet sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml. Sampel tersebut diukur absorbansinya dengan menggunakan prosedur yang sama dengan amilosa murni. Kadar amilosa dihitung Sbb. :

$$\text{Kadar Amilosa (bk)} = \frac{ax(fp \times v)}{b} \times \frac{100}{100-ka} \times 100$$

dimana :

a : konsentrasi amilosa dari kurva standar

fp : faktor pengenceran

v : volume mula-mula

b : berat contoh

ka : kadar air.

#### i. Kadar Maltosa (AACC, 1983)

Contoh ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukkan kedalam erlemayer 125 ml. Kemudian ditambahkan buffer dan dikocok.

Erlemeyer dimasukkan ke dalam penangas air pada suhu 30 °C dan dikocok setiap 15 menit. Setelah selesai selama 1 jam ditambahkan sulfuric acid 2 ml dan tungstat 2 ml untuk setiap kali penambahan dilakukan pengocokkan.



Suspensi disaring dan diambil filtratnya sebanyak 15 ml, dimasukkan ke dalam erlemayer 125 ml, ditambah Kalium ferrisianida 10 ml. Erlemeyer dimasukkan ke dalam penangas pada suhu 100 °C selama 20 menit.

Erlemeyer diangkat dan didinginkan dengan cepat, dan ditambah 25 ml asam asetat serta indikator KI. Kemudian dititrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  sampai perubahan warna dari coklat tua ke putih susu

**j. Kadar HCN (AOAC, 1955)**

20 g sampel di dalam labu perebus ditambahkan 10 ml asam tartrat 10 %, lalu disuling dengan penyuling uap.

Hasil sulingan ditampung dalam erlemeyer yang berisi 20 ml NaOH 5 %, dan dititrasi dengan larutan  $\text{AgNO}_3$  0.02 N dengan indikator KI 5 % sebanyak 3 ml. Titrasi dilakukan sampai terbentuk kekeruhan yang berwarna kuning dan tidak hilang lagi.

### 3. Analisa Fisik

#### a. Viskositas Pati

Viskositas pati ditentukan dengan menggunakan Amilograf (Brabender Duisburg Amylograph, Jerman). Alat ini digunakan untuk mengukur suhu gelatinisasi pati dan perubahan viskositas pasta pati selama pemanasan.

#### b. Kekuatan Gel

Sebelum dilakukan pengukuran, terlebih dahulu disiapkan suspensi tepung dengan konsentrasi sebagai berikut : 12 %, 14 %, 16 %, 18 %, dan 20 % ; lalu suspensi tepung tersebut dimasak pada suhu 100 °C selama 30 menit. Setelah itu pasta yang diperoleh dituangkan ke dalam wadah berbentuk silinder (tabung negative film). Kemudian didinginkan di dalam refrigerator selama 2 jam dan diukur besar kekuatan gelnya dengan alat pengukur kekuatan gel (Stevens LFRA *Texture Analyzer*, Inggris).

- c. Derajat Pembengkakan (Kulp, et al, 1981; Huang, et al, 1982; Swinkels, 1985, didalam Van Beynum, 1985)

Pati dengan konsentrasi 1 % dipanaskan selama 30 menit di dalam *thermostated bath* (GFL D3006, Burgwedel, Jerman), kemudian disentrifuse selama 15 menit (Fisher Scientific 22 5, USA). Supernatannya didekantasi dan endapannya ditimbang. Derajat pembengkakan ditentukan dalam kisaran suhu pembentukan pasta (55-90 °C) dengan interval 5 °C. Derajat pembengkakan dinyatakan dalam gram endapan/gram tepung kering.

- d. Sifat Mikroskopik

Bentuk granula pati dapat dilihat dengan menggunakan *Polarized Light Microscop* (Olympus PLM, Jepang). Suspensi pati dibuat dengan mencampurkan pati dengan aquades secukupnya. Suspensi dikocok kemudian diteteskan di atas gelas obyek dan ditutup dengan gelas penutup kemudian dipasang pada mikroskop. Pengamatan dan pemotretan dilakukan dengan meneruskan cahaya terpolarisasi.

e. ***Falling Number***

Bahan sebanyak 7 gram ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung *Falling Number* (FN). Tabung dikocok sebanyak 15 kali sehingga suspensi tercampur merata. Mulut dan tepi tabung dibersihkan dari tepung yang menempel, setelah itu tabung dimasukkan ke dalam alat (*Falling Number*, USA). Setelah 5 detik, pengocok pada alat dihidupkan selama 60 detik. Setelah itu skala FN diamati sampai pengocok menyentuh dasar tabung.

f. **Uji Gluten**

Sample sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam wadah khusus dan di tambah air sebanyak 5 ml. Wadah dipasangkan pada alat (*Glutenic Falling Number*, USA) dan alat dihidupkan. Setelah sample habis tercuci alat dimatikan. Jika tepung mengandung gluten maka gluten tersebut akan tersangkut pada pengaduk di dalam piringan gelas.

g. **Analisa Farinograf**

Bahan ditimbang sebanyak 350 gram dan dimasukkan ke dalam mangkuk Farinograf (*Brabender Duisburg Farinograf*, Jerman). Pengaduk dijalankan

beberapa saat, kemudian ditambahkan air dalam jumlah tertentu. Alat terus dijalankan sampai kurva pembentukan adonan jatuh kembali melewati garis konsistensi standar (500 BU).

#### h. Derajat Putih

Alat (Kett Whiteness Tester, Jepang) dihidupkan kemudian standar dimasukkan. Jarum penunjuk kemudian diatur sehingga tepat berada pada angka 100 %. Setelah itu sampel yang akan dianalisa dimasukkan ke dalam wadah khusus dan diukur nilai derajat putihnya.

#### i. Penentuan Derajat Gelatinisasi

Derajat (%) gelatinisasi dihitung melalui pengamatan dengan mikroskop polarisasi (Olympus PLM, Jepang), derajat gelatinisasi diperoleh dengan membagi jumlah granula tertentu dengan jumlah seluruh granula yang ada di bidang pandang mikroskop, pada saat pengamatan.

#### j. Pembuatan Roti Modifikasi Metode *Straight Dough*

Tepung sebanyak 100 gram dijadikan pasta dengan penambahan air sebanyak 560 ml. Setelah pasta dingin seluruh bahan (Lampiran 1)



dimasukkan kedalam mangkuk pengadukan dan bahan diaduk sampai kalis. Kemudian bahan diistirahatkan selama 1 jam, dan dibagi-bagi dengan berat 550 gram. Adonan dibulatkan dan istirahat kembali selama 10 menit. Selanjutnya adonan diroll, dipulung dan dimasukkan kedalam cetakan roti. Adonan dibiarkan mengalami *final proofing*, kemudian dibakar di oven pada suhu 215 °C selama 35 menit.

k. **Pembuatan Roti Modifikasi Metode *Sponge and Dough***

Tepung singkong 100 gram dijadikan pasta dengan penambahan air 560 ml. Sementara itu seluruh tepung terigu dimasukkan ke dalam mangkuk pengadukan (untuk dijadikan *sponge*) dan dicampur dengan ragi dan air 60 % berat tepung total sampai homogen tetapi belum mencapai titik kalis. *Sponge* ini dibiarkan istirahat (terfermentasi) selama 3 jam. Setelah itu seluruh bahan sisa (Lampiran 1) dicampurkan dan diaduk sampai adonan menjadi kalis. Adonan dibiarkan istirahat selama 15 menit lalu dibagi-bagi dengan berat 550 gram dan dibulatkan. Bulatan dibiarkan istirahat kembali selama 10 menit. Selanjutnya bulatan diroll, dipulung dan dimasukkan ke dalam cetakan



roti. Adonan dibiarkan mengalami *final proofing* selama 1 jam kemudian dibakar pada suhu 215 °C selama 35 menit.

#### 1. Pembuatan Roti Modifikasi Metode *No Time Dough*

Tepung singkong 100 gram dijadikan pasta dengan jumlah air 560 ml. Kemudian seluruh bahan (Lampiran 1) diaduk sampai kalis, dibiarkan selama 15 menit. Kemudian dibagi-bagi dalam berat 550 gram dan dibulatkan. Setelah diistirahatkan selama 10 menit selanjutnya adonan diroll, dipulung dan dimasukkan kedalam cetakan. Adonan dibiarkan mengembang selama 40 - 60 menit, kemudian dibakar pada suhu 215 °C selama 35 menit.

#### m. Uji Organoleptik

Uji organoleptik meliputi tingkat penerimaan panelis terhadap warna, tekstur, aroma, rasa dan penerimaan secara umum. Kisaran skor diberikan dari 1-7.

### E. RANCANGAN PERCOBAAN

Dalam penelitian ini rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan

tiga faktor. Masing-masing faktor perlakuan terdiri dari dua taraf. Setiap analisa dilakukan dua ulangan. Model matematika dari rancangan diatas adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijkl} = U + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{jk} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Keterangan :

$i = 1,2$

$k = 1,2$

$j = 1,2$

$l = 1,2$

$Y_{ijkl}$  = nilai pengamatan untuk tiap perlakuan

$U$  = nilai tengah

$A_i$  = pengaruh utama faktor A pada taraf i

$B_j$  = pengaruh utama faktor B pada taraf j

$C_k$  = pengaruh utama faktor C pada taraf k

$(AB)_{ij}$  = pengaruh interaksi kombinasi perlakuan A pada taraf i dan B pada taraf j

$(AC)_{ik}$  = pengaruh interaksi kombinasi perlakuan a pada taraf i dan C pada taraf k

$(BC)_{jk}$  = pengaruh interaksi kombinasi perlakuan B pada taraf j dan C pada taraf k

$(ABC)_{ijk}$  = pengaruh interaksi kombinasi perlakuan A pada taraf i , B pada taraf j dan C pada taraf k

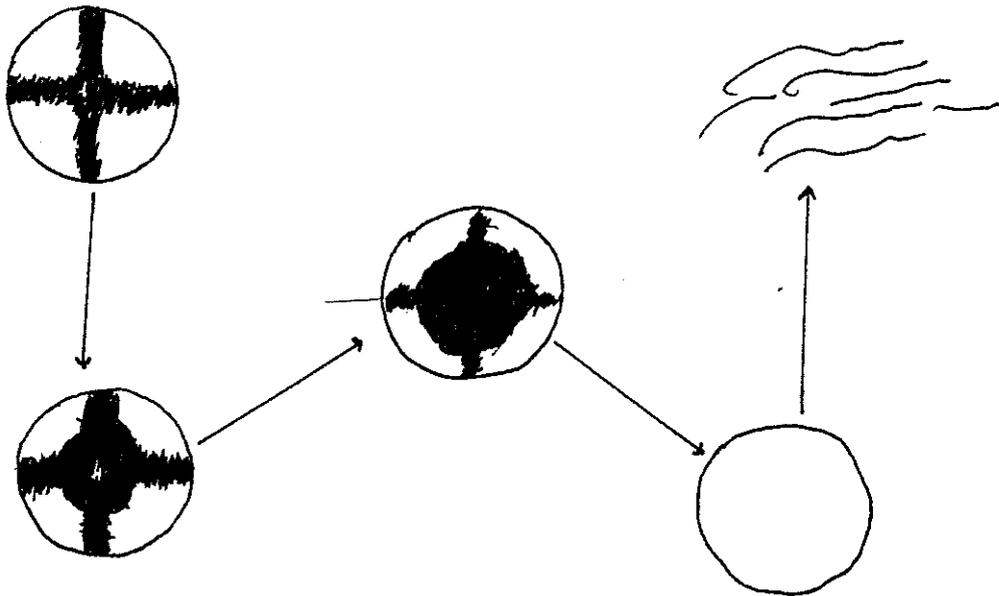
$E_{ijkl}$  = pengaruh acak

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan ini pertama-tama dilakukan analisa mikroskopis dari tepung-tepung dengan perlakuan pengukusan pada berbagai tingkat suhu dan waktu pengukusan. Menurut Wirakartakusumah (1981), proses gelatinisasi dapat dipelajari secara kualitatif dengan menggunakan mikroskop polarisasi sedangkan informasi kuantitatif dapat diperoleh dengan menggunakan DSC. Hasil pemotretan granula berbagai tepung dengan berbagai tingkat perlakuan dapat dilihat pada Gambar 11, Gambar 12 dan Gambar 13.

Analisa mikroskopis bertujuan untuk menentukan titik kritis dari granula pati tepung singkong sebelum granula tersebut mengalami gelatinisasi sempurna. Titik kritis tersebut ditandai dengan pudarnya efek *birefringence* pada granula pati yang digunakan sebagai tanda telah terjadinya gelatinisasi parsial. Efek *birefringence* pada granula pati ditunjukkan oleh adanya *cross section* atau warna biru kuning pada granula. Pudarnya efek *birefringence* dimulai dari terbentuknya bulatan gelap pada bagian dalam granula pati. Berdasarkan pengamatan mikroskopis tahapan proses hilangnya efek *birefringence* selama gelatinisasi granula pati dijelaskan dengan Gambar 10.



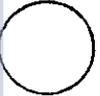
Gambar 10. Tahapan proses gelatinisasi

Keterangan gambar :

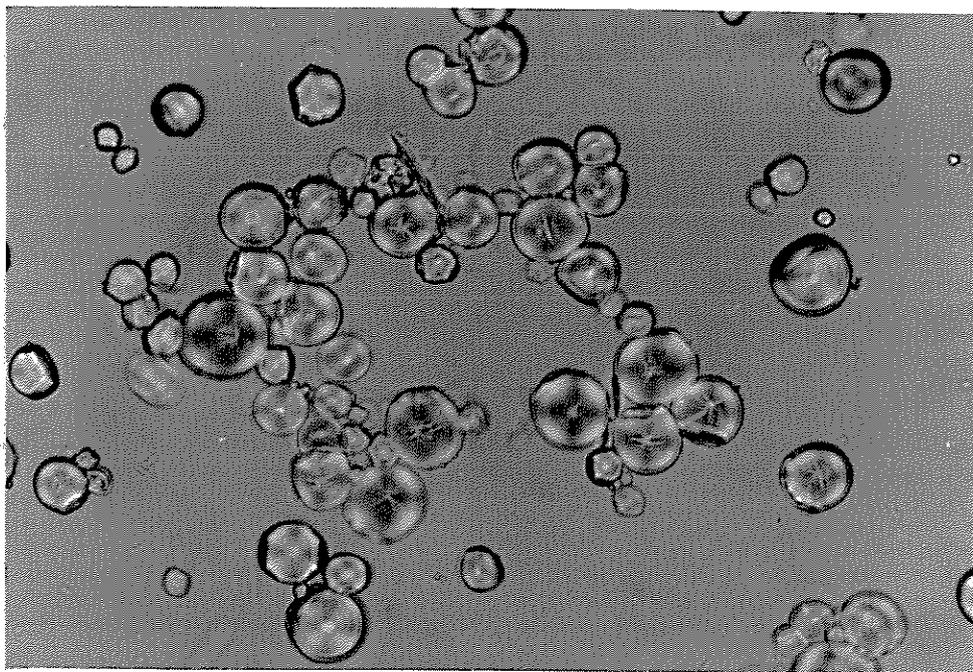
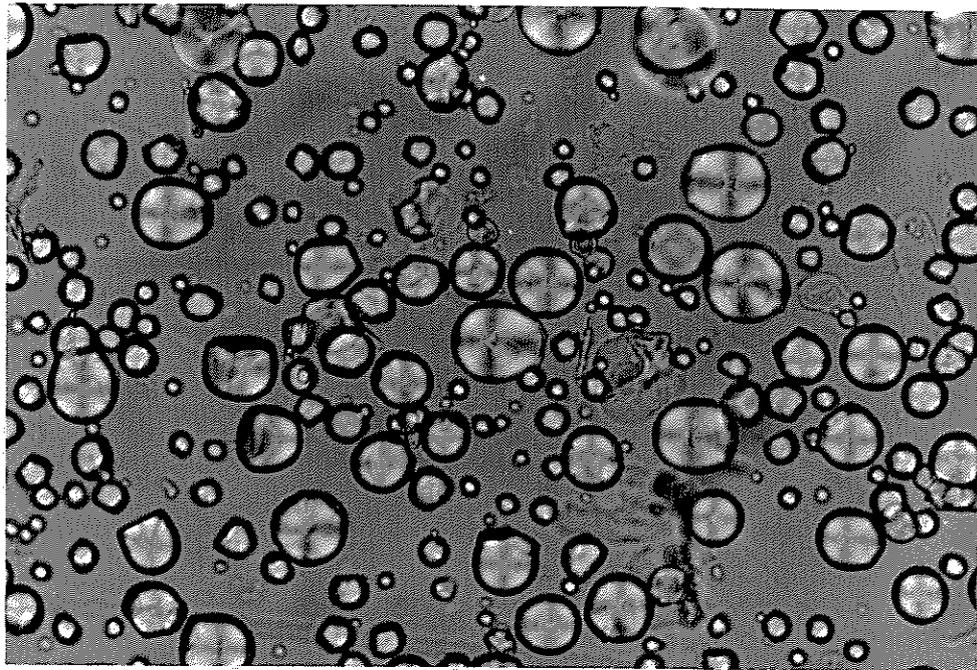
- a. Pati belum tergelatinisasi dengan efek birefringence yang tampak jelas.
- b. Proses gelatinisasi mengakibatkan *birefringence* mulai memudar dan ditandai dengan adanya bulatan gelap yang tampak makin jelas di dalam granula pati dengan bagian pusat seperti cahaya berwarna putih (*hylum*).
- c. Bulatan gelap makin membesar dan menutupi hampir seluruh granula pati, diikuti oleh semakin hilangnya efek *birefringence*.
- d. Bulatan gelap memudar dan granula pati tampak lebih transparan.
- e. Granula pati pecah dan membentuk massa yang *amorphous*

Persentase jumlah granula yang berada pada masing-masing tahap pada Gambar 10 dapat dilihat pada Tabel 5. Hal penting yang dapat disimpulkan disini adalah bahwa proses gelatinisasi merupakan fungsi dari suhu dan waktu.

Tabel 5. Jumlah granula pada masing-masing tahap pada berbagai perlakuan

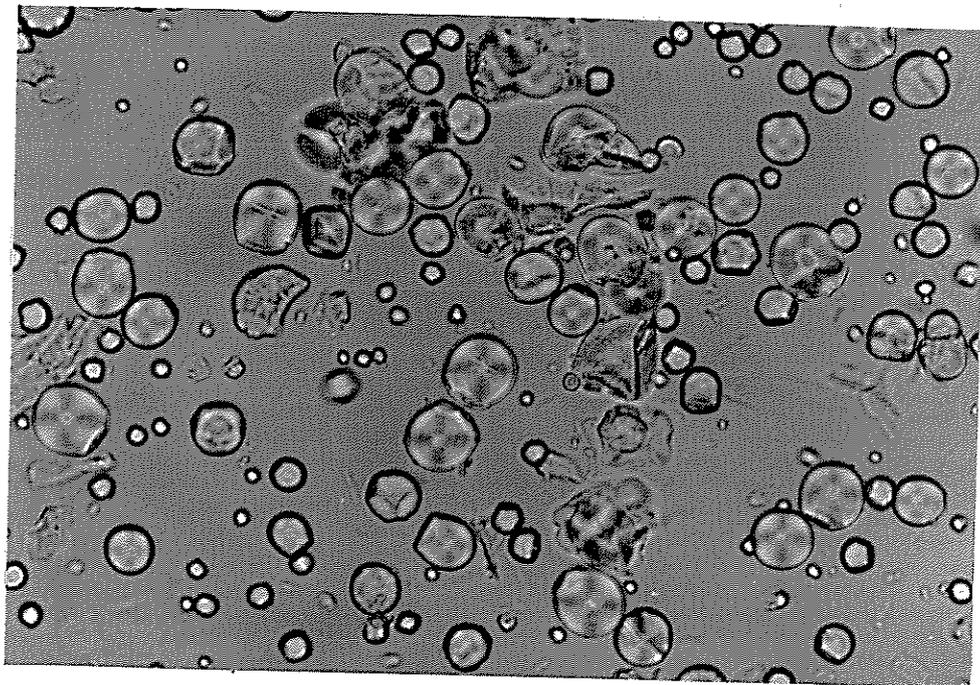
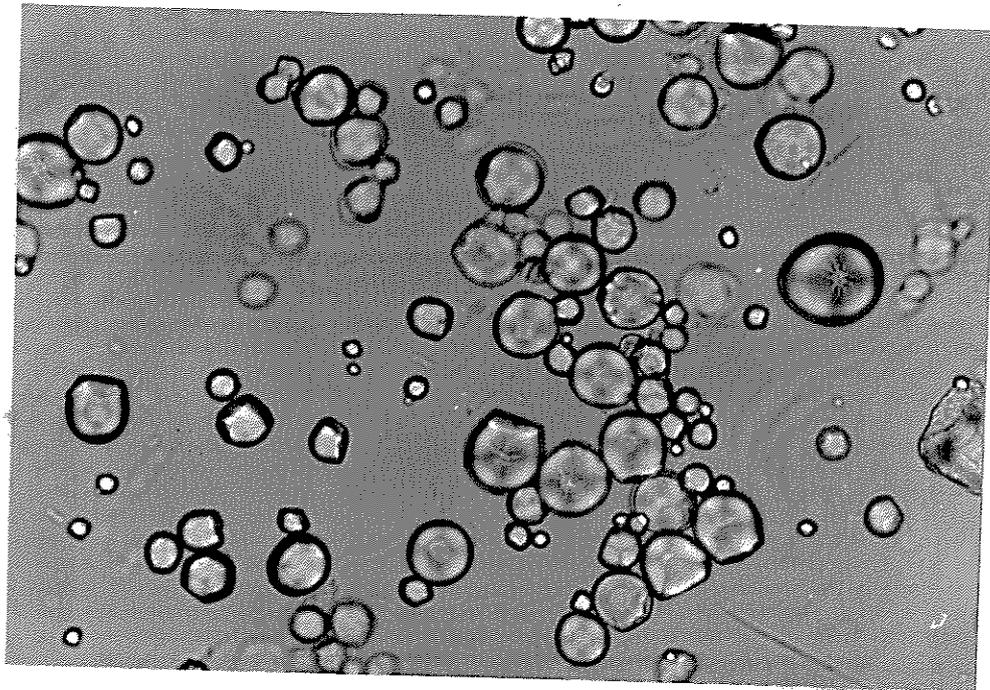
Tahap perubahan	65 °C		70 °C		75 °C		
	20'	30'	20'	30'	10'	20'	30'
	67	13.8	60.4	2.2	7.0	0.1	0
	22	72.2	31.0	60.0	64.9	65.5	30
	4.4	10.2	6.9	17.8	24.6	31.0	20
	6.6	3.8	1.7	20	3.5	3.4	50

Berdasarkan pengamatan pada mikroskop dan data pada Tabel 5, kemudian dipilih tepung dengan perlakuan pengukusan pada 65 °C/30' dan 75 °C/10', untuk diamati lebih lanjut menggunakan amilograf. Pemilihan ini dilakukan berdasarkan pengaruh perlakuan pada efek *birefringence* dari granula pati, dengan kriteria 60 sampai 75 % granula, efek *birefringence*-nya telah memudar (ditandai dengan terbentuknya bulatan gelap).



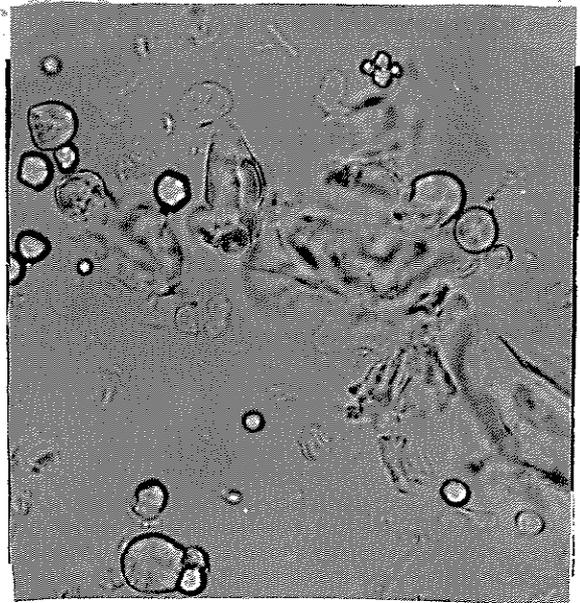
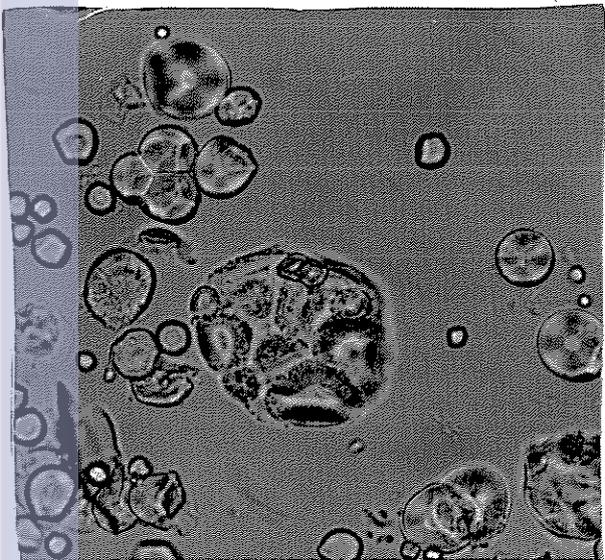
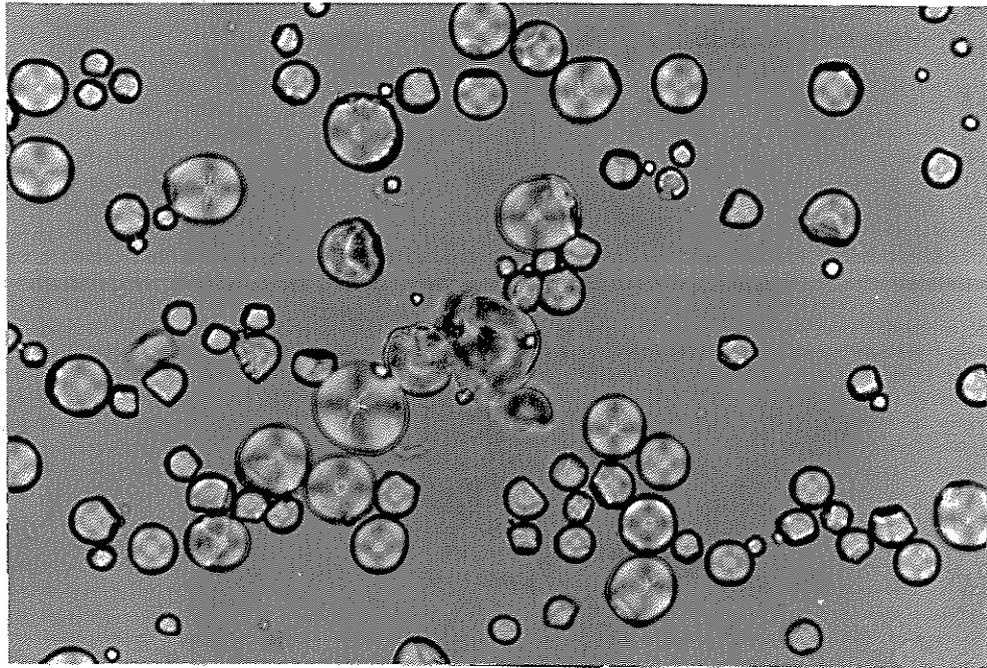
- a. Pengukusan pada 65 °C, 20 menit
- b. Pengukusan pada 65 °C, 30 menit

**Gambar 11. Foto mikroskopis tepung singkong dengan pengukusan pada suhu 65 °C**



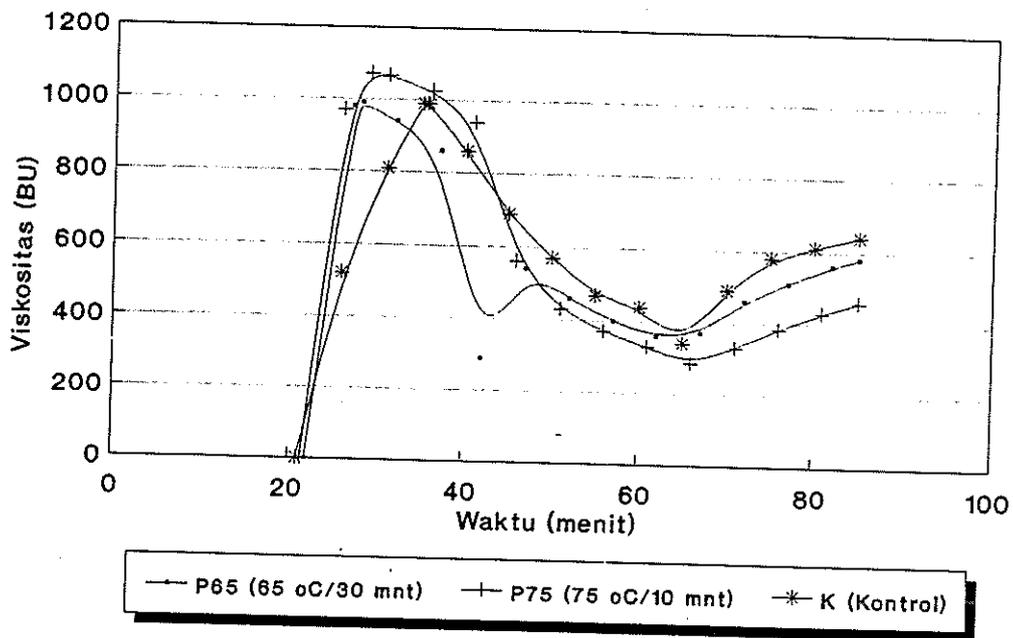
- a. Pengukusan Pada 70 °C, 20 menit
- b. Pengukusan pada 70 °C, 30 menit

**Gambar 12.** Foto mikroskopis tepung singkong dengan pengukusan pada suhu 70 °C

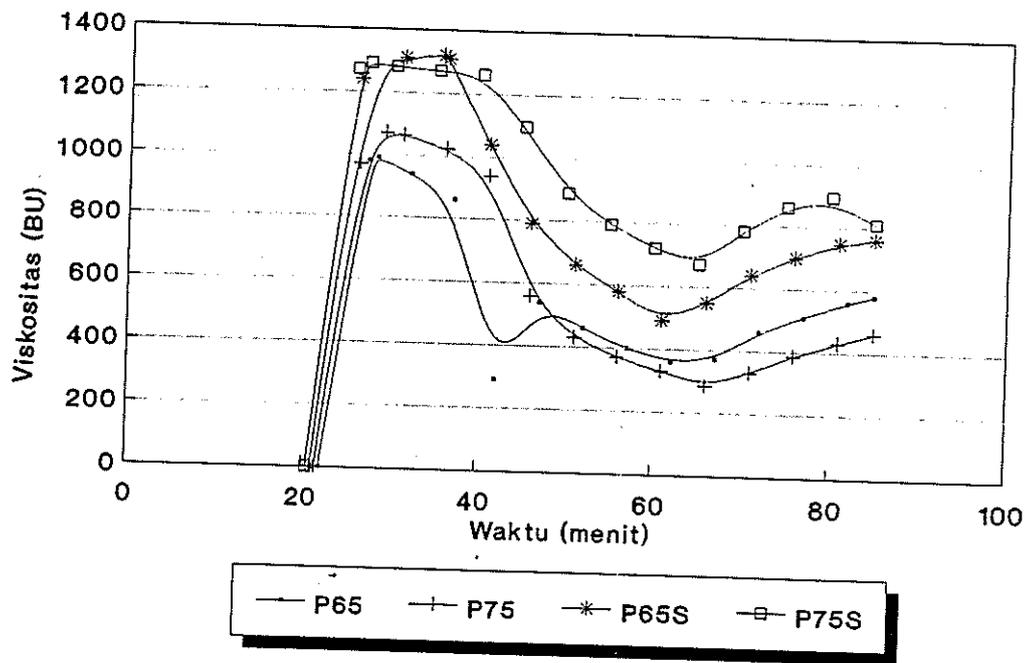


- a. Pengukusan pada 75 °C, 10 menit
- b. Pengukusan pada 75 °C, 20 menit
- c. Pengukusan pada 75 °C, 30 menit

**Gambar 13.** Foto mikroskopis tepung singkong dengan pengukusan pada suhu 75 °C



Gambar 14. Kurva anilograf tepung dengan pengukusan pada 65 °C/30 menit (P65), 75 °C/10 menit (P75) dan tepung tanpa perlakuan (K).



Gambar 15. Kurva anilograf tepung dengan pengukusan P65 dan P75 serta tepung dengan perlakuan pengukusan diikuti penyangraian (P65S dan P75S).

Tabel 6. Data anilograf percobaan pendahuluan

Jenis tepung	SG	SGP	$V_{\max}$	$V_{50^{\circ}\text{C}}$	SB
K	61.5	83.25	990	630	-360
P <sub>65</sub>	63.0	72.00	990	570	-420
P <sub>75</sub>	62.25	73.50	1070	460	-610
P <sub>65</sub> S	61.50	83.25	1320	760	-560
P <sub>75</sub> S	60.75	70.50	1290	900	-390

Keterangan tabel 6 :

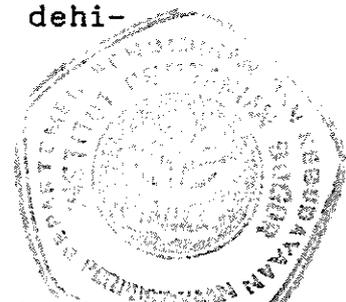
- SG : Suhu Gelatinisasi ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 SGP : Suhu Granula Pecah ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $V_{\max}$  : Viskositas maksimum pasta (BU)  
 $V_{50^{\circ}\text{C}}$  : Viskositas dingin pada  $50^{\circ}\text{C}$  (BU)  
 SB : Viskositas balik (BU)

Hasil pengamatan amilograf pada percobaan pendahuluan dapat dilihat pada Gambar 14, Gambar 15 dan Tabel 6. Berdasarkan data yang diperoleh terlihat bahwa tepung dengan perlakuan pengukusan pada suhu 75 °C selama 10 menit lebih resisten terhadap kepecahan granula, sehingga puncak viskositasnya lebih lebar (Gambar 14). Menurut Campbell *et al.* (1950), pati dengan puncak yang lebar (*Plateau*) lebih disukai dalam pengolahan, karena pembengkakan granula yang seragam lebih mudah diperoleh.

Selain itu tepung P75 dan P75S juga memiliki daya *thickening* lebih tinggi. Hal ini dapat dilihat dari tingginya nilai  $V_{max}$  dan  $V_{50}$  °C (Tabel 6). Daya *thickening* yang tinggi memungkinkan penggunaan tepung dalam jumlah yang lebih kecil untuk mencapai nilai viskositas tertentu, sehingga biaya produksi dapat berkurang (Knight, 1974).

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis dan amilograf diatas pada percobaan pendahuluan dipilih perlakuan pengukusan pada suhu 75 °C selama 10 menit sebagai faktor perlakuan (A).

Pemilihan perlakuan penyangraian mengacu pada penelitian Abraham *et al.* (1983). Menurut Abraham *et al.* tepung singkong yang akan dikenai perlakuan penyangraian perlu diatur kadar airnya menjadi  $28 \pm 2$  %. Hal ini perlu dilakukan karena selama penyangraian terjadi dehi-



drasi yang cukup tinggi, sehingga tepung perlu mengalami *conditioning* terlebih dahulu.

Tepung dengan suhu penyangraian lebih besar dari 100 °C cenderung memiliki warna yang lebih tua, dan mudah mengalami kekosongan, sehingga dipilih penyangraian pada suhu  $80 \pm 5$  °C selama 10 menit.

## B. PEMBUATAN TEPUNG SINGKONG

Menurut Laporan Departemen Perindustrian (1991), pembuatan tepung singkong dapat dilakukan dengan metoda kering dan metoda basah. Pembuatan dengan metode basah memiliki kelebihan dibandingkan metode kering, dimana pada metode basah adanya proses reduksi ukuran melalui pamarutan serta reduksi kadar air dengan pemerasan menyebabkan proses pengeringan tepung singkong menjadi lebih cepat.

Pada penelitian ini pemilihan metode pembuatan singkong tergantung kepada perlakuan modifikasi yang akan diberikan. Pada pembuatan tepung singkong dengan perlakuan pengukusan pembuatan tepung dengan metode basah sulit dilakukan karena parutan singkong dari tepung yang telah mengalami gelatinisasi parsial akan membentuk massa yang padat dan sukar dihancurkan. Tepung dengan perlakuan pengukusan dibuat dengan metode kering yang telah dimodifikasi sedangkan tepung tanpa perlakuan pengukusan

dibuat dengan metode basah yang sudah dimodifikasi tanpa melalui tahap pemerasan.

Pengeringan pada penelitian ini dilakukan dengan *Cabinet Dryer*. Selain dengan alat pengering, pengeringan dapat pula dilakukan dengan sinar matahari. Pengeringan dengan sinar matahari sangat bergantung pada cuaca, waktu lebih lama, sanitasi sulit diawasi dan mutu bahan kering hasil penjemuran umumnya lebih rendah daripada hasil pengeringan dengan alat. Keuntungan proses penjemuran adalah biayanya yang murah dan peralatannya yang sederhana. Dengan menggunakan *Cabinet Dryer* proses pengeringan dapat dikontrol suhunya dan aliran udara selama pengeringan berlangsung lebih lancar.

### C. SIFAT KIMIA

Selain dipengaruhi oleh bahan mentah yang dipergunakan komposisi kimia dari tepung singkong pada penelitian ini dipengaruhi pula oleh perlakuan yang diberikan selama pembuatan tepung (Tabel 7). Pembahasan sifat kimia dibatasi hanya pada komponen yang mungkin dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan yaitu kadar air, kadar lemak, kadar amilosa, kadar maltose dan kadar HCN.

**Tabel 7. Komposisi kimia tepung singkong dengan berbagai perlakuan**

Komposisi Kimia (%;db) <sup>†</sup>					Jenis Tepung			
	K	P	G	S	PG	PS	GS	PGS
Air (wb)	12.32	9.82	12.10	8.16	9.53	7.75	7.59	7.37
Abu	2.23	2.53	2.08	2.39	1.78	2.32	2.20	2.56
Lemak	0.36	0.36	0.40	0.41	1.20	0.52	0.54	1.28
Protein	1.71	1.52	1.12	0.92	1.07	1.46	0.91	1.32
Karbohidrat	83.38	85.77	84.30	88.13	87.10	87.27	88.76	87.47
Serat	1.34	1.51	1.50	1.76	1.48	1.41	1.74	1.80
Pati	79.04	75.38	78.84	77.42	75.11	76.10	76.46	75.79
Amilosa	7.54	6.96	6.29	6.82	5.23	6.62	6.58	5.32
Maltosa	0.92	0.69	0.86	0.95	0.94	0.65	1.01	0.82
HCN (ppm)	13.45	12.82	14.81	10.68	13.65	9.82	11.09	9.24

<sup>†</sup>Kecuali kadar air dinyatakan dalam wet basis dan HCN dalam ppm

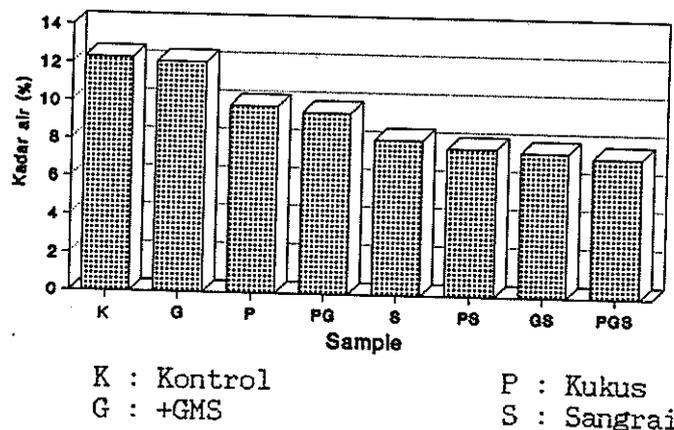
**Keterangan :**

- K : Kontrol (tanpa perlakuan)  
 P : Pengukusan  
 S : Penyangraian  
 G : +GMS  
 PG : Pengukusan + GMS  
 GS : +GMS + Penyangraian  
 PGS : Pengukusan + GMS + Penyangraian

## 1. Kadar Air

Proses pengeringan pada pembuatan tepung singkong bertujuan untuk menurunkan jumlah air yang dikandung oleh bahan mentah. Penurunan jumlah air pada bahan makanan dapat menghambat laju kerusakan bahan makanan tersebut. Hal ini dapat terjadi karena kerusakan bahan makanan umumnya merupakan proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatik atau kombinasi antara ketiganya yang berlangsung akibat tersedianya air di dalam bahan makanan tersebut.

Kadar air tepung singkong pada penelitian ini berkisar antara 7.37 - 12.32 % (wb). Mengacu kepada standar SII yang dikeluarkan oleh Departemen Perindustrian, kisaran kadar air yang diperoleh telah memenuhi standar mutu tepung singkong yaitu maksimum 15 %.

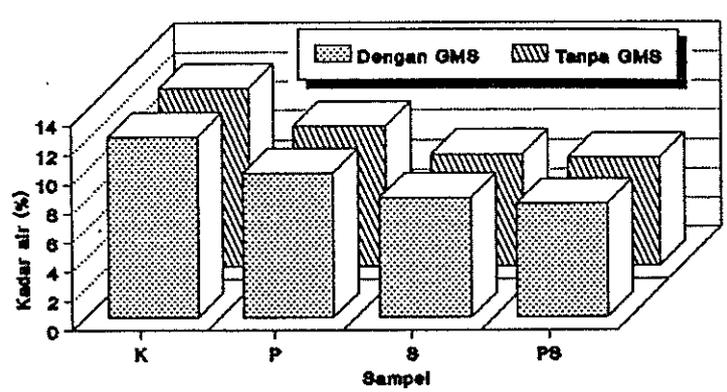


Gambar 16. Kadar air tepung dengan berbagai perlakuan

Interaksi antara berbagai perlakuan berpengaruh nyata pada nilai kadar air tepung, kecuali interaksi antara pengukusan dengan penambahan GMS (interaksi AB) dan penyangraian dengan penambahan GMS (interaksi BC).

Perlakuan modifikasi yang berbeda menghasilkan tepung dengan kadar air yang berbeda. Hal ini dapat dilihat pada gambar 16. Pengukusan (faktor A), penambahan GMS (faktor B) dan penyangraian (faktor C) berpengaruh nyata dalam menurunkan kadar air tepung singkong.

Tepung dengan penambahan GMS cenderung memiliki kadar air yang lebih rendah (Gambar 17). Hal ini mungkin disebabkan karena GMS dapat membentuk lapisan pada granula tepung yang menghalangi proses penyerapan air oleh granula tepung. Selain itu tepung dengan penambahan GMS cenderung memiliki kadar amilosa yang rendah sehingga kadar airnya pun rendah. Menurut Malz (1959) dan Febryanti (1991), pati dengan kadar amilosa tinggi akan lebih banyak menyerap air.



Gambar 17. Hubungan penambahan GMS dengan kadar air

Hal ini disebabkan karena...  
1. Dilihat dari gambar...  
2. Pengukusan...  
3. Penambahan GMS...  
4. Penyangraian...  
5. Kadar air...  
6. Kadar amilosa...  
7. Pati...  
8. Kadar air...  
9. Pati...  
10. Kadar air...

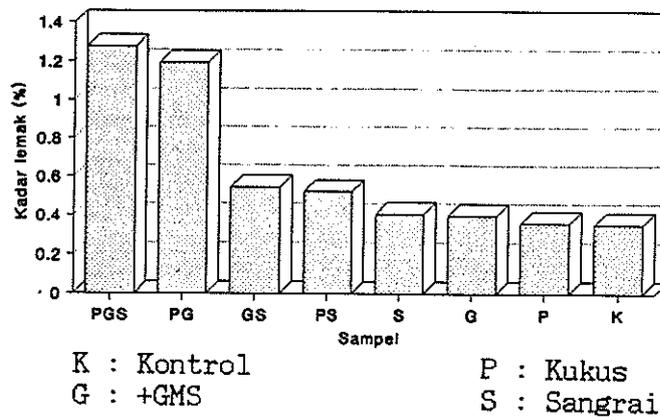
Kadar Air yang lebih rendah pada tepung dengan perlakuan pengukusan dan penyangraian mungkin disebabkan oleh terjadinya perubahan bentuk granula pati karena pembengkakan yang irreversibel. Pembengkakan ini mempengaruhi sifat penyerapan maupun pengikatan granula terhadap air. Granula yang telah membengkak cenderung memiliki rongga antar sel yang lebih besar, sehingga selama pengeringan air yang dikandung akan lebih mudah terlepas.

Perlakuan penyangraian juga berpengaruh pada kadar air tepung. Panas pada proses penyangraian mengakibatkan terjadinya dehidrasi pada tepung sehingga kadar air tepung berkurang.

## 2. Kadar Lemak

Lemak merupakan polimer yang tersusun dari unsur-unsur carbon, hidrogen dan oksigen. Kadar lemak singkong pada penelitian ini berkisar antara 0.36 - 1.28 % (Gambar 18). Dalam SII kandungan lemak tidak termasuk kedalam syarat mutu yang ditetapkan.

Perlakuan yang diberikan cenderung meningkatkan kadar lemak tepung. Pengukusan (faktor A), interaksi antara penambahan GMS dan penyangraian (interaksi BC) serta interaksi antara pengukusan, penambahan GMS dan penyangraian (interaksi ABC) berbeda nyata pada taraf F.05 maupun F.01.



**Gambar 18. Kadar Lemak Tepung Dengan Berbagai Perlakuan**

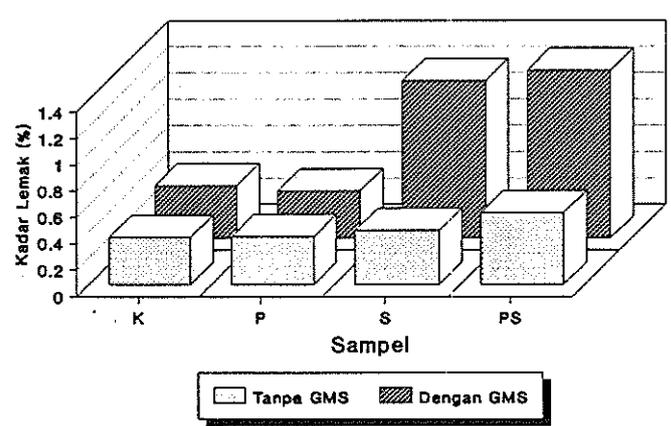
Pengukusan dan penyangraian mengakibatkan komposisi kimia dari tepung berubah. Perubahan kadar air karena kedua perlakuan diatas dan terekstraknya komponen larut air selama pengukusan akan berpengaruh pada kadar lemak tepung. Kedua perlakuan diatas menyebabkan kadar lemak tepung bergerak ke atas (meningkat).

Penambahan GMS walaupun cenderung meningkatkan kadar lemak (Gambar 19), berdasarkan analisa varian tidak menimbulkan perbedaan yang nyata. Peningkatan kadar lemak yang tidak nyata secara statistik akibat penambahan GMS juga dilaporkan oleh Yusuf *et al.* (1985).

Kadar lemak tepung pada penelitian ini juga dipengaruhi oleh proses pencampuran (*mixing*) antara tepung dengan GMS. Secara teoritis penambahan GMS akan meningkatkan kadar lemak tepung secara seragam. Tetapi pada penelitian ini hipotesa tersebut tidak ditemui. Kadar

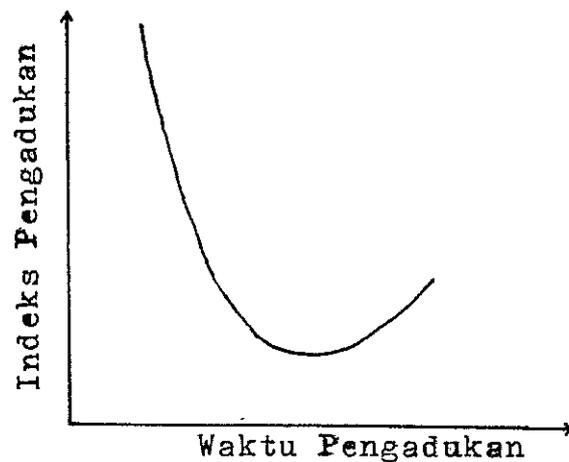
lemak tepung PGS dan PG masing-masing 1.28 % dan 1.20 %, sedangkan tepung G dan GS masing-masing 0.4 % dan 0.54 %. Perbedaan kadar lemak tepung yang cukup besar pada tepung-tepung dengan penambahan GMS selain disebabkan oleh perbedaan kadar air dan komponen kimia lain juga disebabkan oleh terjadinya fenomena *de-mixing* (pencampuran yang tidak merata) selama pencampuran GMS ke dalam tepung saat pembuatan.

Menurut Jackson dan Lamb (1981), fenomena *de-mixing* dapat terjadi karena perbedaan fisik (*physical properties*) seperti ukuran, bentuk atau densitas dari bahan-bahan yang dicampurkan atau terjadinya aglomerasi dari partikel campuran dengan derajat aglomerasi (*degree of agglomeration*) yang tidak umum. Derajat aglomerasi yang tidak umum dapat terjadi karena adanya lemak atau kelembaban yang berlebihan (*excessive moisture*). Fenomena *de-mixing* dapat dilihat pada Gambar 20.



**Gambar 19. Hubungan Penambahan GMS Dengan Kadar lemak**

Hal ini disebabkan karena...  
 1. Dilihat dari...  
 2. Diperhatikan...  
 3. Diperhatikan...  
 4. Diperhatikan...  
 5. Diperhatikan...  
 6. Diperhatikan...  
 7. Diperhatikan...  
 8. Diperhatikan...  
 9. Diperhatikan...  
 10. Diperhatikan...



Gambar 20. Fenomena *de-mixing*

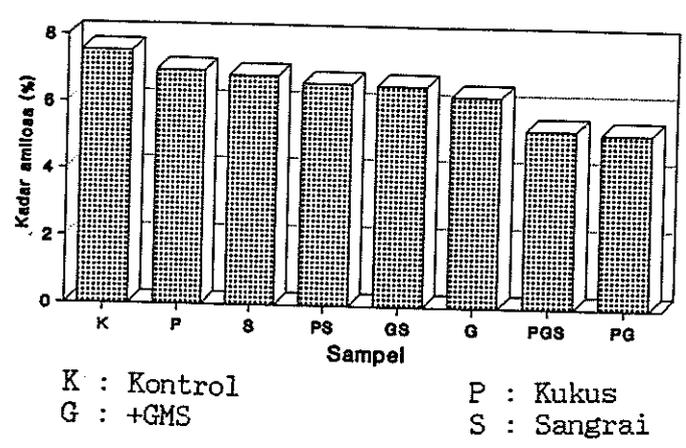
Sesuai dengan laporan diatas pada penelitian ini penambahan GMS yang diikuti dengan pengeringan dan penyangraian memungkinkan terjadinya fenomena *de-mixing*, sehingga kadar lemak tepung memiliki perbedaan yang sangat besar.

### 3. Kadar Amilosa

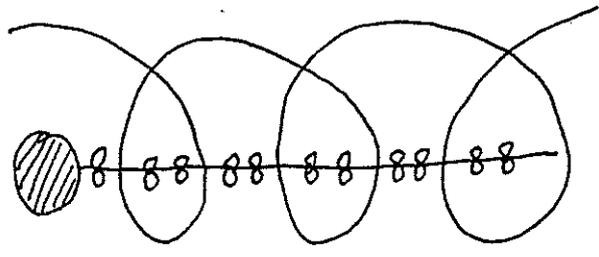
Pati terdiri dari dua fraksi yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan rantai lurus dengan ikatan alpha-1,4. Banks dan Greenwood (1967) melaporkan bahwa pada amilosa juga terdapat percabangan seperti halnya amilopektin. Menurut Miller (1973), kadar amilosa berpengaruh positif pada proses retrogradasi pati.

Kadar amilosa tepung singkong pada penelitian ini berkisar antara 5.23 - 7.54 % (Gambar 21). Kadar amilosa yang rendah ini berperan dalam memberikan nilai viskosi-

tas balik yang negatif pada pasta yang dibentuknya. Berdasarkan analisa varian seluruh perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh nyata pada kadar amilosa tepung.



Gambar 21. Kadar amilosa tepung dengan berbagai perlakuan



Gambar 22. Kompleks GMS-amilosa (Carlson et al, 1979; didalam Juliano, 1985)

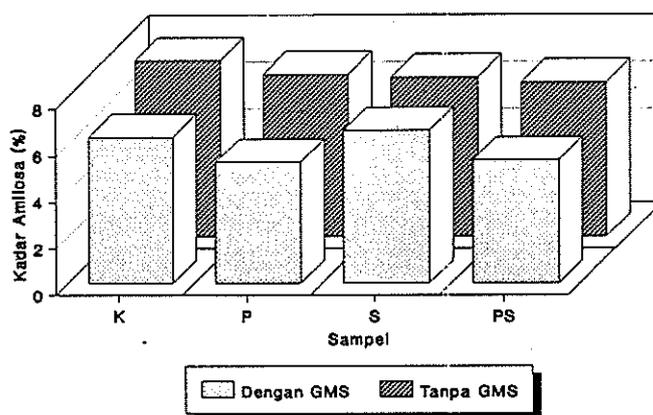
GMS dapat membentuk kompleks dengan amilosa membentuk struktur heliks (Gambar 22). Terbentuknya kompleks GMS-amilosa ini mengakibatkan kandungan amilosa pada tepung-tepung dengan penambahan GMS cenderung lebih rendah, walau pun secara statistik tidak berbeda nyata (Gambar 23). Leach et.al. (1959), Glicksman (1969), Priestley (1977) didalam Wirakartakusumah (1981) dan Febryanti (1991), melaporkan bahwa lemak yang mengompleks

Hal yang harus diperhatikan dalam analisis...  
 1. Dalam analisis sebagai data statistik...  
 2. Pengujian harus dilakukan...  
 3. Pengujian harus dilakukan...  
 4. Pengujian harus dilakukan...  
 5. Pengujian harus dilakukan...  
 6. Pengujian harus dilakukan...  
 7. Pengujian harus dilakukan...  
 8. Pengujian harus dilakukan...  
 9. Pengujian harus dilakukan...  
 10. Pengujian harus dilakukan...

a. Hal yang harus diperhatikan dalam analisis...

Febryanti (1990), melaporkan bahwa lemak yang mengompleks dengan amilosa akan membentuk endapan tidak larut dan diduga adanya lemak ini akan menghambat pengeluaran amilosa dari granula pati. Menurut Carlson et.al (1979) di dalam Juliano (1985), amilosa hanya mengkompleks 20 % dari berat gliserol monostearin, ekuivalen dengan tiga heliks untuk tiap monogliserida dan meliputi 10 atom karbon dari rantai asam lemak stearin.

Secara statistik efek penyangraian tidak menghasilkan kadar amilosa yang berbeda nyata. Hal ini disebabkan karena suhu pada proses penyangraian belum cukup tinggi untuk dapat memutuskan rantai amilosa secara fisik.



Gambar 23. Hubungan Penambahan GMS Dengan Kadar Amilosa

#### 4. Kadar Maltosa

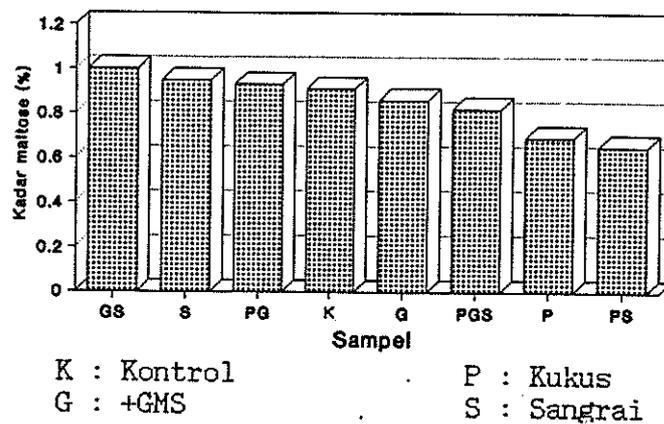
Maltosa merupakan disakarida hasil antara dari pemecahan pati. Maltosa dapat dipecah lebih lanjut menjadi dua molekul glukosa. Kadar maltose dari tepung dapat

dijadikan indikator dari aktivitas enzim, khususnya enzim beta-amilase. Kadar maltosa berkorelasi positif dengan aktivitas enzim tersebut.

Pada penelitian ini kadar maltosa tepung singkong berkisar antara 0.65 - 1.0 % (Gambar 24). Menurut Kent-Jones dan Mitchell (1962), kadar maltosa yang baik berkisar antara 2.25 - 3.5 %. *Baking product* dari tepung dengan aktivitas *diastatic* (kadar maltosa) rendah cenderung memiliki volume yang kecil, warna *crust* pucat dan mudah hancur. Tepung dengan kadar maltosa rendah dapat diperbaiki dengan menambahkan enzim amilase yang berasal dari *fungi* atau pun malt.

Analisa varian menunjukkan bahwa penambahan GMS (faktor B), penyangraian (faktor C), interaksi antara pengukusan dengan penyangraian (faktor AC), interaksi antara penambahan GMS dengan penyangraian (BC) mengakibatkan perbedaan kadar maltosa yang nyata pada taraf  $F_{.05}$  maupun  $F_{.01}$ , sedangkan interaksi antar faktor ABC hanya berbeda nyata pada taraf  $F_{.05}$ .

Secara statistik melalui uji Duncan's , ternyata penyangraian mengakibatkan penurunan kadar maltosa. Hal ini dapat terjadi karena dengan proses penyangraian enzim beta-amilase menjadi inaktif, dengan demikian jumlah maltosa yang dihasilkan berkurang.



**Gambar 23. Kadar maltosa tepung dengan berbagai perlakuan**

Peningkatan kadar maltosa dari tepung dengan perlakuan penambahan GMS dan penyangraian (interaksi faktor BC) mungkin disebabkan karena terjadinya degradasi oligosakarida atau polisakarida akibat aktivitas enzim selama pemanasan. Menurut laporan Mc Ardle dan Bouwkamp (1986), pemanasan sampai suhu  $70^{\circ}\text{C}$  dapat meningkatkan aktivitas enzim beta-amylase sehingga kadar maltosa meningkat tetapi peningkatan suhu lebih lanjut dari  $70^{\circ}\text{C}$  sampai  $80^{\circ}\text{C}$  sebaliknya menurunkan kadar maltosa dan meningkatkan kadar glukosanya.

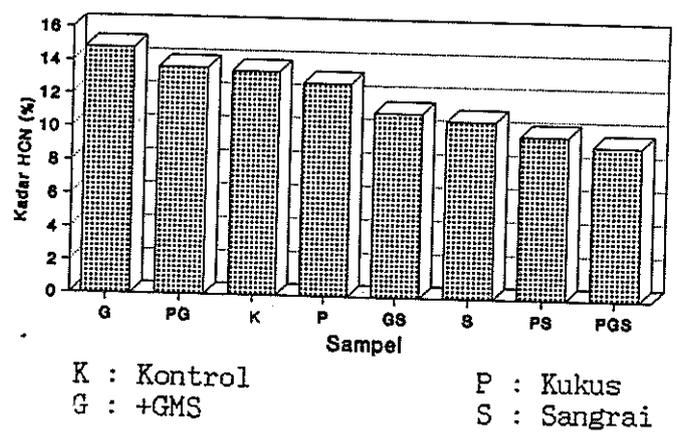
Selama penyangraian panas yang diterima oleh tepung akan berkurang karena sebagian akan diserap oleh GMS untuk melebur. Hal ini sangat mungkin terjadi karena penyangraian dilakukan pada kisaran suhu *melting point* GMS. Menurut Weast (1983) titik lebur GMS berkisar antara  $76 - 81^{\circ}\text{C}$ . Pengurangan jumlah panas yang diteri-

ma tepung akan menghambat tercapainya suhu kritis bagi inaktivasi enzim amilase. Champbell *et al.* (1950), melaporkan bahwa tingkat gelatinisasi dan kerusakan granula pati juga berpengaruh pada laju aktivitas enzim amilase.

5. Kadar HCN

HCN merupakan komponen toksik yang terdapat di dalam ubi kayu dalam bentuk glukosida sianogenik. Sifat toksiknya dapat timbul jika bentuk glukosidanya melepaskan HCN akibat aktifitas enzim linamarinase (Nartey, 1973).

Menurut Febryanti (1991) kadar HCN pada ubi kayu segar varietas Adira IV berkisar antara 75 - 80 ppm. Pada penelitian ini kadar HCN tepungnya berkisar antara 9.24 - 14.81 ppm (Gambar 25). Menurut standar SII kadar HCN maksimum dari tepung singkong adalah 50 ppm.



Gambar 25. Kadar HCN Tepung

Hal ini disebabkan karena...  
 1. Dilihat dari segi...  
 2. Penelitian ini...  
 3. Penelitian ini...  
 4. Penelitian ini...  
 5. Penelitian ini...

Pada Gambar 25 terlihat bahwa perlakuan modifikasi yang diberikan cenderung menurunkan kadar HCN tepung, kecuali untuk tepung G dan PG. Tetapi berdasarkan analisa varian perbedaan kadar HCN pada berbagai tepung tidak berbeda nyata baik pada taraf  $F_{.05}$  maupun  $F_{.01}$ .

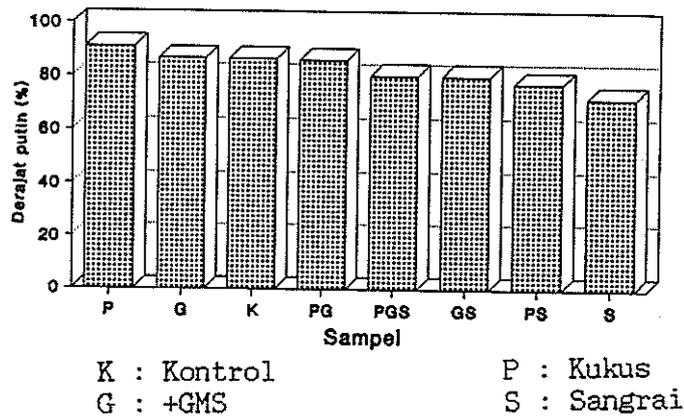
Faktor yang berperan dalam menurunkan kadar HCN pada pengolahan ubi kayu menjadi tepung singkong pada penelitian ini antara lain tahap pengupasan, pencucian, perendaman, pengukusan, pengeringan dan penyangraian. Tahap pengupasan dan pencucian berperan dalam menurunkan kadar HCN, karena dari penelitian Lingga *et al.* (1986) diketahui bahwa kulit singkong mengandung HCN 3-5 kali lebih besar dibandingkan umbinya. Menurut Febryanti (1990), proses pencucian dapat menghilangkan HCN sebesar 36.02 %.

Pengukusan, pengeringan dan penyangraian dapat menyebabkan penguapan dari HCN dan menginaktivasi enzim linamarinase yang berperan dalam pembebasan HCN. Hal ini sesuai dengan laporan Cheeke *et al.* (1985), yang menyatakan bahwa HCN bersifat volatil dan mudah menguap pada suhu ruang karena memiliki titik didih yang rendah yaitu  $26^{\circ}\text{C}$ .

**D. SIFAT FISIK DAN FUNGSIONAL**

**1. Derajat Putih**

Derajat putih suatu bahan merupakan daya memantulkan cahaya dari bahan tersebut terhadap cahaya yang mengenai permukaannya (BPPIS,1989). Pada penelitian ini derajat putih merupakan tingkat keputihan tepung singkong dibandingkan dengan BaSO<sub>4</sub> yang memiliki derajat putih 100 persen.



**Gambar 26. Derajat putih tepung dengan berbagai perlakuan**

Nilai derajat putih tepung singkong pada penelitian ini berkisar antara 71.95 - 91 % (Gambar 26). Berdasarkan analisa varian, perlakuan yang diberikan dan interaksinya menghasilkan nilai derajat putih yang berbeda nyata pada taraf F.05 maupun F.01.

Hal yang penting dalam penelitian ini adalah derajat putih yang akan berpengaruh terhadap mutu tepung singkong. Derajat putih tepung singkong dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti: perlakuan awal, perlakuan akhir, perlakuan suhu, perlakuan waktu, perlakuan lain-lain. Derajat putih tepung singkong yang akan mempengaruhi mutu tepung singkong. Derajat putih tepung singkong yang akan mempengaruhi mutu tepung singkong.

kecuali interaksi antara pengukusan dengan penyangraian (interaksi AC) hanya berbeda nyata pada taraf  $F_{.05}$ .

Variasi nilai derajat putih dipengaruhi oleh diskolorasi karena kepoyoan serta terjadinya reaksi pencoklatan pada tepung singkong selama penyangraian. Menurut laporan Onayemi (1986), perbedaan kandungan polyphenols dan distribusinya didalam umbi (*yam*) merupakan faktor utama yang bertanggung jawab pada terjadinya reaksi diskolorasi.

Peningkatan derajat putih karena pengukusan (faktor A) disebabkan karena terjadinya inaktivasi enzim phenolase oleh panas yang diberikan selama pengukusan. Hal ini sesuai dengan laporan Ricardson dan Hyslop (1985) yang menyatakan bahwa proses *blanching* dengan air atau pun uap panas dapat menginaktifasi enzim phenolase.

Secara ringkas reaksi pencoklatan karena enzim phenolase dimulai dengan terbentuknya senyawa ortho-quinones yang kemudian berpolimerasi membentuk pigmen berwarna coklat yang disebut melanin. Dengan inaktifnya enzim phenolase maka proses pembentukan senyawa melanin menjadi terhambat sehingga tepung memiliki derajat putih yang lebih tinggi.



Berbeda dengan pengukusan, penyangraian menimbulkan reaksi karamelisasi pada tepung. Reaksi karamelisasi biasanya terjadi bila sejumlah gula dipanaskan pada suhu tinggi (Shugisawa dan Edo, 1966; Shaw et al., 1967; Theander, 1981; di dalam Buera et al., 1987). Bergantung pada kondisi sistem (pH, jenis gula) reaksi karamelisasi dapat berlangsung pada sistem yang dipanaskan pada suhu yang lebih rendah. Buera et al. telah mempelajari reaksi karamelisasi pada kisaran suhu 45 - 65 °C.

Tahap pertama dari reaksi karamelisasi meliputi perubahan-perubahan yang terdiri atas mutarotasi, pembukaan cincin hemiasetal dan enolasi (Traiteur, 1951; Stepanenko dan Serdyuk, 1950; Isbell et al., 1969; di dalam Buera, 1987). Pada proses selanjutnya akan terbentuk cincin tak jenuh dimana ikatan tidak jenuh ini akan menyerap cahaya dan memberikan warna kecoklatan pada bahan.

Selain menimbulkan warna coklat, pigmen karamel memberikan flavor khas pada tepung yang mengalami proses penyangraian. Maltol dan isomaltol berperan dalam menimbulkan flavor khas pada roti sedangkan Humin ( $C_{125}H_{188}O_{80}$ ) dapat menimbulkan rasa pahit pada bahan (Whistler dan Daniel, 1985).



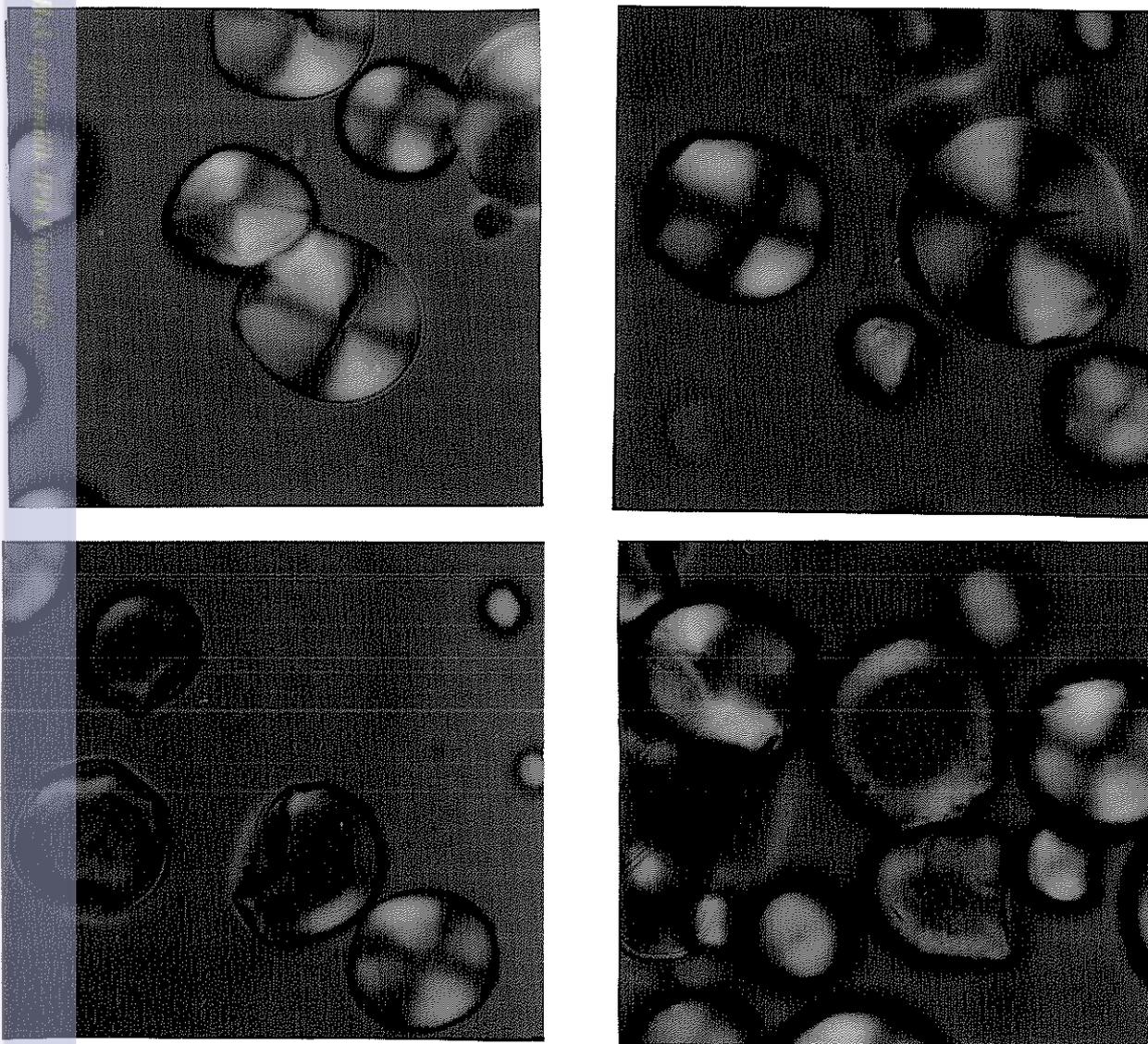
Selain reaksi karamelisasi reaksi pencoklatan lain yang mungkin terjadi selama penyangraian adalah reaksi maillard, yaitu reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino menghasilkan pigmen berwarna coklat.

## 2. Sifat Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis pada granula tepung bertujuan untuk mengetahui efek pengukusan, penambahan GMS dan penyangraian pada sifat *birefringence* dan pembengkakan dari granula pati.

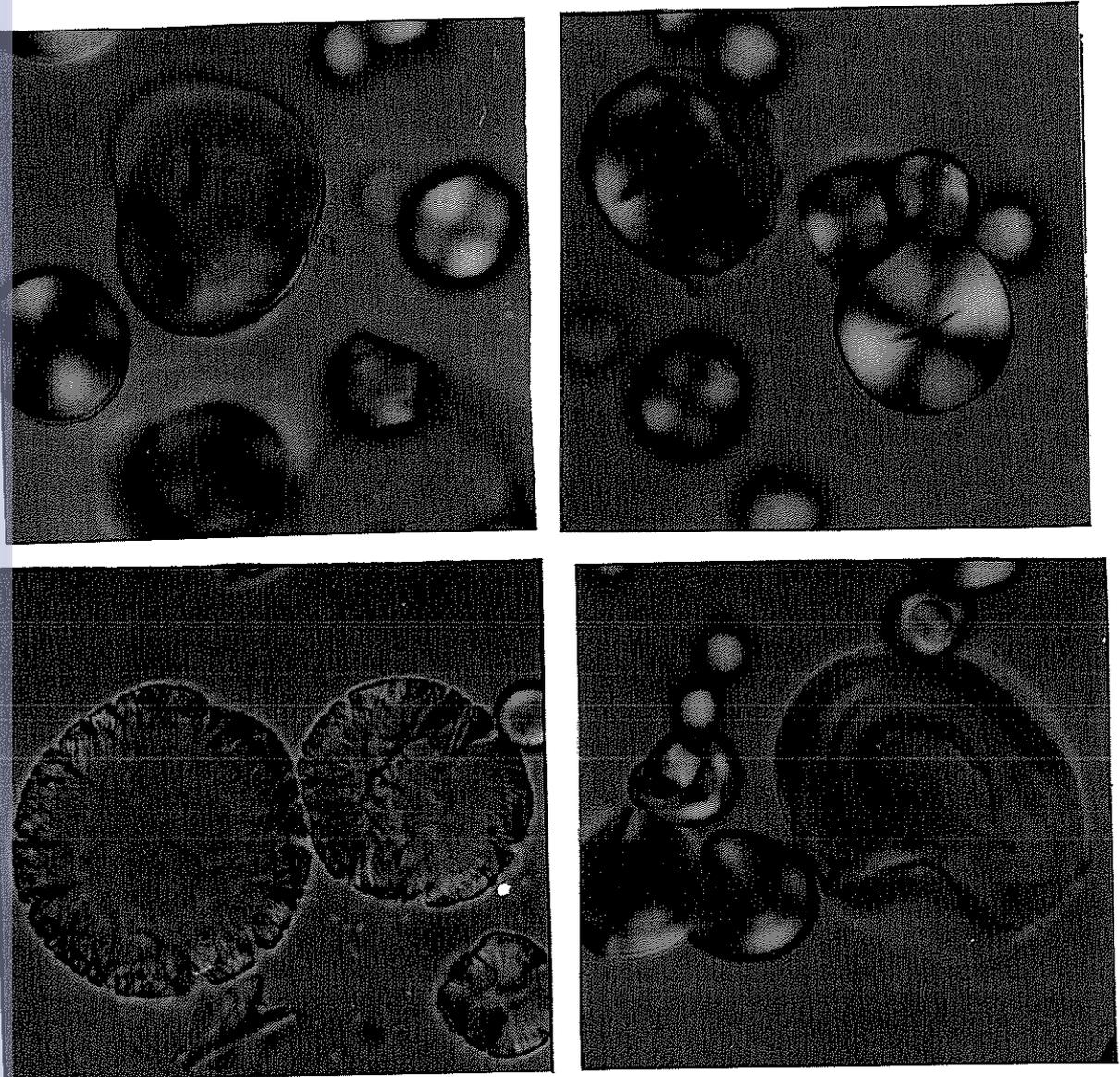
Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terlihat bahwa baik pengukusan maupun penyangraian berperan dalam menghilangkan efek *birefringence* pada granula pati, sedangkan penambahan GMS tidak menimbulkan pengaruh pada efek *birefringence*.

Perlakuan pengukusan juga mengakibatkan pembengkakan granula pati, sebaliknya pada granula pati tanpa perlakuan pengukusan seperti tepung S dan GS, walaupun efek *birefringencenya* memudar tetapi pembengkakan granulanya tidak teramati.



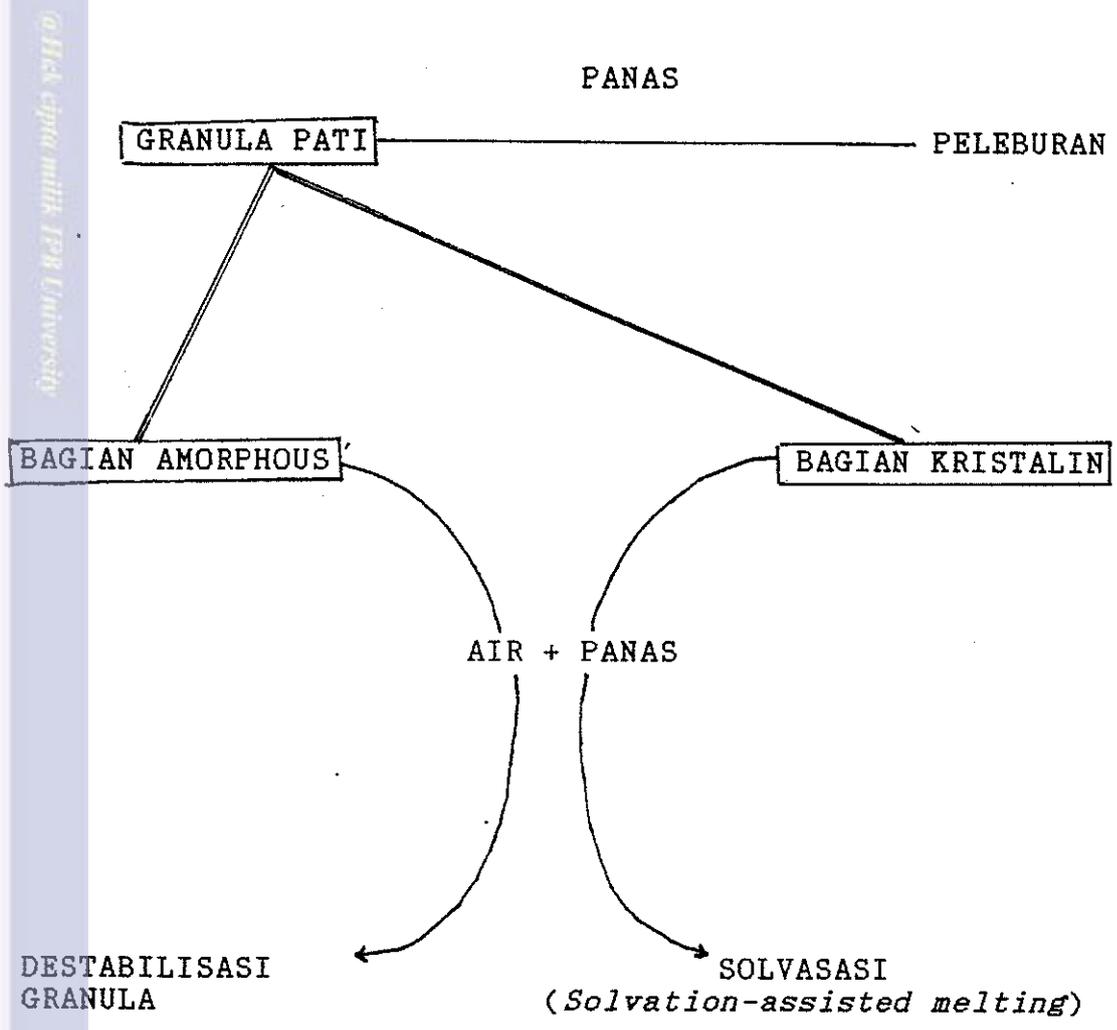
- A. Tepung kontrol (K)
- B. Tepung dengan penambahan GMS (G)
- C. Tepung dengan penyangraian (S)
- D. Tepung penambahan GMS + penyangraian (GS)

**Gambar 27. Granula pati tepung singkong tanpa pengukusan**



- A. Tepung dengan pengukusan (P)
- B. Tepung dengan Pengukusan + GMS
- C. Tepung dengan Pengukusan + penyangraian (PS)
- D. Tepung dengan pengukusan + GMS + Penyangraian (PGS)

Gambar 28. Granula pati tepung singkong dengan pengukusan



Gambar 29. Diagram hubungan beberapa parameter yang terlibat selama transisi granula pati.

Hasil Cipta Inovatif (Unas) undang  
 1. Diambil sebagai bagian dari silabus yang ada di bagian ini dan diintegrasikan dan diperkaya dengan  
 4. Penelitian yang akan menghasilkan penelitian, penelitian, penelitian yang akan menghasilkan penelitian  
 5. Penelitian yang akan menghasilkan penelitian yang akan menghasilkan penelitian yang akan menghasilkan penelitian  
 6. Penelitian yang akan menghasilkan penelitian yang akan menghasilkan penelitian yang akan menghasilkan penelitian  
 7. Penelitian yang akan menghasilkan penelitian yang akan menghasilkan penelitian yang akan menghasilkan penelitian

Tidak teramatinya pembengkakan granula pada tepung yang disangrai tanpa pengukusan disebabkan karena proses pembengkakan granula pati berkaitan dengan proses penyerapan air oleh granula selama pemanasan. Rendahnya jumlah air yang tersedia selama penyangraian mengakibatkan granula tidak dapat membengkak dengan sempurna.

Perlakuan pengukusan dan penyangraian mengubah kemampuan granula pati dalam menyerap gelombang cahaya. Perubahan ini berkaitan dengan hilangnya efek *birefringence* pada pati yang dikenai perlakuan panas.

Proses gelatinisasi hanya dapat terjadi secara sempurna apabila pati mengalami pemanasan pada suatu sistem yang mengandung air dalam jumlah cukup banyak. Wirakartakusumah (1981), menggambarkan pengaruh jumlah air dan faktor-faktor lain yang terlibat selama fase transisi granula pati seperti pada Gambar 29.

Dari gambar tersebut terlihat bahwa jika tidak terdapat air maka yang terjadi bukan proses gelatinisasi, tetapi proses peleburan yang sesungguhnya dari granula pati sebagai akibat adanya pemanasan (*true melting*). Fenomena ini dapat terjadi pada tepung dengan perlakuan penyangraian. Tetapi karena suhu penyangraian berada di bawah suhu peleburan



pati, hilangnya *birefringence* pada penyangraian tidak dapat dikaitkan dengan terjadinya peleburan granula pati yang sesungguhnya (*true melting*). Pudarnya *birefringence* pati selama penyangraian disebabkan terjadinya gelatinisasi parsial pada sistem dengan kandungan air terbatas, sehingga tidak diikuti dengan pembengkakan granula.

Dari pengamatan mikroskopis juga terlihat adanya ketidakseragaman granula tepung dalam menerima perlakuan panas, beberapa granula masih memiliki sifat *birefringence* yang sempurna, sedangkan pada beberapa granula sifat *birefringencenya* sudah hilang. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing granula mempunyai daya gelatinisasi yang spesifik terhadap perlakuan panas dan ketersediaan air.

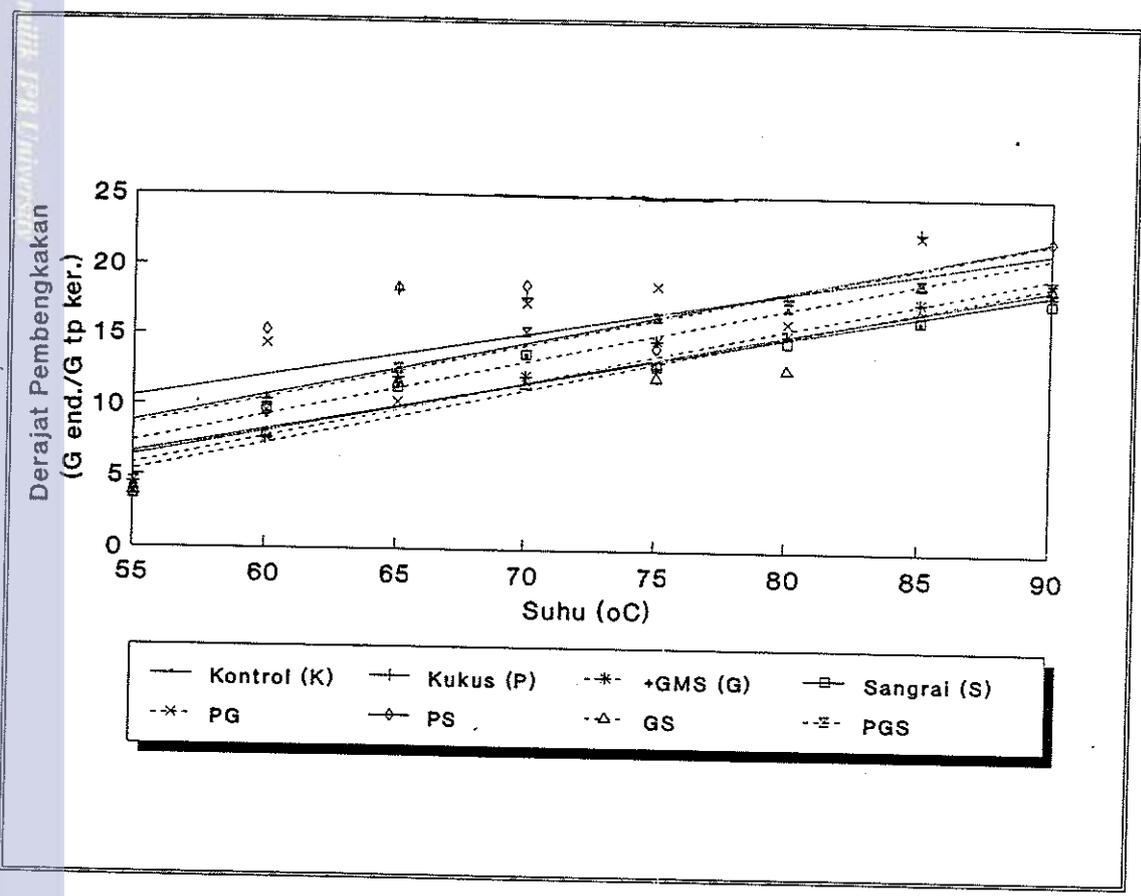
Menurut Banks dan Greenwood (1975), granula yang berukuran lebih besar akan tergelatinisasi pada suhu yang lebih rendah, dibandingkan granula yang lebih kecil. Sebaliknya Wirakartakusumah (1981) melaporkan bahwa peningkatan ukuran granula mengakibatkan peningkatan suhu gelatinisasi (suhu awal gelatinisasi, suhu puncak dan suhu akhir).



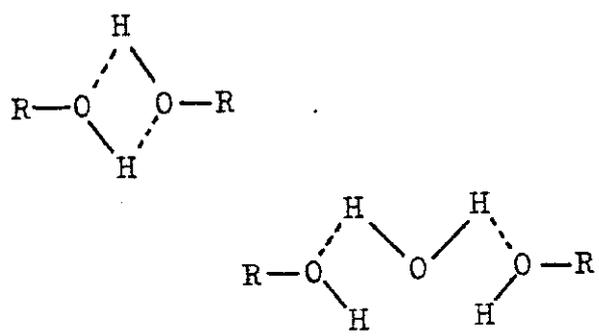
### 3. Derajat Pembengkakan

Menurut Whistler (1984), derajat pembengkakan merupakan salah satu parameter pengukuran kapasitas penyerapan air. Derajat pembengkakan dinyatakan dalam % berat endapan granula yang membengkak setiap gram tepung kering. Pada penelitian ini derajat pembengkakan tepung PS > P > PG > PGS > G > K ; S > GS (Gambar 30).

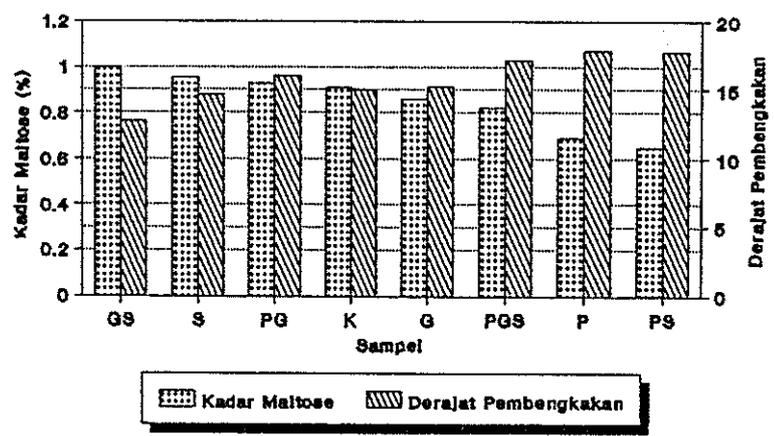
Penyerapan air dan gelatinisasi pati merupakan dua faktor fisik yang penting selama pemanasan pati. Pada suhu kamar air dapat terserap ke dalam granula pati secara reversibel, dimana hal ini mengakibatkan pembengkakan kecil pada granula. Derajat pembengkakan akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan pasta seperti terlihat pada Gambar 30. Peningkatan suhu sampai suhu gelatinisasi mengakibatkan pembengkakan yang irreversibel. Jika hal ini terus berlanjut granula pati akan pecah. Hal ini mengakibatkan granula pati kehilangan sifat kristalnya (Metcalf dan Lund, 1985). Mekanisme pembengkakan granula pati dengan adanya molekul-molekul air dapat dilihat pada Gambar 31.



Gambar 30. Derajat pembengkakan tepung dengan berbagai perlakuan



Gambar 31. Mekanisme pengembangan granula pati



Catatan :  
Derajat pembengkakan pada 80 oC

Gambar 32. Hubungan maltosa dengan derajat pembengkakan

Menurut Febryanti (1991), kadar gula berpengaruh negatif terhadap derajat pembengkakan tepung. Sesuai dengan laporan diatas, pada penelitian ini tepung

Hak Cipta: Penelitian Unsurpungkurang  
1. Dilindungi sebagai hak cipta oleh pemerintah Indonesia dan diperdagangkan secara internasional.  
2. Diperoleh dengan izin dari pemerintah Indonesia dan diperdagangkan secara internasional.  
3. Diperoleh dengan izin dari pemerintah Indonesia dan diperdagangkan secara internasional.  
4. Diperoleh dengan izin dari pemerintah Indonesia dan diperdagangkan secara internasional.  
5. Diperoleh dengan izin dari pemerintah Indonesia dan diperdagangkan secara internasional.  
6. Diperoleh dengan izin dari pemerintah Indonesia dan diperdagangkan secara internasional.  
7. Diperoleh dengan izin dari pemerintah Indonesia dan diperdagangkan secara internasional.  
8. Diperoleh dengan izin dari pemerintah Indonesia dan diperdagangkan secara internasional.  
9. Diperoleh dengan izin dari pemerintah Indonesia dan diperdagangkan secara internasional.  
10. Diperoleh dengan izin dari pemerintah Indonesia dan diperdagangkan secara internasional.

dengan kadar gula (maltosa) tinggi cenderung memiliki derajat pembengkakan yang rendah (Gambar 32). Hal ini disebabkan karena gula (mono dan disakarida) berkompetisi dengan granula pati dalam menyerap air, sehingga pembengkakan yang sempurna dari granula pati menjadi terhambat.

Pengaruh negatif dari gula pada derajat pembengkakan granula pati juga dilaporkan oleh Wittenberger dan Nutting (1948), Hester *et al.* (1956), Bean dan Osman (1957) di dalam Bean dan Osman (1957). Taylor dan Rowlinson (1955) di dalam Bean dan Osman (1957) melaporkan adanya ikatan hidrogen yang kuat antara gula dan molekul air.

Pada penelitian ini perubahan fisik dari granula pati karena pengukusan, penyangraian dan penambahan GMS juga berperan dalam menentukan nilai derajat pembengkakan tepung. Perlakuan pengukusan dan penyangraian berpengaruh terhadap sifat fisik granula pati.

Selama pengukusan terjadi gelatinisasi parsial yang menyebabkan ikatan-ikatan yang terdapat didalam granula akan terbuka dan berikatan dengan air. Pada saat tepung dikeringkan air yang terikat pada granula akan terlepas sehingga bagian yang semula mengikat air ini pada saat dipanaskan akan mengikat air dalam jumlah yang besar. Hal ini dapat dilihat pada kurva



derajat pembengkakkannya, dimana kurva tepung dengan pengukusan (P) berada jauh diatas tepung tanpa perlakuan (K). Fenomena peningkatan penyerapan air pada granula pati yang telah mengalami gelatinisasi juga dilaporkan oleh Champbell *et al.* (1950).

Penyangraian dalam hal ini tidak mengakibatkan terjadinya pembengkakan granula sehingga daya serap air tepung yang disangrai (S) tidak berubah banyak dari daya serap air tepung tanpa perlakuan (K). Hal ini dapat dilihat dari kurva keduanya yang hampir berhimpit (Gambar 30). Pada peyangraian yang terjadi adalah proses gelatinisasi parsial pada sistem dengan kadar air yang rendah..

Tepung tanpa penambahan GMS pada penelitian ini ternyata memiliki derajat pembengkakan yang lebih tinggi dibandingkan tepung dengan penambahan GMS (Gambar 30). Hal ini disebabkan karena GMS membentuk suatu lapisan hidrofobik yang menyelimuti granula tepung sehingga menghalangi transfer air dari suspensi ke dalam granula.

Gray dan Schoch (1962) melaporkan bahwa campuran GMS dan monopalmitate dapat menurunkan derajat pembengkakan dan kelarutan dari pati jagung, *waxy sorghum* dan kentang. Hal ini disebabkan karena pembentukan kompleks amilosa-surfaktan. Pembentukan yang



efektif dari kompleks amilosa-surfaktan dapat tercapai melalui digestasi selama 3 jam pada suhu 50 °C, sedangkan Metcalft dan Lund (1985), melaporkan bahwa kompleks amilosa-surfaktan mencapai kestabilan pada suhu 90 °C. Kerusakan pada kompleks ini menurut Gray dan Schoch dapat mengakibatkan peningkatan derajat pembengkakan dan kelarutan pati.

Berdasarkan hasil penelitian dan laporan-laporan di atas pengaruh GMS terhadap derajat pembengkakan granula pati disebabkan terbentuknya lapisan GMS pada granula tepung dan pembentukan kompleks GMS-amilosa.

#### 4. Kekuatan Gel

Kekuatan gel didefinisikan sebagai resistensi gel selama penekanan (*hardness*) atau menunjukkan besarnya beban yang dibutuhkan untuk melakukan deformasi sebelum terjadinya kerusakan gel (Untoro, 1985).

Pada Gambar 33 terlihat bahwa kekuatan gel tepung PGS > PS > PG > G > S > GS > K > P. Nilai kekuatan gel ini diukur dengan menggunakan *Stevens LFRA Texture Analyser*.

Secara umum peningkatan konsentrasi menyebabkan peningkatan kekuatan gel. Hal ini dapat terjadi karena semakin tinggi konsentrasi maka ratio padatan dengan cairan akan meningkat sehingga gel yang ter-

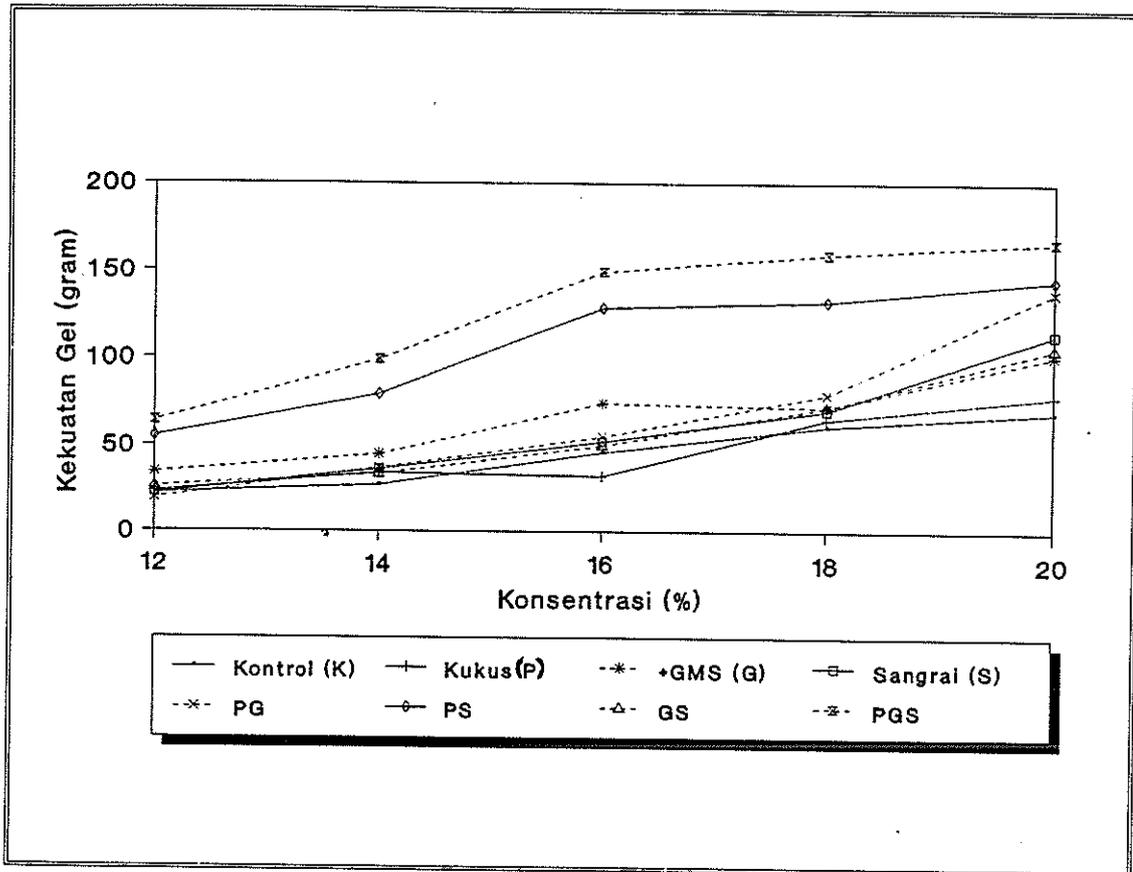
bentuk semakin kaku. Fenomena ini juga dilaporkan oleh Febryanti (1991) yang meneliti kekuatan gel pada tapioka dan tepung singkong dari beberapa varietas ubikayu. Menurut Ellison (1986) didalam Febryanti (1991) peningkatan gel karena peningkatan konsentrasi tepung disebabkan karena semakin tingginya konsentrasi pati.

Selain dipengaruhi oleh konsentrasi tepung, kekuatan gel pada penelitian ini juga dipengaruhi oleh perlakuan modifikasi yang diberikan dan komposisi kimianya. Komponen yang berperan dalam menentukan kekuatan gel adalah kadar gula dan penambahan GMS.

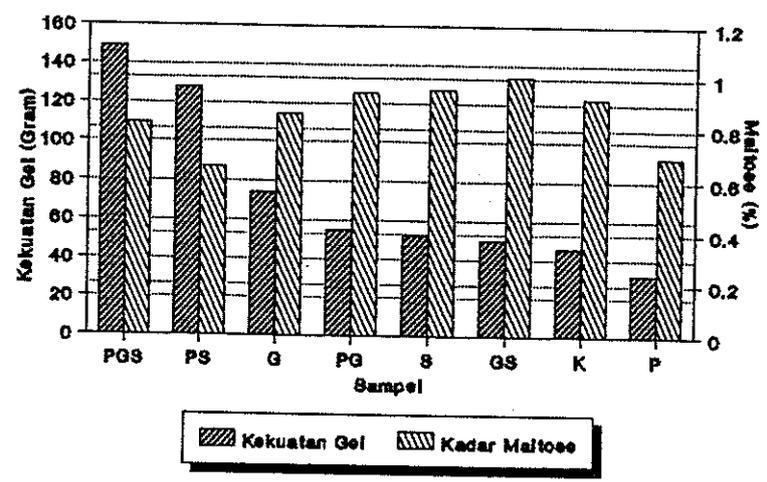
Bean dan Osman (1957) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi disakarida (maltosa, laktosa dan sukrosa) dari 0 - 50 % menyebabkan penurunan kekuatan gel. Sesuai dengan laporan Bean dan Osman diatas pada Gambar 34 terlihat bahwa tepung dengan kadar maltosa yang tinggi cenderung memiliki kekuatan gel yang rendah (pada gambar tersebut digunakan kekuatan gel pada konsentrasi 16 %).

Peningkatan kekuatan gel karena penambahan GMS disebabkan kemampuan GMS dalam membentuk kompleks dengan rantai linier pati (amilosa). Dengan terbentuknya kompleks GMS-amilosa ini resistensi gel pati terhadap deformasi akan meningkat.

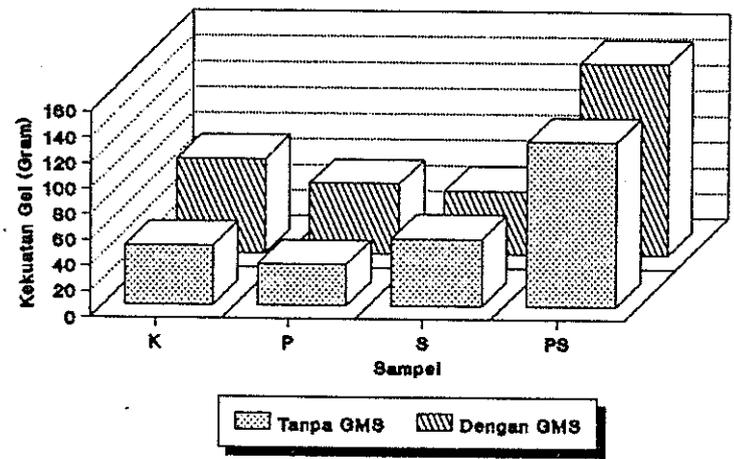




Gambar 33. Kekuatan gel tepung pada berbagai konsentrasi



Gambar 34. Hubungan antara kekuatan gel dengan kadar maltosa



Gambar 35. Hubungan penambahan GMS dengan kekuatan gel

Perlakuan modifikasi berupa pengukusan yang diikuti dengan penyangraian (tepung PS) secara nyata dapat meningkatkan kekuatan gel dari tepung singkong. Sebaliknya perlakuan pengukusan saja (tepung P) atau pun penyangraian saja (tepung S) tidak mengakibatkan perubahan nilai kekuatan gel yang berarti. Berdasarkan Uji Duncan's (Lampiran 7) terlihat bahwa interaksi antara pengukusan dan penyangraian mengakibatkan penurunan kadar maltosa, sehingga kekuatan gel meningkat.

#### 5. Sifat Amilografi

Sifat amilografi berkaitan dengan pengukuran viskositas tepung dengan konsentrasi tertentu selama pemanasan dan pengadukan. Pengukuran dilakukan secara kontinu menggunakan Brabender Amilograph. Pengukuran sifat amilografi meliputi pengukuran suhu gelatinisasi, laju peningkatan viskositas pemanasan, suhu granula pecah, viskositas maksimum, viskositas jatuh, laju peningkatan viskositas pendinginan dan viskositas balik.

Suhu gelatinisasi (SG) atau suhu awal gelatinisasi adalah suhu pada saat viskositas pertama kali naik karena terjadinya pembengkakan granula pati yang irreversibel. Pada tabel 8 dapat dilihat bahwa suhu



awal gelatinisasi dari tepung singkong dan modifikasinya berkisar antara 60.75 - 65.25<sup>o</sup> C dengan urutan sebagai berikut : GS > PGS dan G > S > P dan PG > K > PS.

Laju peningkatan viskositas pemanasan merupakan gradien maksimum kurva amilograf selama pemanasan dengan satuan BU/menit. Pada penelitian ini laju peningkatan viskositas pemanasan berkisar antara 68 - 231 BU/menit, dimana laju peningkatan viskositas pemanasan tepung PS > PGS > P dan PG > S > K > GS > G.

Viskositas maksimum didefinisikan sebagai titik maksimum viskositas pasta selama proses pemanasan. Pada penelitian ini viskositas maksimum tepung berkisar antara 820 - 1290 BU, dimana viskositas maksimum PS > PGS > PG > P > S > K > G > GS.

Suhu granula pecah (SGP) merupakan suhu dimana granula pati pecah karena pembengkakannya telah melewati titik maksimum. Kisaran suhu granula pecah antara 70.50 - 93.00 <sup>o</sup>C, dimana suhu granula pecah PG > GS > G > S > K > PGS > P > PS.

Viskositas jatuh didefinisikan sebagai selisih viskositas pasta selama pemanasan pada suhu tetap (95 <sup>o</sup>C), dalam selang waktu tertentu (20 menit). Pada penelitian ini viskositas jatuh berkisar antara 200 -



600 BU, masing-masing viskositas jatuh  $PGS > PG > PS > P > K > S > G > GS$ .

Laju peningkatan viskositas dingin merupakan gradien maksimum kurva selama pendinginan. Laju peningkatan viskositas dingin tepung berkisar antara 9 - 32 BU/menit, dimana laju peningkatan viskositas dingin tepung  $GS > K > S > PG$  dan  $PS > PGS > G > P$ .

Sedangkan viskositas balik merupakan selisih antara viskositas pada akhir pendinginan dengan viskositas maksimum pasta. Viskositas balik tepung berkisar antara (-160) sampai (-60) BU dimana viskositas balik  $GS > G > S > K > PS > PG > PGS > P$ .

### 5.1. Pengaruh Pengukusan

Pengukusan mengakibatkan peningkatan viskositas maksimum dan laju viskositas pemanasan, serta menurunkan suhu granula pecah, viskositas akhir, viskositas balik dan laju viskositas pendinginan. Selain itu pengukusan juga mampu mengubah puncak kurva amilograf tepung singkong yang semula runcing menjadi lebih tumpul (*plateau*).

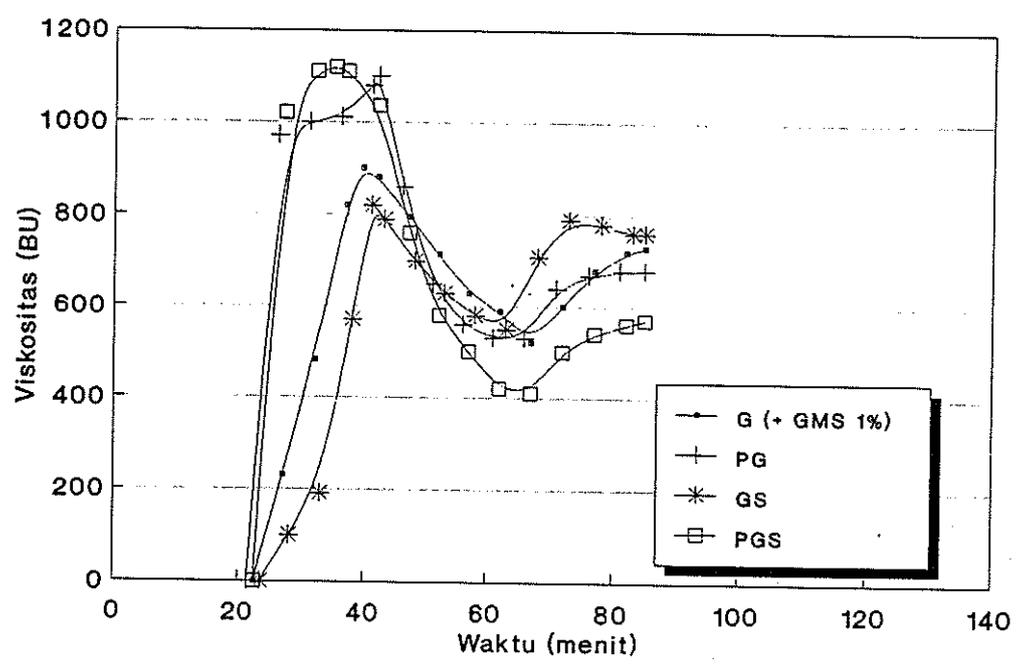
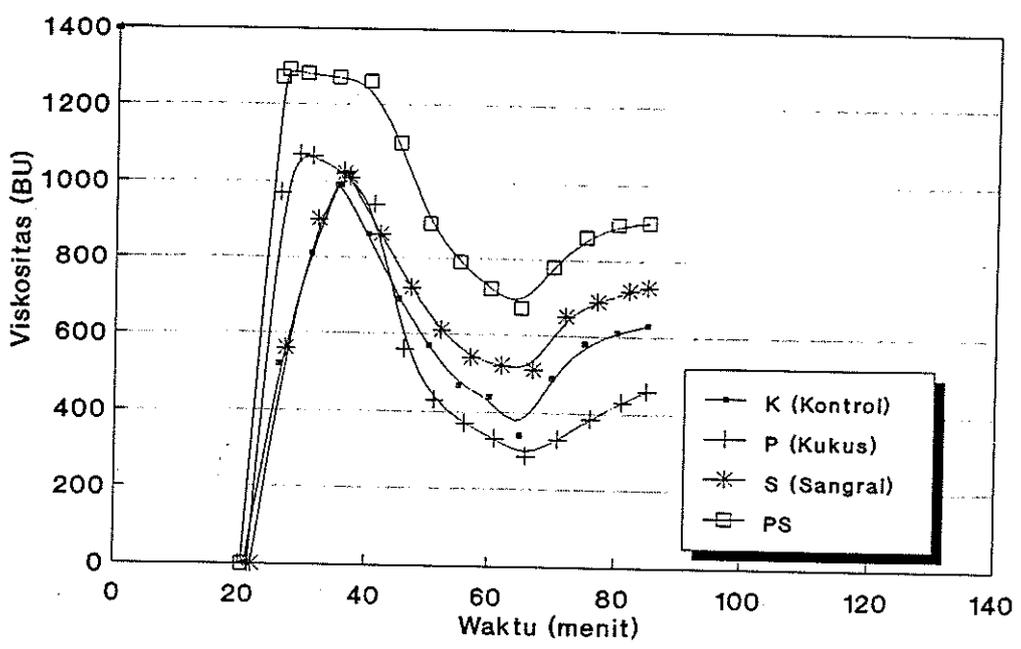


**Tabel 8. Sifat amilografi tepung singkong dengan berbagai perlakuan.**

Sample	WG	SG	WGP	SGP	V.max.	V.50 <sup>o</sup> C	S.B	Vj	Laju Vpanas	Laju Vdingin
Kontrol	21.0	61.50	35.5	83.25	990	630	-360	410	104	30
P	21.5	62.25	29.0	73.50	1070	460	-610	420	216	9
G	22.5	63.75	39.5	89.25	900	730	-170	280	68	16
S	22.0	63.00	36.0	84.00	1020	730	-290	340	112	28
PS	20.5	60.75	27.0	70.50	1290	900	-390	500	231	22
PG	21.5	62.25	42.0	93.00	1100	680	-420	550	216	22
GS	23.5	65.25	41.0	91.50	820	760	- 60	200	83	32
PGS	22.5	63.75	35.0	82.50	1120	570	-550	600	227	18

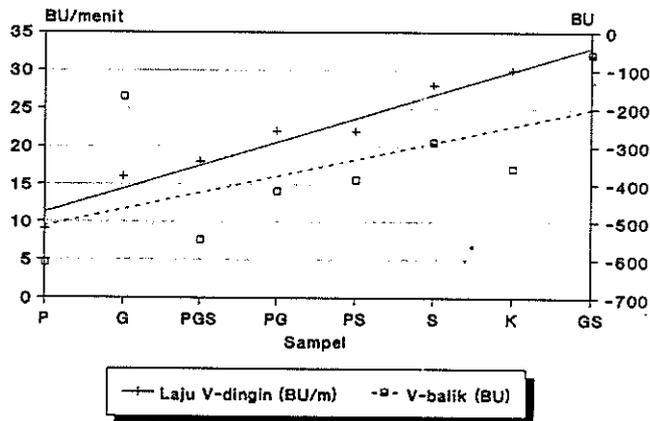
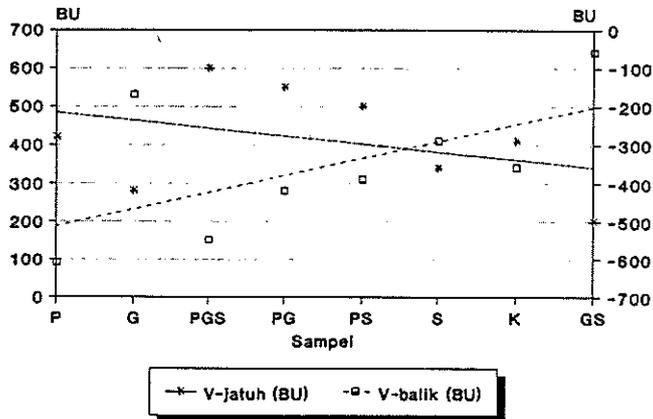
**Keterangan :**

- WG : waktu gelatinisasi (menit)  
 SG : suhu gelatinisasi (<sup>o</sup>C)  
 WGP : waktu granula pati pecah (menit)  
 SGP : suhu granula pati pecah (<sup>o</sup>C)  
 V.max.: viskositas maksimum (BU)  
 V.50<sup>o</sup>C: viskositas akhir 50<sup>o</sup>C (BU)  
 SB : set back viskositas (viskositas balik, BU)  
 Vj : viskositas jatuh (*Breakdown viscosity*, BU)  
 Laju Vpanas : laju viskositas pemanasan (BU/menit)  
 Laju Vdingin : laju viskositas pendinginan (BU/menit)



Gambar 36. Kurva anilograf tepung dengan berbagai perlakuan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa...  
 1. Dilihat dari grafik anilograf tepung...  
 2. Perbedaan yang signifikan...  
 3. Perbedaan yang signifikan...  
 4. Perbedaan yang signifikan...  
 5. Perbedaan yang signifikan...  
 6. Perbedaan yang signifikan...  
 7. Perbedaan yang signifikan...  
 8. Perbedaan yang signifikan...  
 9. Perbedaan yang signifikan...  
 10. Perbedaan yang signifikan...



Gambar 37. Korelasi berbagai parameter pada sifat anilograf

Pengaruh Pengukusan pada sifat amilografi diatas disebabkan terjadinya perubahan fisik pada granula pati akibat terjadinya gelatinisasi parsial, dimana granula pati yang telah tergelatinisasi secara parsial memiliki daya serap air yang lebih tinggi dibandingkan granula pati biasa. Penyerapan air secara cepat yang kemudian diikuti dengan pembengkakan granula mengakibatkan gesekan antar granula yang lebih intens, sehingga viskositas meningkat dengan cepat dan viskositas maksimum menjadi lebih tinggi serta dicapai pada suhu yang lebih rendah.

Perlakuan pengukusan meningkatkan viskositas jatuh dari pasta tepung dan menurunkan laju peningkatan viskositas pendinginannya. Kedua faktor ini mengakibatkan tepung dengan perlakuan pengukusan memiliki viskositas balik yang rendah.

## 5.2. Pengaruh Penyangraian

Penyangraian mengakibatkan peningkatan viskositas maksimum, viskositas balik, laju viskositas pemanasan, dan viskositas akhir serta menurunkan viskositas jatuh. Bentuk



puncak kurva amilograf tepung singkong yang runcing tidak berubah akibat perlakuan penyangraian.

Terhadap viskositas maksimum dan laju peningkatan viskositas, perlakuan penyangraian menimbulkan pengaruh yang sama dengan pengukusan, dimana viskositas maksimum pasta dan laju viskositas pemanasan tepung dengan perlakuan penyangraian lebih tinggi dibandingkan tepung *lainnya*. Dari analisa mikroskopis diketahui bahwa penyangraian walaupun dapat mempengaruhi *birefringence* pada granula pati namun tidak mengakibatkan pembengkakan granula pati secara sempurna, sehingga dengan demikian daya serap granula pati tidak berubah besar. Hal ini mengakibatkan kurva amilograf tepung dengan perlakuan penyangraian hampir berhimpit dengan tepung yang tidak mengalami modifikasi (K) (Gambar 36) dan laju peningkatan viskositas keduanya pun tidak berbeda jauh (tepung K : 104 BU/menit sedangkan tepung S : 112 BU/menit).

Dari uraian dan data yang ada dapat dilihat bahwa fenomena gelatinisasi parsial yang terjadi selama penyangraian mengakibatkan pengaruh perubahan yang lebih kecil pada nilai



viskositas maksimum maupun laju peningkatan viskositas pemanasan dibandingkan pengaruh yang ditimbulkan oleh gelatinisasi parsial akibat pengukusan.

Berbeda dengan pengaruh pengukusan, penyangraian sebaliknya cenderung menurunkan viskositas jatuh pasta tepung dan menurunkan laju peningkatan viskositas dingin, sehingga viskositasbaliknya cenderung lebih tinggi (dari perhitungan statistik diketahui bahwa korelasi antara viskositas balik dengan viskositas jatuh (-81.7 %, Gambar 37) lebih besar dibandingkan korelasi antara viskositas balik dengan laju viskositas pendinginan (63.3 %, Gambar 37)). Pada penelitian ini viskositas balik juga dipengaruhi oleh viskositas jatuh pasta, dimana tepung dengan viskositas jatuh yang rendah cenderung memiliki viskositas balik yang tinggi. Hal disebabkan adanya pengaruh penghambatan terhadap *leaching* amilosa. Dengan terhambatnya *leaching* amilosa selama pemanasan pada suhu konstan 95 °C, maka penurunan viskositas pasta menjadi lebih kecil, sehingga sewaktu pasta didinginkan, viskositas akhirnya menjadi lebih tinggi walaupun laju peningkatan viskositas dinginnya rendah.



### 5.3. Pengaruh Penambahan GMS

Penambahan Gliserol Monostearat (GMS) mengakibatkan peningkatan viskositas balik, suhu granula pecah dan viskositas akhir serta menurunkan viskositas jatuh, viskositas maksimum, laju peningkatan viskositas pemanasan dan laju peningkatan viskositas pendinginan.

Pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan GMS disebabkan terbentuknya lapisan GMS di sekeliling granula pati, sehingga daya serap air dari granula pati selama pemanasan menurun. Pengaruh GMS pada penyerapan air dari granula pati juga dilaporkan oleh Gray dan Schoch (1962). Adanya hambatan terhadap daya serap air dari granula pati mengakibatkan penurunan pembengkakan granula, sehingga viskositas maksimum dan laju peningkatan viskositas pemanasan pasta akan menurun. Selain itu GMS juga menimbulkan efek pelumasan antar granula pati. Dengan adanya efek pelumasan ini gaya gesek antar granula menjadi lebih kecil sehingga viskositas pasta pun menurun.

**Tabel 9. Pengaruh penambahan GMS terhadap viskositas akhir dan viskositas balik**

Jenis Tepung	Viskositas akhir		Viskositas Balik	
	- GMS	+GMS	-GMS	+GMS
Kontrol	630	730	-360	-170
P	460	680	-610	-420
S	730	760	-290	- 60
PS	900	570	-390	-550

**Keterangan :**

-GMS : tanpa penambahan GMS

+GMS : dengan penambahan GMS

Kontrol : Tepung tanpa pengukusan dan penyangraian

P : Tepung dengan pengukusan

S : Tepung dengan Penyangraian

PS : Tepung dengan pengukusan dan penyangraian

Terbentuknya kompleks antara GMS dengan amilosa juga berperan dalam menurunkan viskositas jatuh pasta tepung. Hal ini disebabkan karena kompleks GMS-amilosa membentuk endapan tidak larut yang diduga akan menghambat pengeluaran amilosa dari granula pati (Leach *et al.* (1959), Glicksman (1969) dan Priestley (1977) di dalam Wirakartakusumah (1981)). Karena viskositas jatuh pasta menurun maka tepung dengan penambahan GMS akan memiliki viskositas balik yang lebih tinggi.

Terbentuknya kompleks GMS-amilosa ditambah dengan efek pelumasan dari GMS juga mengakibatkan peningkatan ketahanan granula terhadap suhu dan pengadukan sehingga granula akan pecah pada suhu yang lebih tinggi.

## E. PEMBUATAN ROTI

### 1. Percobaan Pendahuluan

Percobaan pendahuluan dalam pembuatan roti bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan GMS dan gluten, menentukan metode pembuatan roti terbaik dengan bahan baku tepung singkong dan menganalisa sifat adonan dari tiap jenis tepung singkong untuk memilih jenis tepung singkong yang akan digunakan dalam pembuatan roti.

#### 1.1. Pengaruh GMS dan Gluten

Gliseril Monostearat merupakan kelompok surfaktan yang umum digunakan untuk memperbaiki karakteristik mutu roti. Menurut *Australian Wheat Board dan Bread Research Institute of Australia*, pemakaian surfaktan mempengaruhi kelembutan dan susunan remah roti serta dapat memperpanjang masa penyimpanan roti.

Pengaruh GMS terhadap karakteristik roti pada penelitian ini dapat dilihat di Lampiran 6, Gambar 38, Gambar 39 dan Gambar 40. Dari lampiran dan gambar tersebut terlihat bahwa penambahan 1 % GMS pada tepung singkong maupun



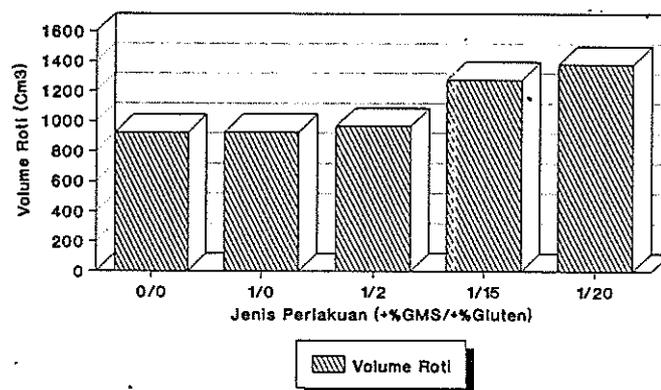
tepung komposit (50 % tepung singkong + 50 % terigu) ternyata mampu meningkatkan volume roti tawar yang dihasilkan dan merangsang terbentuknya pori-pori pada *remah* roti. Selain itu penambahan GMS juga mendorong pembentukan pori yang lebih kecil dan menghilangkan kelengketan pada *remah* roti tepung singkong. Secara statistik pengaruh penambahan GMS pada volume roti berbeda nyata pada taraf F.05.

Secara organoleptik penambahan GMS pada roti tepung singkong 100 % tidak mengakibatkan perbaikan. Sebaliknya pada roti dari tepung komposit penambahan GMS cenderung meningkatkan skor warna, tekstur, aroma dan penilaian secara umum. Tetapi secara statistik pengaruh GMS terhadap skor organoleptik tidak berbeda nyata.

Jongh (1961), Kim dan De Ruiter (1969) melaporkan bahwa GMS pada pembuatan roti tawar dari non tepung terigu berfungsi sebagai substansi pengikat antar granula pati. Adanya ikatan antar granula pati ini memberikan kekuatan untuk menahan pengembangan adonan, sehingga roti dapat mengembang lebih baik.

Defloor *et all.* (1991) lebih lanjut melaporkan bahwa adonan yang mengalami penambahan GMS cenderung memiliki volume yang lebih tinggi karena kapasitas penahanan gas dari adonan meningkat.

Turunnya tegangan permukaan karena penambahan GMS mengakibatkan peningkatan daya pengikatan udara selama pengadukan adonan. Dengan demikian GMS juga berperan dalam memperbanyak jumlah pori dan menurunkan ukuran pori tersebut. Semakin banyak dan kecil jumlah pori yang terbentuk selama pengadukan, maka selama proses fermentasi, gas akan tertahan semakin baik, karena rongga-rongga udara tersebut akan menghambat tercapainya *critical bouyant size*.



Gambar 38. Pengaruh penambahan GMS dan gluten terhadap volume roti





Gambar 40. Pengaruh penambahan GMS pada roti tepung campuran



Gambar 41. Pengaruh penambahan gluten 2 %, 15 % dan 20 %

Berdasarkan data amilograf, Defloor *et al.* (1991) juga menegaskan bahwa pengaruh GMS terhadap karakteristik roti tidak berkaitan dengan pengaruh GMS terhadap karakteristik pastanya. Fenomena ini juga ditemui pada penelitian ini, dimana penggunaan dua jenis tepung yaitu P dan PS, yang karakteristik pastanya berdasarkan data amilograf berbeda setelah penambahan 1 % GMS, mutu fisik roti yang dihasilkannya secara visual tidak berbeda nyata (Lampiran 6).

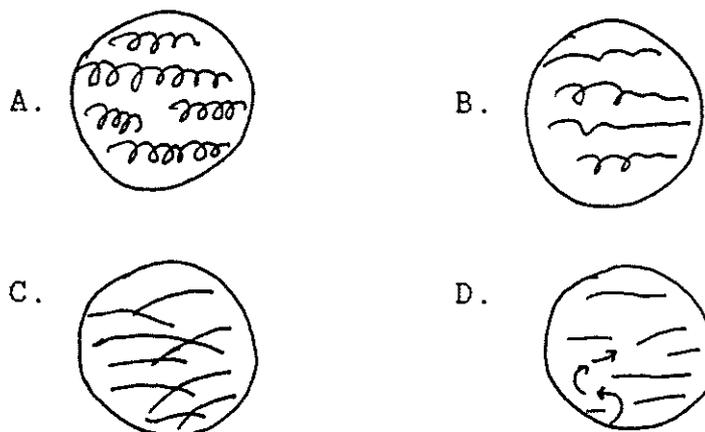
Untuk memperbaiki mutu roti tepung singkong, dilakukan percobaan dengan penambahan gluten 2 %, 15 % dan 20 % pada tepung singkong 100 persen. Ternyata penambahan gluten mampu memperbaiki volume roti (Gambar 41), mutu remah (*crumb*) dan nilai organoleptik roti tepung singkong (Lampiran 6). Tetapi penambahan gluten dalam pembuatan roti dengan bahan baku tepung singkong 100 % sangat tidak ekonomis, walaupun terbukti mampu meningkatkan mutu roti tawarnya (mutu roti akan baik pada penambahan gluten diatas 15 %). Karena alasan ekonomis ini maka pada penelitian ini penambahan gluten tidak diteliti lebih lanjut.

Semakin tinggi penambahan gluten maka remah (*crumb*) yang dihasilkan semakin liat dan nilai organoleptiknya meningkat (Lampiran 6). Perubahan-perubahan ini berkaitan dengan sifat fungsional gluten dalam pembuatan dan pembentukan adonan roti.

Gluten merupakan jaringan khas yang terbentuk dari protein gliadin dan glutenin. Pengadukan dan adanya air mendorong kedua jenis protein ini untuk bersatu membentuk suatu jaringan elastis yang mampu menahan gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan selama fermentasi ragi, dengan demikian roti dapat mengembang dan berpori dengan baik. Selain itu berdasarkan uji organoleptik gluten juga berperan dalam membentuk aroma khas yang disukai pada roti.

Menurut Kent-Jones dan Mitchell (1962), peran gluten terhadap mutu roti dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitasnya. Sifat alami dari gluten berbeda untuk tiap jenis gandum. Perbedaan sifat gluten ini berkaitan dengan karakteristik koloidal dan faktor-faktor yang berpengaruh pada karakteristik koloidal tersebut, seperti adanya panas dan asam.





Gambar 42. Pengaruh pengulenan (*kneading*) dalam pembentukan gluten

Pada Gambar 42 diperlihatkan pembentukan gluten selama proses pengulenan dalam pembuatan roti. Menurut Griffin et al (1981), *over mixing* pada pembuatan roti dan jumlah asam lemak tidak jenuh yang terlalu tinggi dapat memperlemah lapisan film yang dibentuk oleh gluten sehingga gas yang terbentuk dapat bocor keluar (Gambar 42,D). Hal ini mengakibatkan volume dan tekstur roti menjadi tidak memuaskan.

### 1.2. Pengaruh Metode Pembuatan

Tepung singkong memiliki karakteristik khas yang berbeda dibandingkan tepung gandum. Komposisi kimia dan karakteristik fisik dari kedua tepung tersebut dapat dilihat pada Lampiran 10.

Pada penentuan metode pembuatan roti digunakan tepung singkong kontrol sebagai standar, untuk memperbaiki sifat tepung singkong pada pembuatan roti ditambahkan *bread improvers* (*Baker Bonus*) yang terdiri atas *ascorbic acid*, *soya lecithin* dan enzim (amilase).

Pembuatan roti dari tepung singkong 100 % dengan metode biasa sangat sulit dilakukan, karena tepung singkong tidak mampu membentuk *dough* (adonan) yang menyatu dan elastis. Pada penelitian ini untuk membantu pembentukan adonan, 20 % dari tepung singkong yang digunakan dijadikan pasta dengan konsentrasi 15 % terlebih dahulu.

Menurut Satin (1988), penambahan pasta pada pembuatan roti dari tepung singkong juga dapat meningkatkan daya retensi gas dari adonan sehingga roti dapat mengembang lebih baik. Berdasarkan penelitian ini pembuatan roti 100 % tepung singkong masih sulit diterapkan karena *kulit*-nya pecah dan pucat, *remah* lengket dan tidak berpori serta sifat organoleptiknya tidak baik (Lampiran 6).

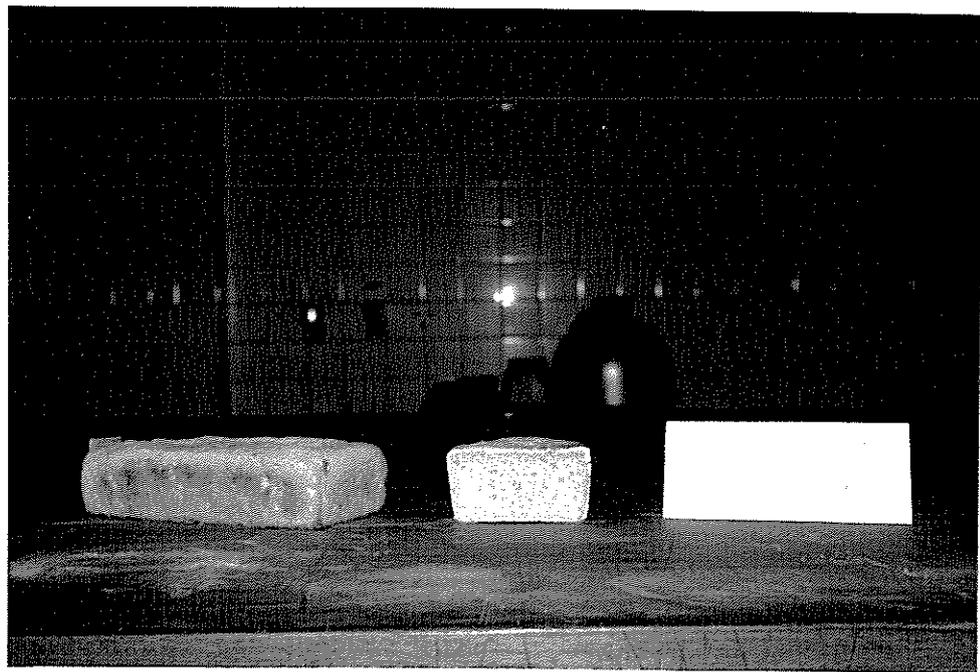
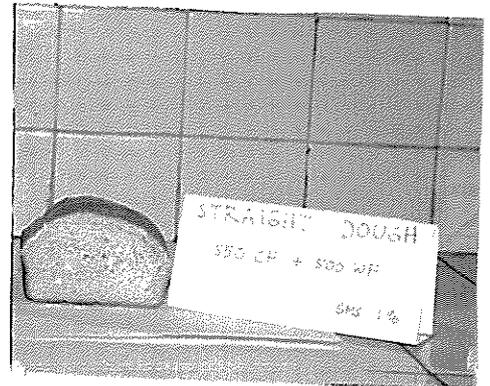
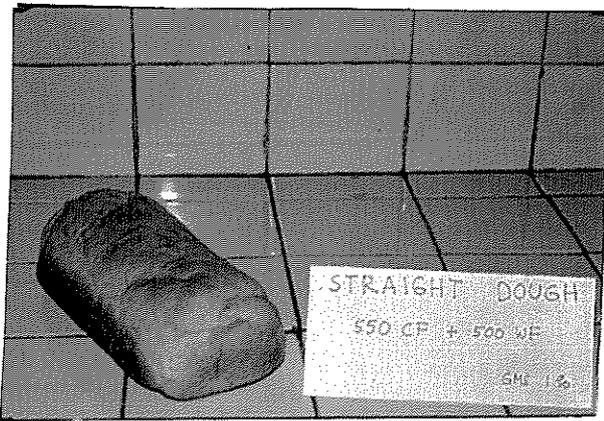
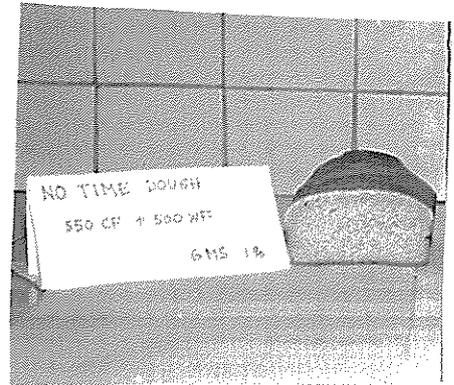
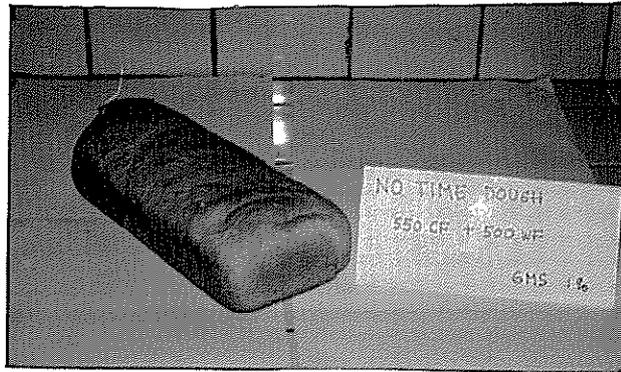


Percobaan pendahuluan pembuatan roti dari campuran 50 % tepung singkong dan 50 % tepung terigu dilakukan dengan tiga metode pembuatan yaitu *Straight Dough Method*, *No Time Dough Method* dan *Sponge and Dough Method*. Dari ketiga metode ini secara organoleptik, metode *Sponge and Dough* lebih baik dibandingkan metode lainnya.

Aroma dan rasa yang lebih baik pada metode *Sponge and Dough* disebabkan karena proses pengistirahatan adonannya berlangsung lebih lama, sehingga akan lebih banyak flavor dan aroma terbentuk karena fermentasi. Tetapi, lamanya pengistirahatan adonan tersebut mengakibatkan volume yang lebih kecil pada roti karena sewaktu *proofing* aktivitas ragi sudah menurun, dengan demikian gas yang dihasilkan pun akan lebih sedikit.

Berdasarkan percobaan pendahuluan ini dapatlah disimpulkan bahwa alternatif terbaik untuk meningkatkan skor organoleptik roti singkong adalah melalui substitusi parsial tepung terigu sebesar 50 % dengan tepung singkong, dan pembuatannya dilakukan dengan metode *Sponge and Dough*.





Gambar 43. Roti dengan berbagai metode pembuatan

### 1.3. Analisis Sifat Tepung

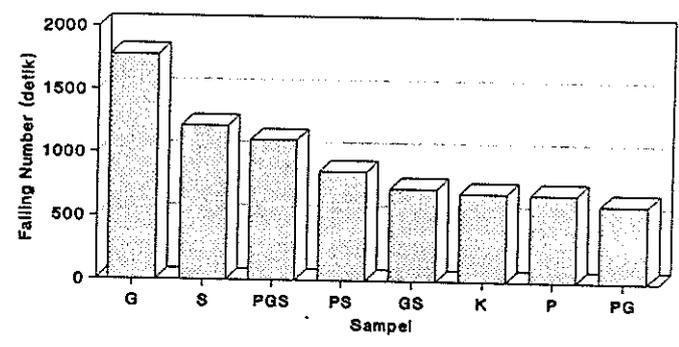
Analisis sifat tepung meliputi karakteristik adonan dengan analisa farinograf (Tabel 10) dan nilai *Falling Number* (Gambar 44). Berdasarkan penelitian yang dilakukan ternyata tepung singkong 100 % tidak mampu membentuk adonan (*dough*) sehingga tidak dapat diukur oleh farinograf. Ketidakmampuan tepung singkong dalam membentuk adonan disebabkan karena tepung singkong tidak mengandung gluten sama sekali.

Berdasarkan hasil analisa farinograf perlakuan yang diberikan ternyata mampu meningkatkan stabilitas adonan tepung campuran. Tepung dengan perlakuan pengukusan dan penyangraian (tepung PS) memiliki stabilitas adonan yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa campuran antara tepung PS dengan tepung terigu lebih resisten terhadap pengadukan selama pembuatan adonan dibandingkan tepung campuran lainnya. Pada tepung terigu nilai stabilitas ini berkaitan dengan kekuatan gluten yang terbentuk. Makin tinggi nilai stabilitas maka makin kuat gluten tepungnya. Gluten yang kuat dan elastis akan terbentuk selama proses pengadukan dan fermentasi adonan.

Tabel 10. Data hasil analisa farinograf untuk tepung campuran\*

Sample	Daya serap air (%)	Dough time (menit)	peak time (menit)	Stabilitas (menit)
K	58.0	7.25	8.00	2.15
P	59.0	7.75	10.00	4.75
S	58.5	7.70	9.70	3.50
PS	60.0	10.25	11.25	>12.00
Terigu	67.6	2.50	7.50	10.50

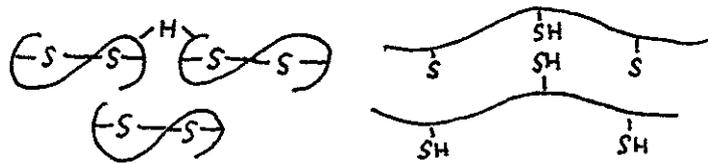
\*Tepung singkong 50 % + terigu 50 %



K : Kontrol  
G : +GMS  
P : Kukus  
S : Sangrai

Gambar 44. Nilai Falling Number tepung dengan berbagai perlakuan

Pengadukan dan fermentasi adonan mengakibatkan terputusnya ikatan disulfida pada protein gandum, sehingga atom S akan berikatan dengan atom H membentuk gugus -SH (Gambar 45). Menurut Pyler (1973), gaya dan jenis ikatan yang berperan selama pembentukkan struktur adonan antara lain ikatan hidrogen, ikatan ionik, ikatan disulfida, kepolaran dan gaya Van Der Waals.



**Gambar 45. Pemecahan disulfida menjadi gugus sulfhidril**

Daya serap air tepung terigu adalah sebesar 67 %. Substitusi 50 % tepung terigu dengan tepung singkong menurunkan kemampuan tepung campuran dalam menyerap air, tetapi penurunan ini bervariasi untuk tiap jenis tepung singkong yang ditambahkan.

Lebih tingginya daya serap air pada tepung campuran P, S maupun PS dengan tepung terigu dibandingkan campuran tepung kontrol dengan tepung terigu selain disebabkan oleh kadar air

tepung P, S dan PS yang lebih rendah, juga disebabkan telah terjadinya gelatinisasi atau pun melting pada sebagian granula, sehingga kemampuannya dalam menyerap air meningkat.

Substitusi tepung singkong juga berpengaruh pada komposisi protein dari tepung. Menurut Ahza (1983), 32,2 % air di dalam adonan roti berikatan dengan protein, sisanya berikatan dengan pati (45 %) dan dengan pentosan (23,4 %). Substitusi tepung singkong mengakibatkan jumlah protein gandum berkurang untuk tiap gramnya, sehingga daya serap air tepung pun menurun.

Karena interaksi antara protein gandum dengan air berperan dalam membentuk struktur elastis dari adonan, maka berkurangnya proporsi kedua komponen tersebut akan berpengaruh pula pada karakteristik adonan lainnya seperti waktu pembentukan adonan (*dough time. arrival time*), waktu pencapaian puncak kekuatan adonan (*peak time*) dan stabilitas adonan.

Waktu pembentukan adonan berkaitan dengan kandungan gluten dan kecepatan imbibisi air ke dalam tepung. Perlakuan modifikasi pada tepung singkong mengakibatkan peningkatan kompetisi



penyerapan air antara tepung singkong dengan tepung terigu, sehingga untuk membentuk adonan yang homogen dibutuhkan waktu yang lebih lama. Semakin tinggi tingkat kompetisi ini maka semakin sulit kedua jenis tepung untuk bercampur.

Nilai Falling Number (FN) tepung singkong kontrol adalah 692 detik, sedangkan nilai FN tepung singkong yang sudah dimodifikasi berkisar antara 607 - 1779 detik. Nilai FN berkaitan dengan aktifitas dari enzim alpha-amilase. Aktivitas alpha-amilase yang normal ditunjukkan dengan nilai FN sebesar 250 detik.

Tingginya nilai FN pada tepung singkong menunjukkan perlunya dilakukan penambahan enzim alpha-amilase jika tepung tersebut akan digunakan dalam pembuatan produk bakery yang melibatkan proses fermentasi ragi. Penambahan enzim alpha-amylase dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan penambahan tepung kecambah biji-bijian (malt) atau penambahan fungal enzim. Enzim yang terdapat di dalam *bread improver* umumnya merupakan fungal enzim. Dalam hal ini perlu diteliti lebih jauh pengaruh penambahan *bread improver* terhadap nilai FN dan efeknya pada roti yang dibuat.

Pengaruh alpha-amilase pada jenis tepung yang dimodifikasi tidak menunjukkan akibat yang jelas pada nilai FN, apakah nilai FN itu disebabkan oleh aktifitas enzim, atau mungkin disebabkan karena pengaruh modifikasi pada tepung itu sendiri.

## 2. Pembuatan Roti Dari Tepung Singkong Termodifikasi

### 2.1. Karakteristik Fisik Roti

Roti yang terbuat dari tepung campuran P + WF maupun PS + WF memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan roti yang terbuat dari 100 % tepung singkong atau pun tepung terigu 100 %. Permukaan kulit roti umumnya tidak rata dan warna kulit lebih muda dibandingkan roti tepung terigu 100 %.

Warna yang lebih muda pada kulit roti tepung campuran disebabkan karena rendahnya kadar maltosa dari tepung singkong. Menurut Kent-Jones dan Mitchell (1962), kadar maltosa yang rendah dari tepung akan berpengaruh negatif terhadap volume roti dan berperan dalam membentuk warna pucat pada kulit.

Warna remah dipengaruhi oleh nilai derajat putih dari tepung yang digunakan. Remah dari roti yang terbuat dari tepung dengan perlakuan penyangraian berwarna lebih gelap dibanding tepung dengan perlakuan pengukusan. Hal ini disebabkan perbedaan pengaruh kedua perlakuan tersebut terhadap nilai derajat putih tepung.

Roti dari tepung campuran memiliki volume yang lebih rendah dan tekstur yang relatif lebih kasar dibanding roti tepung terigu. Menurut Kent dan Amos (1967), untuk membentuk roti dengan volume yang besar dan tekstur yang bagus, tepung yang digunakan harus memenuhi persyaratan berikut :

1. Jumlah gula dan aktivitas diastatik di dalam tepung harus mencukupi.
2. Protein dari adonan harus memenuhi persyaratan baku dalam pembuatan roti baik dari segi kuantitas maupun kualitas.

Faktor pertama berkaitan dengan *gas producing power* (GPP) dari adonan, sedangkan faktor kedua berkaitan dengan *gas retaining power* (GRP) . Kombinasi antara rendahnya GPP dan GRP dari adonan tepung campuran mengakibatkan volume roti yang dihasilkan lebih rendah dibanding volume roti tepung terigu.



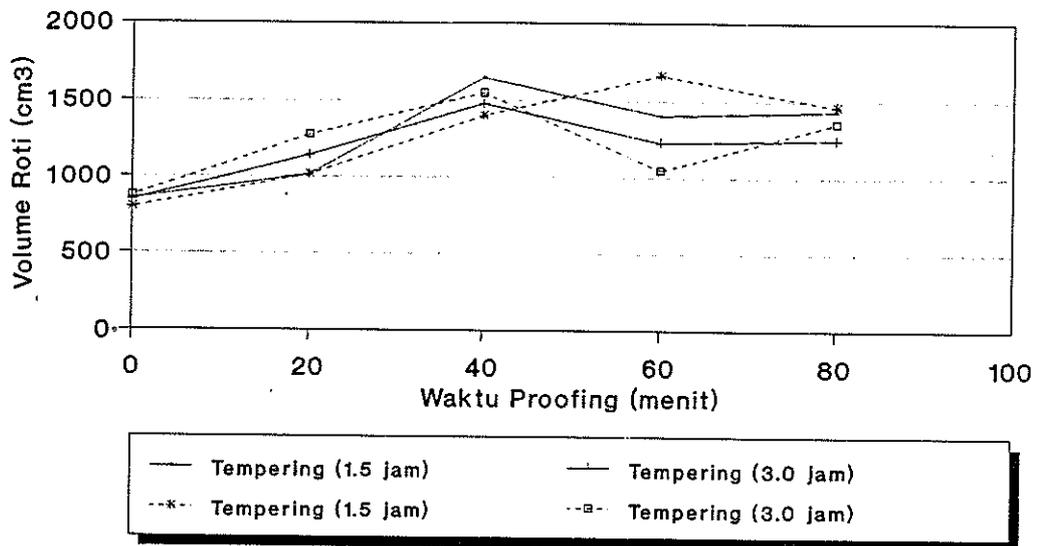
Volume terbaik dari roti tepung campuran diperoleh pada kombinasi A1B3C1 dan A2B3C2, masing-masing dengan volume 1209,4 cm<sup>3</sup> dan 1219,1 cm<sup>3</sup>. Laju pengembangan volume roti selama *final proofing* dapat dilihat pada gambar 46.

Menurut *U.S. Wheat Associates* (1983), volume roti dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

- a. Mutu dan jumlah bahan yang dipakai
- b. Metode yang digunakan dalam proses pembuatan
- c. Kondisi pencampuran
- d. Kondisi fermentasi
- e. Cara pengerjaan
- f. Kondisi proofing
- g. kondisi baking

Terjadinya perubahan pada salah satu atau kombinasi dari faktor-faktor diatas akan menyebabkan perubahan pada volume roti.

Dari pengamatan terhadap sifat fisik, volume roti dan meninjau segi praktis dalam pembuatannya, maka kombinasi yang dianjurkan untuk menghasilkan roti yang baik adalah kombinasi perlakuan A1B3C1.



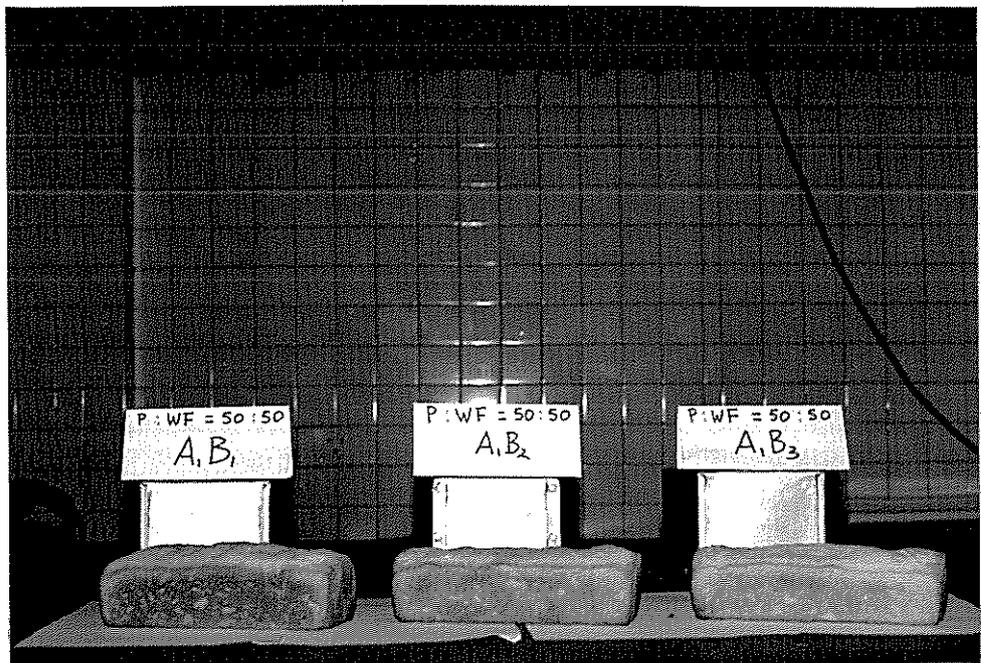
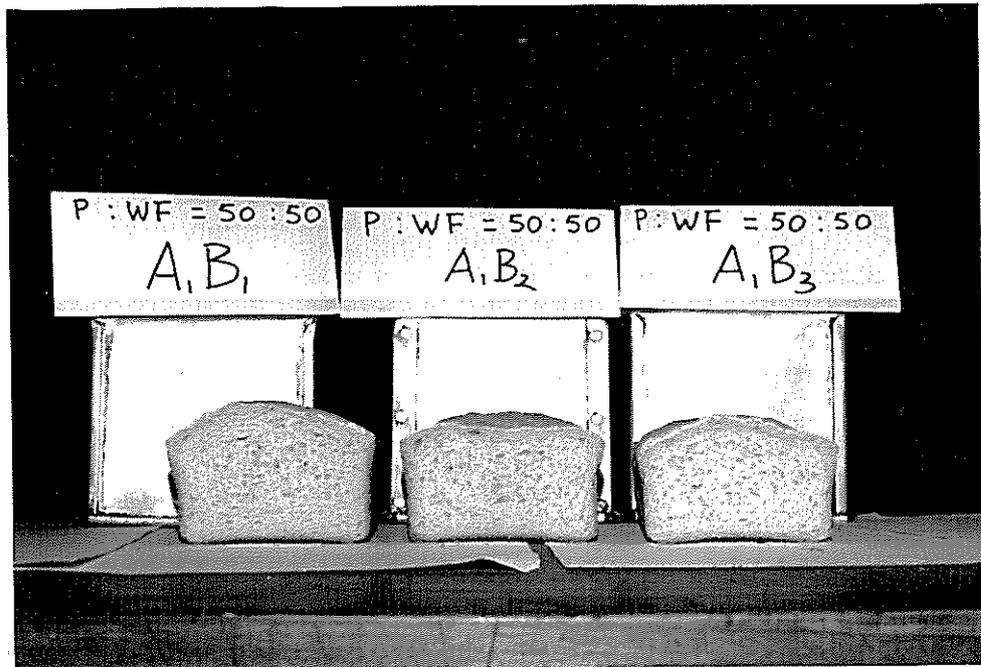
Keterangan Gambar 46 :

Garis tidak terputus : Tepung C1 (dengan pengu-  
kusan atau P)

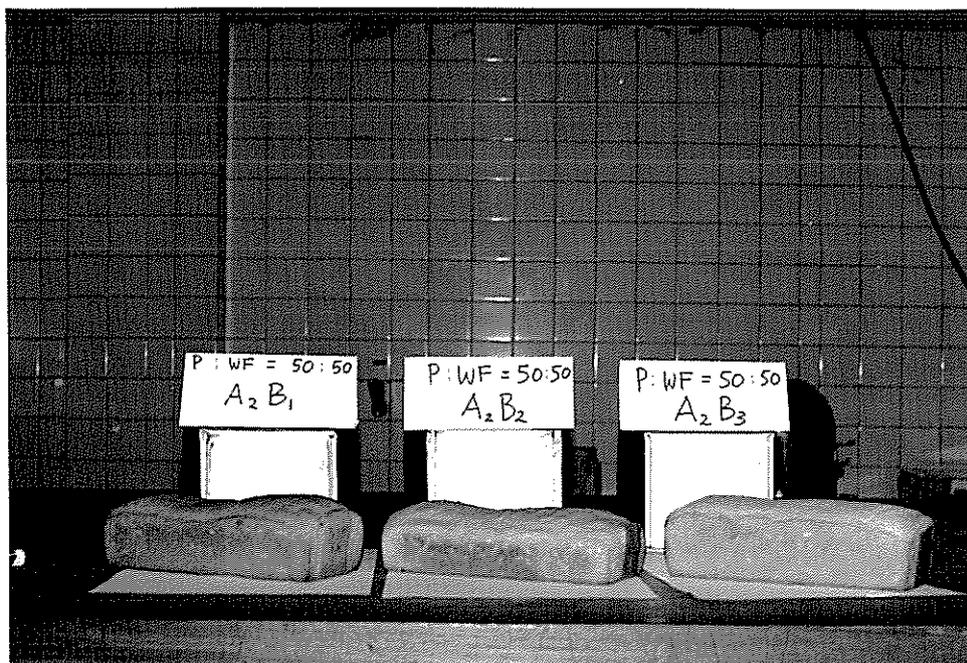
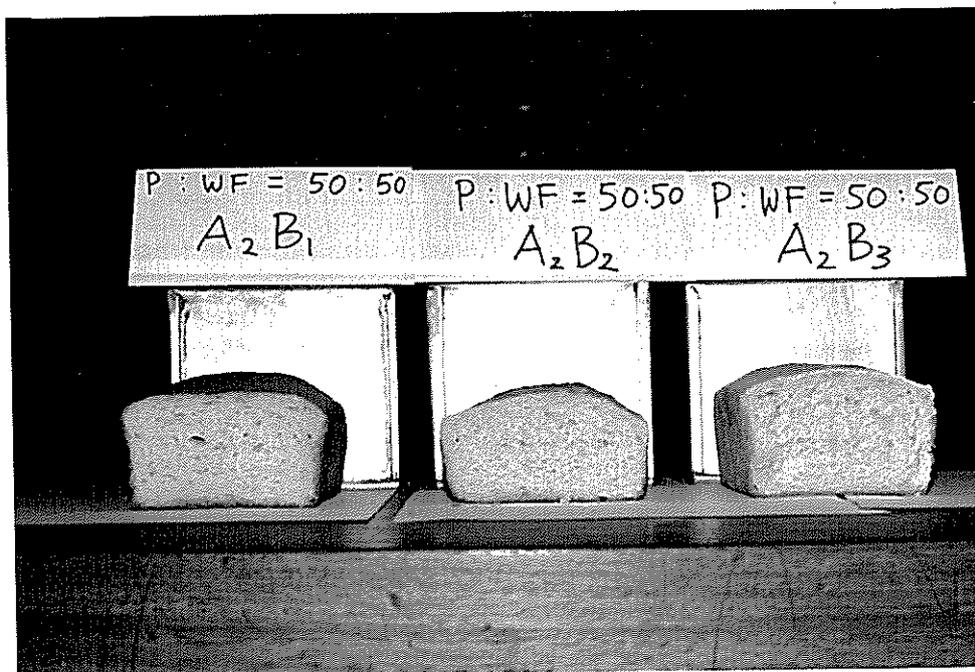
Garis terputus : Tepung C2 (dengan pengu-  
kusan + penyangraian atau PS)

Tempering : Waktu fermentasi sponge

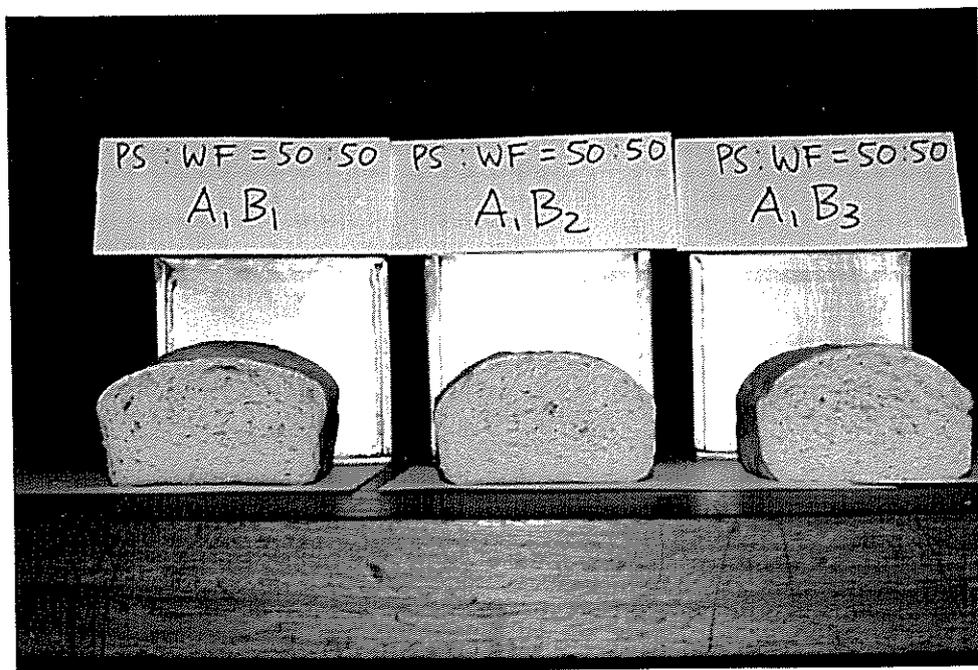
Gambar 46. Pengembangan volume selama *final proofing*



Gambar 47. Roti dari tepung campuran C1 (tepung singkong P 50 % + terigu 50 %) dengan lama waktu fermentasi *sponge* 1.5 Jam



Gambar 48. Roti dari tepung campuran C1 (tepung singkong P 50 % + terigu 50 %) dengan waktu fermentasi *sponge* 3.0 Jan



Gambar 49. Roti dari tepung campuran C2 (tepung singkong PS 50 % + terigu 50 % dengan waktu istirahat *sponge* 1.5 jam



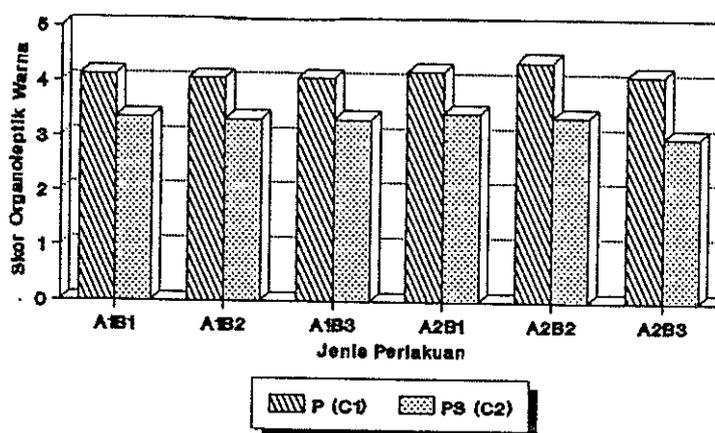
Gambar 50. Roti dari tepung campuran C2 (tepung singkong PS 50 % + terigu 50 %) dengan waktu istirahat *sponge* 3.0 jam

### 3.3. Organoleptik Roti

#### a. Warna

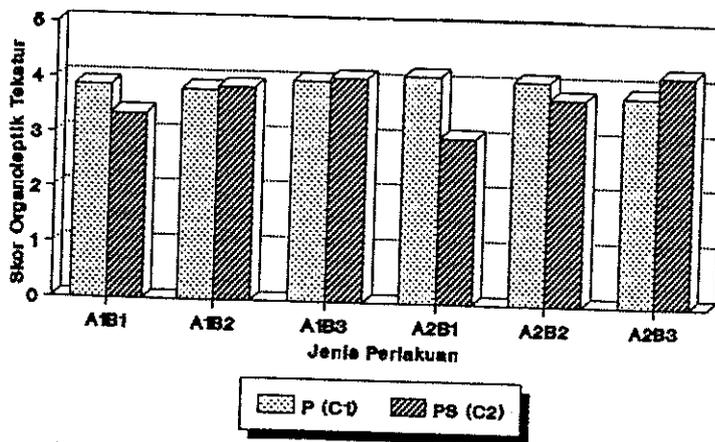
Dari analisis organoleptik terlihat bahwa pada umumnya panelis lebih menyukai warna roti yang terbuat dari tepung campuran C1 yaitu campuran 50 % tepung singkong P dengan 50 % tepung terigu.

Berdasarkan analisis varian jenis tepung singkong yang digunakan berpengaruh nyata pada skor organoleptik warna, sedangkan lama waktu istirahat *sponge* dan *proofing* tidak berpengaruh nyata pada skor organoleptik warna. Skor tertinggi dicapai oleh roti tawar pada interaksi perlakuan A2B2C1 (4,4), sedangkan skor terendah dicapai roti tawar pada interaksi perlakuan A2B3C2 (3,0).



Gambar 51. Skor organoleptik warna

## b. Tekstur



Gambar 52. Skor organoleptik tekstur

Hasil pengujian organoleptik untuk tekstur menunjukkan bahwa jenis tepung campuran dan interaksi antara lama waktu proofing dengan jenis tepung berpengaruh nyata pada tekstur roti untuk taraf  $F_{.05}$  (skor tertinggi pada B3C2, skor terendah pada B1C2). Interaksi antara ketiga perlakuan berpengaruh nyata untuk taraf  $F_{.05}$  maupun  $F_{.01}$ .

Skor tertinggi dicapai oleh roti tawar pada interaksi perlakuan A2B3C2 sedangkan skor terendah pada roti tawar A2B1C2. Skor yang lebih tinggi pada roti dengan interaksi perlakuan B3C2 dibanding roti B1C2, mungkin disebabkan karena adanya perbedaan waktu terjadinya

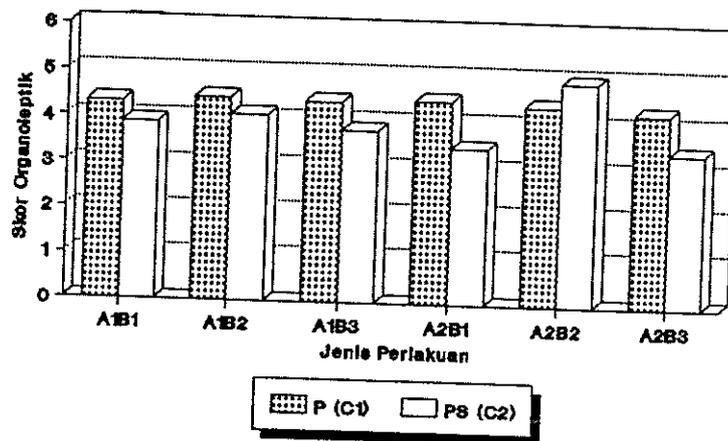
reaksi *mellowing* (pelunakan adonan) saat final proofing.

Tepung campuran C1 (tepung P + terigu) menunjukkan skor organoleptik tekstur yang lebih tinggi dibanding tepung campuran C2 (tepung PS + terigu). Menurut Griffin dan Lynch (1968), fraksi amilopektin akan mengkristal dengan perlahan setelah roti selesai dibakar. Proses pengkristalan amilopektin ini berjalan terus. Akibat dari pengkristalan amilopektin remah roti menjadi keras, aroma hilang dan kulit roti tidak renyah lagi. Dalam hal ini dapat dilihat adanya keterkaitan antara peningkatan viskositas pendinginan dan viskositas balik tepung, dengan mutu organoleptik tekstur roti, mengingat tepung P yang memiliki laju peningkatan viskositas pendinginan dan viskositas balik yang lebih rendah dibanding tepung PS, ternyata memiliki tekstur roti yang lebih disukai.

### c. Aroma

Berdasarkan analisis varian, terlihat bahwa lamanya waktu istirahat *sponge* (A), interaksi antara lamanya waktu istirahat *sponge*

dengan jenis tepung (AC), interaksi antara lamanya *final proofing* dengan jenis tepung (BC), dan jenis tepung yang digunakan (C) berpengaruh nyata pada aroma roti untuk taraf  $F_{.05}$  maupun  $F_{.01P}$ . Interaksi antara ketiga perlakuan (ABC) hanya berpengaruh nyata untuk taraf  $F_{.05}$ .



Gambar 53. Skor organoleptik aroma

Lama waktu istirahat *sponge* (A) dan interaksinya dengan jenis tepung (C) serta interaksi antara lamanya waktu *proofing* (B) dengan jenis tepung (C) berpengaruh nyata pada aroma roti. Hal. ini disebabkan karena pada saat istirahat *sponge* dan *final proofing* terjadi pembentukan zat-zat penimbul aroma akibat fermentasi, seperti alkohol, asam dan ester-ester yang

merupakan hasil fermentasi ragi terhadap karbohidrat dari tepung yang digunakan. Aroma roti campuran terbaik diperoleh pada roti dengan waktu istirahat sponge 1.5 jam.

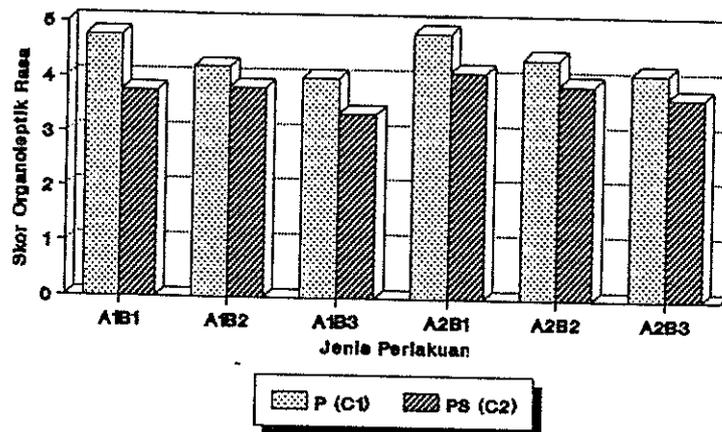
Jenis tepung yang digunakan juga berpengaruh nyata pada aroma roti. Aroma roti yang terbuat dari tepung campuran C1 lebih disukai panelis dibanding aroma roti yang terbuat dari tepung campuran C2. Sebenarnya pada saat pembuatan adonan aroma adonan dari tepung C2 lebih menarik dibanding aroma adonan tepung C1, tetapi karena sifatnya yang volatil, senyawa pembentuk aroma ini sebagian besar menguap selama proses pengolahan, dan yang tersisa adalah aroma yang cenderung kurang disukai panelis. Aroma yang timbul pada adonan tepung campuran C2 berasal dari senyawa-senyawa yang terbentuk selama proses penyangraian.

Pada uji organoleptik aroma, skor tertinggi dicapai oleh roti tawar pada interaksi perlakuan A2B2C2 (4.8) dan terendah pada A2B3C2 (3,4).



#### d. Rasa

Rasa makanan merupakan kombinasi dari tanggapan atau kesan-kesan cicip, bau dan perabaan. Berdasarkan analisis varian jenis tepung singkong yang digunakan (C) dan interaksi antara lamanya waktu *final proofing* (B) dengan jenis tepung singkong yang digunakan (C) berpengaruh nyata pada skor organoleptik rasa untuk taraf F.05 dan F.01.



Gambar 54. Skor organoleptik rasa

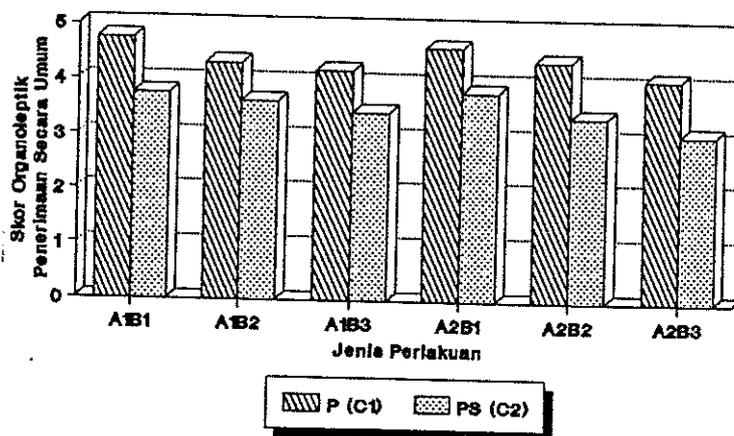
Rasa roti yang timbul selain dipengaruhi oleh bahan-bahan penyusunnya juga dipengaruhi oleh senyawa-senyawa yang terbentuk selama fermentasi adonan. Selain itu kesan panelis terhadap tekstur roti selama pencicipan dan

sesudahnya juga akan mempengaruhi skor yang diberikan.

Pada uji organoleptik rasa, skor tertinggi dicapai oleh roti tawar pada interaksi perlakuan A1B3C2 (4,8) sedangkan skor terendah pada A1B3C2 (3.45).

**e. Penerimaan Secara Umum**

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa jenis tepung yang digunakan (C) dan interaksinya dengan lama waktu *final proofing* (B) berpengaruh nyata pada skor organoleptik penerimaan panelis secara umum untuk taraf F.05 maupun F.01.



Gambar 55. Skor organoleptik penerimaan secara umum

Roti yang terbuat dari tepung campuran C1 lebih disukai dibanding roti yang terbuat dari tepung campuran C2. Skor organoleptik penerimaan panelis secara umum paling tinggi pada tepung dengan perlakuan A1B1C1 (4,8) dan terendah pada tepung dengan perlakuan A2B3C2 (3.1).

Dari hasil pengamatan terhadap nilai organoleptik secara keseluruhan maka kombinasi yang dianjurkan untuk memperoleh skor organoleptik terbaik adalah A2B1C1 (lama fermentasi *sponge* 3.0 jam, *final proofing* 40 menit dan jenis tepung singkong yang digunakan tepung dengan modifikasi pengukusan).



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Pada dasawarsa mendatang distribusi lahan yang tidak menguntungkan bagi sektor pertanian mendorong pelaksanaan diversifikasi pangan kearah sumber pangan pokok yang tahan tumbuh pada lahan-lahan *marginal*. Salah satu tanaman alternatif yang dapat memenuhi kenyataan di atas adalah ubikayu.

Modifikasi pengukusan, penyangraian dan penambahan GMS memberikan pengaruh pada karakter kimia (kadar air, kadar lemak dan kadar maltosa), serta karakter fisik dan fungsional dari tepung singkong.

Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan, bahwa pengukusan pada suhu 75 °C selama 10 menit maupun pengukusan pada suhu 65 °C selama 30 menit berpengaruh pada daya serap air dari granula pati selama pemanasan dan pengadukan. Pengukuran dengan amilograf juga menunjukkan bahwa pengukusan pada 75 °C selama 10 menit lebih berpengaruh terhadap nilai viskositas pasta tepung singkong, dimana nilai viskositas tepung dengan pengukusan pada 75 °C selama 10 menit lebih tinggi dibandingkan nilai viskositas dari tepung singkong dengan pengukusan pada 65 °C selama 30 menit.

Perubahan sifat fisik dan fungsional yang ditimbulkan oleh pengukusan dan penyangraian disebabkan terjadinya gelatinisasi parsial dari granula pati tepung singkong. Tetapi pada penyangraian proses geletinisasi parsial yang terjadi tidak diikuti oleh penyerapan air sehingga granula patinya tidak mengalami pembengkakan.

Efek pelapisan GMS dan pembentukan kompleks antara GMS-amilosa sangat berpengaruh terhadap karakter pasta dari tepung singkong. Pengaruh yang nyata dari GMS terhadap karakter pasta adalah fenomena penghambatan terhadap daya serap air tepung selama proses gelatinisasi dan penurunan viskositas jatuh pasta selama pemanasan pada suhu konstan.

Pembuatan roti dari tepung singkong 100 % masih mengalami kendala dari segi rendahnya mutu karakter fisik dan mutu organoleptik roti tersebut. Berdasarkan penelitian ini, hambatan utama penggunaan tepung singkong untuk bahan baku roti adalah tidak adanya gluten, rendahnya aktivitas diastase, tekstur remah (*crumb*) yang lengket dan berwarna buram serta aroma khas singkong yang kurang disukai.

Dari penelitian yang dilakukan dapat dibuktikan bahwa modifikasi pengukusan dan penyangraian tepung singkong dapat mengurangi aroma singkong, meningkatkan derajat putih pada tepung serta mampu meningkatkan stabi-



litas adonan dari tepung campuran selama pengadukan. Modifikasi tepung singkong dan substitusi parsial tepung singkong dengan tepung terigu sebanyak 50 % terbukti dapat meningkatkan tingkat penerimaan panelis (skor organoleptiknya).

Berdasarkan penelitian ini, tepung singkong dengan modifikasi pengukusan dapat digunakan sebagai pensubstitusi tepung terigu dalam pembuatan roti tawar, dengan tingkat substitusi 50 %.

## B. SARAN

Melihat potensi yang cukup besar dari tepung singkong dalam menunjang program diversifikasi pangan, disarankan untuk terus menggali dan mengembangkan tehnik-tehnik modifikasi yang telah dirintis. Selain itu juga perlu diupayakan program penyuluhan guna mengubah persepsi masyarakat terhadap mutu roti, dimana sekarang ini masyarakat masih memiliki persepsi negatif terhadap volume roti yang kecil.

Penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh tingkat gelatinisasi, variasi dalam penambahan GMS, gluten dan *bread improvers* dalam pembuatan roti dari tepung singkong masih sangat diperlukan. Beberapa perbaikan terhadap aktivitas diastase tepung singkong, warna roti tepung campuran, volume serta rasio yang tepat antara berat

adonan dengan volume loyang, penambahan tepung kedelai atau pun malt juga dapat dikaji pada penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- AACC. 1983. AACC Approved Methods. American Associations of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
- Abraham, T.E., K.C.M. Raja, E.P. Monoharan dan A.G. Mathew. 1983. Effect of Heat Moisture on Textural Characteristics of Cassava Flour. Cereal Chemistry 60(1) : 7-8.
- Ahza, A.B. 1983. Pengolahan Mie dan Roti. Di dalam Pendidikan Latihan Tenaga Pembina Wilayah Bina Swadaya dalam Bidang Pengolahan Pangan Tradisional. 28 November - 12 Desember 1983, Bogor.
- Akpapunam, M.A. 1985. Effect of Blanching, Soaking, and Cooking on the HCN Yields, Nitrogen, Ash, and Minerals of lima Beans (*Phaseolus lunatus*). Journal of Food Sci. 50 : 1191 -1192.
- AOAC. 1955. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Banks, W. C.T. Greenwood dan D.D. Muir. 1973. The Structure of Starch. Di dalam G.G. Virch dan L.F. Green (ed.). Molecular Structure and Functions of Food Carbohydrate. Applied Sci. Publ. Ltd., London.
- \_\_\_\_\_.1975. Starch and its Components. Halted press. John Willey and Son, NY.
- Beynum, Van G.M.A. dan J.A. Roels. 1980. . Starch Conversion Technology. Di dalam M.A. Wirakartakusumah, R. Syarief dan Dahrulsyah. Pemanfaatan Tekonogi Pangan Dalam Pengolahan Singkong. Buletin Pusbangtepa, IPB, Bogor.
- Biliaderis, C.G., Maurice, T.J. dan J.R. Vose.1980. Starch Gelatinization Phenomena Studied by DSC. Di dalam Burros, B.C., Linda A., Young dan Paul A. Corood, 1987. Kinetics of Corn Meal Gelatinization at High Temperature and Low Moisture. Journal of Food Sci. 52(5) : 1372-1376.
- Biro Pusat Statistik. 1990. Statistik Indonesia. BPS, Jakarta.
- BPPIS. 1989. Pembuatan Prototipe Alat Uji Derajat Putih Tepung Tapioka. Badan Penelitian Pengembangan Industri Surabaya, Surabaya.

- Brautlecht, C.A. 1953. Starch Its Source, Production and Uses. Reinhold Publ. Co., NY.
- BULOG. 1992. Statistik BULOG 1969-1991. Biro Analisa Harga dan Pasar BULOG, Jakarta.
- Burros, B.C., Linda A., Young dan Paul A. Corood, 1987. Kinetics of Corn Meal Gelatinization at High Temperature and Low Moisture. Journal of Food Sci. 52(5) : 1372-1376.
- Bean, M.L. dan E.M. Osman. 1957. Behavior of Starch During Food Preparation : Effects of Different Sugar in the Viscosity and Gel Strength of Starch Pastes. 17th Annual Meeting of The Ins. of Food Tech., May 14, 1957, Pittsburgh, Pennsylvania.
- Bluestein, P.M. dan T.P. Labuza. 1975. Pengaruh penurunan Kadar Air terhadap Zat Gizi. Di dalam R.S. Harris dan E. Karmas. Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan (terjemahan). ITB, Bandung.
- Bogasari Flour Mills, PT. Rahasia Dalam Pembuatan Roti. PT. BFM, Jakarta.
- Buera, M.dP., J. Chorite, S.L. Resnik, dan R.D. Lozano. 1987. Non Enzymatic Browning in Liquid Model System of High Water Activity : Kinetics of Colour Changes Due to Caramelization of Various Single Sugar. Journal of Food Sci. 52(4) : 1059-1062.
- Champbell, H.A., F. Hollis, J.R. dan R.V. Mac Allister . 1985. Improved Methods for Evaluating Starch For Specifics Uses. Food Tech. 4(12) : 492-496.
- Charley, H. 1982. Food Science. John Wiley and Sons, NY-USA.
- Collison, R. 1968. Swelling and Gelation of Starch. Di dalam J.A. Radley (ed.). Starch and Its Derivatives 4th ed. Chapman and Hall, London.
- Coursey, D.G. 1973. Cassava as Food, Toxicity and Technology, di dalam B. Nestel dan R.N. Intyre (ed.). Chronic Cassava Toxicity, Proceedings of an Interdisciplinary Workshop 29-30 January 1973. Ottawa.
- Coursey , D.G. 1977. Root and RTuber Food Crops. Di dalam D.N. Lapedes (ed.). Encyclopedia of Food, Agriculture and Nutrition. Mc Graw Hill Inc., NY.

- Defloor, I, C. De Geest, M. Schellekens, A. Martens dan J.A. Delcour. 1991. Emulsifier and/or extruded Starch in the Production of Bread From Cassava. *Cereal Chemistry* 68(4) : 323-327.
- Departemen Perindustrian. 1990. Intisari Proses Pembuatan, Peralatan, dan Pemanfaatan Tepung Kasava, Tepung Sagu dan Tepung Jagung. Deprin, Jakarta.
- Departemen Pertanian. 1990. Petunjuk Penganekaragaman Pangan Menuju Pola Pangan Masa Depan. Proyek Pengembangan Diversifikasi Pangan-Deptan. Jakarta
- \_\_\_\_\_. 1989. Statistik Pertanian. Biro Perencanaan Departemen Pertanian, Jakarta.
- Doublier, J.L., D. Paton dan G. Llamas. 1987. A Reological Investigation of Oat Starch Pastes. *Cereal Chem.* 64(1) : 21-26.
- Enie, A.B. 1989. Teknologi Pengolahan Singkong. Makalah Seminar Nasional Peningkatan Nilai Tambah Singkong. Universitas Padjajaran, Bandung, 10 Oktober 1989.
- Falcon, W.P., William O.J., S.R. Pearson. 1984. Ekonomi Ubikayu di Jawa (terjemahan). Penerbit Sinar Harapan, Jakarta.
- Fardiaz, D., A. Apriyanto, S. Budiyanto dan N.L. Puspita Sari. 1986. PeneuntunPraktikum Analisa Pangan. Jurusan teknologi Pangan dan Gizi, FATETA-IPB, Bogor.
- Febryanti, T. 1990. Studi Karakteristik Fisiko Kimia dan Fungsional Beberapa Varietas Tepung Singkong (*Manihot esculenta* Crantz). Skripsi. FATETA-IPB, Bogor.
- Fennema, O.R. 1976. Principles of Food Science. Di dalam O.R. Fennema (ed.) *Food Chem.* Marcel Dekker, NY.
- Grace, M.r. 1977. Cassava Processing. FAO of United Nations, Rome.
- Greenwood, C.T. 1979. Observation on The Structure of the Starch Granule. Di dalam J.M.V. Blonshard dan J.R. Mitchel (ed.) *Polycacharides in Food.* Butterwartes, London.
- Griffin, W.C. dan M.J. Lynch. 1981. Surface Active Agents. Di dalam T.E. Furia (ed.). *CRC Handbook of Food Additives* 4th ed. Vol I. CRC Press, Inc., Florida.

- Jackson, A.T. dan J. Lamb. 1981. Calculations in Food and Chemical Engineering, Theory, Worked examples and Problems. The Macmillan Press LTD, London and Basing stake.
- Johnson, R.M. and W.D. Raymond. 1965. The Chemical Composition of Some Tropical Food Plants IV. Monioc, Trop. Sci. 7 : 109-117.
- Kay, D.E. 1973. Root Crops. The Tropical Institute, England.
- Kent, W.L. 1983. Technology of Cereal. Pergamon Press, Oxford.
- Kent-Jones, D.W. dan A.J. Amos. 1967 Modern Cereal Chemistry. Food Trade Press ltd, London.
- Kent-Jones, D.W. dan E.F. Mitchell. 1962. The Practise and Science of Breadmaking 3rd ed. The Northern Publishing Co. Ltd., Liverpool, England.
- Kim, J.C. dan D. De Ruiter. 1968. Bread From Non Wheat Flours. Food Tech. 22 : 867-878.
- Knight, J.W. 1974. Speciality Food Starches. Di dalam E.V. Araulo, B. Nestel dan M. Compbell. Cassava Processing and Storage, Proceeding of an Interdisciplinary Workshop, Pattaya, Thailand, 17-19 April 1974.
- Lingga, P., B. Sarwono, F. Rahardi, P.C. Raharja, J.J. Aristostini, Rini, W. dan Wied, H.A. 1986. Bertanam Umbi-umbian. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Mc Ardle, R.N. dan J.C. Bouwkamp. 1986. Use of Heat Treatments for Saccharification of Sweet Potato Mash. Journal of Food Sci. 51(2) : 364-366.
- Mc Cready, R.M. 1970. Starch and Dextrin. Di dalam M.A. Joslyn (ed.). Method in Food Analysis. Academic Press, London.
- Menko Kesra. 1989. Pola Umum Gerakan Perbaikan Menu Makanan Rakyat.
- Metcalf, S.L. dan D.B. Lund. 1985. Factors Affecting Water Uptake in Milled Rice. Journal of Food Sci. 50 : 1676-1678.
- Meyer, L.H. 1980. Food Chemistry. AVI Publ. Co., Westport, Connecticut.

- Miller, J.N. 1973. Starch Amylose. Di dalam R.L. Whistler dan J.N. Miller. Industrial Gums Polysaccharides and Their Derivatives. Academic Press, London.
- Muchtadi, T.R. Purwiyatno dan A. Basuki. 1987. Teknologi Pemasakan Ekstrusi. PAU-IPB dan LSI, Bogor.
- Nartey, F. 1973. Chronic Cassava Toxicity. International Development Research Centre, Ottawa.
- \_\_\_\_\_. 1976. Lipase Activity and the Commision of Fat to Carbohydrate in Cassava. Di dalam Proceeding of the 4th Symposium of International Society for Tropical Root Crops, CIAT, Cili, Colombo, 1-7 August 1976.
- National Starch and Chem. Company. Food Starch Technology. NSCC, Bridgewater, New Jersey.
- Onayemi, O. 1986. Some chemical Factors Affecting The Quality of Processed Yam. Journal of Food Sci. 51(1) : 161-164.
- Osagie, A.U., A.O. Mologohme dan F.I. Opute. 1982. Effect of Extractable Lipid on The Viscosity Characteristic of Yam Tuber Flour. Journal of Food Sci. 47 : 1378-1381.
- Osman, E.M. 1967. Starch in The Food Industry. Di dalam R.L. Whistler dan E.F. Parshall (ed.). Starch Chem. and Tech. Vol II : Industrial Aspect. Academic Press, NY, San Fransisco, London.
- Pearson, S.R., WP. Falcon dan William O. 1984. Di dalam W.P. Falcon et al. (ed). Ekonomi Ubi Kayu di Jawa. Penerbit Sinar Harapan, Jakarta.
- Phyler, E.Y. 1973. Baking Science and Tech. , Vol I & II. Siebel Publ., Chicago
- Pomeranz, Y. dan J.A. Shellenberger. 1971. Bread Science and Technology. AVI Publ. Co. Inc., Westport Connecticut.
- Ricardson, T. dan D.B. Hyslop. Enzymes . Di dalam O.R. Fennema (ed.). Food Chemistry. Marcel Dekker, NY.
- Roche, F.C. 1984. Sistem Produksi Ubikayu di Jawa. Di dalam W.P. Falcon et al. (ed). Ekonomi Ubi Kayu di Jawa. Penerbit Sinar Harapan, Jakarta.

- Salas, F dan T.P. Labuza. 1968. Surface Active Agents Effects on Drying Characteristics of Model Food Systema. Food tech. 22 : 80-84.
- Satin, M. 1988. Bread Without Wheat. New Sci., April 28 pp.56-59.
- Shallenberger, J.A. 1974. Baking Industry : Bread. Di dalam Johnson, a.H. dan M.S. Peterson. 1974. Encyclopedia of Food Tech. AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Silva, H.C. dan G.L. Braga. 1982. Effect of Soaking and Cooking on the Oligosacharida Content of Dry Beans (*Paseolus vulgaris*,L.). Journal of Food Sci. 47 :924-925.
- Soekarto, S.T. 1981. Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil pertanian. Bratara, Jakarta.
- Soekirno. 1970. Ubikayu, Kedele, Kacang Tanah. Bina Cipta, Bandung.
- Syarief, H. 1974. Mempelajari Kepoyoan Pada Ubikayu. Makalah Khusus, FATETA-IPB, Bogor.
- Tanudjaja, J.K. 1990. Substitusi Parsial Tepung Gandum (*Triticum vulgare*) dengan Tepung Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Pada Pembuatan Roti Manis. Skripsi. FATETA-IPB, Bogor.
- Untoro, A. 1985. Mempelajari Beberapa Sifat Dasar Dalam Pembentukan Gel Daun Cincau Hijau (*Prenina oblongifolia* Merr). Skripsi. FATETA-IPB, Bogor.
- U.S. Wheat Associates. 1983. Pedoman Pembuatan Roti dan Kue. Djambatan, Jakarta.
- Weast, R.C. 1983. CRC Handbook of Chem. and Physics, 63<sup>rd</sup> ed., CEC press, Inc., Florida.
- Whistler, R.L. dan J.N. Miller. 1973. Industrial Gums Polysacharides and Their Derivatives. Academic Press, London.
- Whistler, R.L. dan J.R. Daniel. 1985. Carbohydrate. Di dalam O.R. Fennema (ed.). Food Chemistry. Marcel Dekker, NY.
- White, T.A. 1977. Starch. Di dalam D.N. Lapedes (ed.). Encyclopedia of Food, Agriculture and Nutrition. Mc Graw Hill Inc., NY.

- Winarno, F.G. 1989. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia, Jakarta.
- Wirakartakusumah, M.A. 1981. Kinetics of Starch Gelatinization and Water Absorption in Rice. Unpublished. Ph.D. Thesis. Dept. of Food Sci., University of Wisconsin, Madison.
- \_\_\_\_\_, Rizal Syarief, dan Dahrul Syah. 1989. Pemanfaatan Tek. Pangan Dalam Pengolahan Singkong. Bulletin Pusbangtepa Oktober (7:18) 1989. IPB, Bogor.
- Wiriano, H. 1981. Pembuatan Roti. BBPPIHP, Bogor.
- Wurzburg, O.B. 1989. Modified Starch : Properties and Uses, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Xu, S.Y. dan C.F. Shoemaker. 1986. Gelatinization Properties of Chinese Water Chesnut Starch and Lotus Root Starch. Journal of Food Sci. 51(2) : 445-449.
- Yusuf, E.D., Novianis dan E. Budiarti. 1985. Substitusi Terigu Dengan Tepung Ubi Jalar Dalam Pembuatan Roti. Diskusi Pangan VI, Bogor 19-20 Maret 1985.
- Zobel, H.F., S.N. Young, dan L.A. Rocca. 1988. Starch Gelatinization : An X ray Diffraction Study. Cereal Chemistry 65(6) : 443-446.

## Lampiran 1

## BAHAN BAKU ROTI

Tepung singkong	:	500 g (100 g untuk membuat pasta dalam 560 ml air)
Tepung Gandum	:	500 g
Air	:	Bergantung pada kandungan air pasta
Ragi	:	1.5 %
Garam	:	2 %
Gula	:	5 %
Susu skim	:	2 %
Mentega Putih	:	4 %
<i>Bread Improver</i>	:	0.2 %
GMS	:	1 % (Gliseril Monostearat)



TABEL KONVERSI KADAR MALTOSE

Enzymes

AACC Method 22-17

Page 1 of 1

### THIOSULFATE-MALTOSE (DIASTATIC ACTIVITY) CONVERSION

0.1 N Thiosulfate	Maltose per 10 g flour	0.1 N Thiosulfate	Maltose per 10 g flour	0.1 N Thiosulfate	Maltose per 10 g flour
ml	mg	ml	mg	ml	mg
0.10	618	3.40	373	6.70	166
0.20	608	3.50	367	6.80	161
0.30	598	3.60	360	6.90	156
0.40	588	3.70	353	7.00	151
0.50	578	3.80	347	7.10	146
0.60	568	3.90	341	7.20	140
0.70	558	4.00	334	7.30	135
0.80	550	4.10	328	7.40	130
0.90	542	4.20	322	7.50	126
1.00	534	4.30	315	7.60	121
1.10	527	4.40	308	7.70	116
1.20	519	4.50	302	7.80	111
1.30	512	4.60	295	7.90	106
1.40	505	4.70	288	8.00	101
1.50	499	4.80	282	8.10	96
1.60	492	4.90	276	8.20	90
1.70	485	5.00	270	8.30	85
1.80	478	5.10	264	8.40	80
1.90	472	5.20	257	8.50	76
2.00	465	5.30	251	8.60	71
2.10	458	5.40	244	8.70	65
2.20	451	5.50	237	8.80	60
2.30	445	5.60	231	8.90	56
2.40	438	5.70	225	9.00	51
2.50	431	5.80	218	9.10	46
2.60	425	5.90	213	9.20	41
2.70	418	6.00	207	9.30	36
2.80	412	6.10	201	9.40	31
2.90	406	6.20	195	9.50	25
3.00	398	6.30	188	9.60	20
3.10	392	6.40	182	9.70	15
3.20	385	6.50	176	9.80	10
3.30	379	6.60	171	9.90	5

## Lampiran 4

Tabel 1. Data hasil analisa kadar air (%)

Sampel	I	II	Rata-rata
Kontrol	12.5132	12.1251	12.32
P	9.6245	10.0213	9.82
G	12.2931	11.9125	12.10
S	7.7891	8.5211	8.16
PG	9.4312	9.6206	9.53
PS	7.6738	7.8314	7.75
GS	7.5662	7.6171	7.59
PGS	7.4173	7.3286	7.37

Tabel 2. Data hasil analisa kadar abu (% , db).

Sampel	I	II	Rata-rata
Kontrol	2.2831	2.1771	2.2301
P	2.5845	2.4675	2.5260
G	1.9166	2.2424	2.0795
S	2.4803	2.3000	2.3902
PG	1.5202	2.0444	1.7823
PS	2.3300	2.3080	2.3190
GS	1.8678	2.5273	2.1976
PGS	2.5686	2.5582	2.5634

Tabel 3. Data hasil analisa kadar protein dengan metode Mikro-Kjeldahl (% , db).

Sampel	I	II	Rata-rata
Kontrol	1.4256	1.9959	1.7108
P	1.1089	1.9406	1.5248
G	1.2093	1.0307	1.1200
S	0.8852	0.9527	0.9190
PG	1.0368	1.1053	1.0711
PS	1.4710	1.4504	1.4607
GS	0.9469	0.8798	0.9134
PGS	1.2825	1.3494	1.3160

Tabel 4. Data hasil analisa kadar lemak dengan metode Soxhlet (% , db).

Sampel	I	II	Rata-rata
Kontrol	0.3022	0.4083	0.3553
P	0.3526	0.3715	0.3621
G	0.3902	0.4130	0.4016
S	0.3724	0.4442	0.4083
PG	0.4068	0.6411	1.1957
PS	0.9734	1.4179	0.5240
GS	0.5183	0.5703	0.5443
PGS	1.0904	1.4617	1.2761



Tabel 7. Data hasil analisa kadar amilosa (%db).

Sampel	I	II	Rata-rata
Kontrol	8.3866	6.6843	7.5355
P	7.0646	6.8590	6.9618
G	7.8058	4.7826	6.2942
S	6.7497	6.9034	6.8266
PG	6.0249	4.3505	5.2258
PS	6.8034	6.4266	6.6150
GS	6.8968	6.2693	6.5831
PGS	5.4261	5.2047	5.3154

Tabel 8. Data hasil analisa kadar maltose (%db)

Sampel	I	II	Rata-rata
Kontrol	0.8668	0.9694	0.9181
P	0.7208	0.6653	0.6931
G	0.9101	0.8077	0.8589
S	0.9800	0.9255	0.9528
PG	0.9395	0.9395	0.9395
PS	0.6504	0.6504	0.6504
GS	1.0388	0.9739	1.0063
PGS	0.8205	0.8205	0.8205



Tabel 9. Data hasil analisa kadar HCN (%db).

Sampel	I	II	Rata-rata
Kontrol	14.0677	12.8416	13.4547
P	13.4096	12.2247	12.8176
G	18.6402	10.9811	14.8107
S	10.9964	10.3593	10.6779
PG	11.3800	15.9275	13.6538
PS	10.4741	9.1735	9.8238
GS	14.0278	8.1424	11.0851
PGS	12.5227	5.9691	9.2439

## Lampiran 5

Tabel 1. Data Hasil Analisa Falling Number

Sampel	I	II	Rata-rata
Kontrol	679	705	692
P	851	521	686
G	1856	1702	1779
S	1164	1266	1215
PG	604	609	607
PS	880	821	856
GS	655	797	726
PGS	1144	1062	1103

Tabel 2. Data Hasil Analisa Derajat Putih

Sampel	I	II	Rata-rata
Kontrol	86.0	87.0	86.5
P	91.0	91.0	91.0
G	86.2	87.0	86.6
S	72.0	71.9	71.95
PG	86.0	86.0	86.0
PS	77.3	77.3	77.3
GS	80.0	80.0	80.0
PGS	80.0	80.5	80.25

Tabel 3. Data Hasil Analisa Kekuatan Gel

Sampel	Kekuatan gel pada konsentrasi tertentu(Gram)				
	12	14	16	18	20
Kontrol	22	37	46	61	69
P	23	34	32	65	78
G	34	45	74	72	101
S	22	36	52	70	113
PG	19	37	55	79	137
PS	55	79	128	132	144
GS	26	33	50	72	105
PGS	64	99	149	159	166

Tabel 4. Data Hasil Analisa Derajat Pembengkakan

Sampel	Pembengkakan gel pada suhu pembentukkan gel (G end./G tk)							
	55	60	65	70	75	80	85	90
Kontrol	3.78	9.12	11.41	13.63	12.73	14.99	16.17	18.23
P	4.48	10.35	18.18	17.76	12.84	17.87	22.60	19.31
G	3.69	7.60	11.98	12.12	14.69	15.20	17.61	18.17
S	3.62	9.73	11.27	13.66	12.87	14.61	16.24	17.57
PG	4.48	14.30	10.22	17.32	18.59	16.00	22.27	18.99
PS	4.04	15.25	18.36	18.60	14.16	17.81	16.76	22.04
GS	3.86	7.90	11.52	11.52	12.05	12.68	18.86	18.64
PGS	4.47	9.55	12.59	15.26	16.41	17.18	18.91	18.77

Tabel 5. Data Hasil Analisa Farinograph Untuk Tepung Campuran

Sampel	Daya serap air (%)	Dough time (menit)	Peak time (menit)	Stability (menit)
Kontrol	58.0	7.25	8.00	2.15
P	59.0	7.75	10.00	4.75
S	58.5	7.70	9.70	3.50
PS	60.0	10.25	11.25	>12.00

Tabel 6. Data Amilografi.

Sampel	WG	SG	WGP	SGP	V.Opt.	V.50°C	S.B
Kontrol	21.0	61.50	35.5	83.25	990	630	-360
P75	21.5	62.25	29.0	73.50	1070	460	-610
G	22.5	63.75	39.5	89.25	900	730	-170
S	22.0	63.00	36.0	84.00	1020	730	-290
P75G	21.5	62.25	42.0	93.00	1100	680	-420
P75S	20.5	60.75	27.0	70.50	1290	900	-390
GS	23.5	65.25	41.0	91.50	820	760	-60
P75GS	22.5	63.75	35.0	82.50	1120	570	-550
P65	22.0	63.00	28.0	72.00	990	570	-420
P65S	21.0	61.50	35.5	83.25	1320	760	-560

## Keterangan :

WG : waktu gelatinisasi (menit)  
SG : suhu gelatinisasi ( $^{\circ}\text{C}$ )  
WGP : waktu granula pati pecah (menit)  
SGP : suhu granula pati pecah ( $^{\circ}\text{C}$ )  
V.Opt.: viskositas optimum (BU)  
V.50 $^{\circ}\text{C}$ : viskositas akhir 50 $^{\circ}\text{C}$   
SB : set back viskositas

## Lampiran 6

Tabel 1. Pengaruh GMS Terhadap Karakteristik Roti

Contoh	V (cm <sup>3</sup> )	Crust			Crumb				Organoleptik				
		pecah	rata	warna	pori	lengket	liat	warna	warna	tekstur	aroma	rasa	umum
100% CF													
+ GMS	928.8	+	-	+	+	-	-	++	-	-	1	1	-
- GMS	923.0	++	-	++	-	++	-	+++	-	-	1	1	-
50% CF + 50% WF													
+ GMS <sup>†</sup>	2128.5	-	-	++	+++	-	-	++	4.1	4.4	4.7	4.1	4.5
- GMS	2031.8	+	-	++	+++	-	-	++	3.8	4.2	4.4	4.8	4.1

Tabel 2. Pengaruh Metode Pembuatan Terhadap Karakteristik Roti

Contoh	V (cm <sup>3</sup> )	Crust			Crumb				Organoleptik				
		pecah	rata	warna	pori	lengket	liat	warna	warna	tekstur	aroma	rasa	umum
100% CF :													
GMS + Gluten 2%	967.5	+	-	++	++	-	-	+	-	-	2	1	-
GMS + Gluten 15%	1277.1	-	-	++	+++	-	+	+	-	-	4	4	-
GMS + Gluten 20%	1383.3	-	+	++	+++	-	++	+	-	-	6	4	-
50% CF + 50% WF													
SDM	1315.8	-	-	+++	+++	-	-	+	-	-	5	6	-
NTDM	1083.6	-	-	+++	+++	-	-	+	-	-	5	6	-
Sponge & Dough M. <sup>†</sup>	921.1	-	-	+++	+++	-	-	+	-	-	7	7	-

Keterangan :

1. Warna berdasarkan intensitas warna coklat secara visual.

Untuk warna *Crust* :

Putih	-
Putih Cream	+
Coklat Cream	++
Coklat	+++
Coklat tua	++++

Untuk warna *Crumb* :

Putih	+
Putih Cream	++
Cream gelap	+++

2. Volume terhitung untuk tiap 550 gram adonan kecuali pada tepung campuran di Tabel 1 untuk tiap 1000 gram.
3. Nilai organoleptik berdasarkan rasa dan aroma singkong, kecuali untuk tepung campuran di Tabel 1 dan Tabel 3.

1	Sangat terasa
2	Terasa
3	Agak terasa
4	Biasa
5	Agak tidak terasa
6	Tidak terasa
7	Sangat tidak terasa

4. \* : Metode/Contoh terbaik .

Tabel 3. Data Karakteristik Roti Tepung Campuran

Conton	V <sub>v</sub> (cm <sup>3</sup> )	Crust			Crumb			Organoleptik					
		pecah	rata	warna	pori	lengket	liat	warna	warna	tekstur	aroma	rasa	umam
<b>Tepung P + WF</b>													
A1B1	1006.2	-	-	++	+++	-	-	++	4.1	3.9	4.3	4.8	4.8
A1B2	1151.3	-	-	++	+++	-	-	++	4.1	3.8	4.4	4.2	4.3
A1B3	1209.4	-	-	++	+++	-	-	++	4.1	4.0	4.4	4.0	4.2
A2B1	1064.3	-	-	++	+++	-	-	++	4.2	4.1	4.4	4.8	4.6
A2B2	1064.3	-	-	++	+++	-	-	++	4.4	4.1	4.4	4.4	4.4
A2B3	1006.2	-	-	++	+++	-	-	++	4.1	3.8	4.2	4.1	4.1
<b>Tepung PS + WF</b>													
A1B1	1199.7	-	-	++	+++	-	-	+++	3.4	3.4	3.9	3.8	3.8
A1B2	986.9	-	-	++	+++	-	-	+++	3.3	3.9	4.0	3.8	3.6
A1B3	1025.9	-	-	++	+++	-	-	+++	3.3	4.1	3.8	3.4	3.4
A2B1	1093.3	-	-	++	+++	-	-	+++	3.4	3.0	3.4	4.1	3.8
A2B2	1006.2	-	-	++	+++	-	-	+++	3.4	3.8	4.9	3.9	3.4
A2B3	1219.1	-	-	++	+++	-	-	+++	3.0	4.2	3.4	3.7	3.1

Keterangan :

Skala Organoleptik :

- 1 sangat tidak suka
- 2 tidak suka
- 3 agak tidak suka
- 4 biasa
- 5 agak suka
- 6 suka
- 7 sangat suka

Tabel 4. Volume Roti Terasap Waktu Fermentasi dan Final Proofing

Condon	0	Volume (cm <sup>3</sup> ) pada waktu proofing (menit)				
		20	40	60	80	
P :	A1	651.4	1015.9	1544.7	1402.9	1431.9
	A2	841.7	1141.6	1490.5	1228.7	1248.1
PS :	A1	793.4	1015.9	1399.0	1664.1	1460.9
	A2	870.8	1277.1	1548.0	1644.9	1354.5

*Journal of Applied Nutrition and Food Science*

## Lampiran 7

Tabel Analisa Varians : Kadar Air

Source	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	55.251	7.893	119.160**	3.50	6.18
A	1	25.791	25.791	389.363**	5.32	11.26
B	1	4.406	4.406	66.517**	5.32	11.26
C	1	17.792	17.792	268.598**	5.32	11.26
AB	1	0.046	0.046	0.693	5.32	11.26
AC	1	4.955	4.955	74.801**	5.32	11.26
BC	1	0.003	0.003	0.041	5.32	11.26
ABC	1	2.259	2.259	34.108**	5.32	11.26
ERROR	8	0.530	0.066			
TOTAL	15	55.781	3.719			

## DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST :

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
Factor A:			
A0	10.59999	A	A
A1	8.06077	B	B
Factor B:			
B0	9.855137	A	A
B1	8.805625	B	B
Factor C:			
C0	10.38487	A	A
C1	8.27568	B	B
Interaction AC:			
A0C0	12.21098	A	A
A0C1	8.989	B	B
A1C0	8.558775	B	B
A1C1	7.562775	C	C
Interaction ABC:			
A0B0C0	12.31915	A	A
A0B1C0	12.1028	A	A
A1B0C0	9.822901	B	B
A1B1C0	9.5259	B	B
A0B0C1	8.1551	C	C
A1B0C1	7.7526	C	CD
A0B1C1	7.59165	C	CD
A1B1C1	7.37295	C	D

Tabel Analisa Varians : Kadar Lemak

Source	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	2.009	0.287	11.190**	3.50	6.18
A	1	1.013	1.103	39.491**	5.32	11.26
B	1	0.009	0.009	0.364	5.32	11.26
C	1	0.502	0.502	0.053	5.32	11.26
AB	1	0.000	0.000	0.001	5.32	11.26
AC	1	0.483	0.483	0.021	5.32	11.26
BC	1	0.001	0.001	19.198**	5.32	11.26
ABC	1	0.001	0.001	19.203**	5.32	11.26
ERROR	8	0.205	0.026			
TOTAL	15	2.214	0.148			

## DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST :

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL F.01	F.05
Factor A:			
A1	0.8849875	A	A
A0	0.38187	B	B
Interaction BC:			
B1C1	0.842175	A	A
BOC0	0.77545	A	A
B1C0	0.47295	B	B
BOC1	0.443	B	B
Interaction ABC :			
A1B1C1	1.127	A	A
A1B1C0	1.19565	A	A
AOB1C1	0.5443	B	B
A1BOC1	0.52395	B	B
AOBOC1	0.4083	B	B
AOB1C0	0.4018	B	B
A1BOC0	0.36205	B	B
AOBOC0	0.35525	B	B

Tabel Analisa Varians : Kadar Amilosa

Source	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	9.044	1.292	1.334	3.50	6.18*
A	1	3.836	3.836	3.961	5.32	11.26
B	1	0.410	0.410	0.424	5.32	11.26
C	1	0.004	0.004	0.004	5.32	11.26
AB	1	0.542	0.542	0.560	5.32	11.26
AC	1	0.010	0.010	0.010	5.32	11.26
BC	1	0.631	0.631	0.652	5.32	11.26
ABC	1	3.612	3.612	3.730	5.32	11.26
ERROR	8	7.746	0.968			
TOTAL	15	16.790	1.119			

Tabel Analisa Varians : Kadar Maltose

Source	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	0.223	0.032	16.227**	3.50	6.18
A	1	0.000	0.000	0.020	5.32	11.26
B	1	0.049	0.049	25.101**	5.32	11.26
C	1	0.090	0.090	45.617**	5.32	11.26
AB	1	0.000	0.000	0.241	5.32	11.26
AC	1	0.028	0.028	14.413**	5.32	11.26
BC	1	0.043	0.043	21.903**	5.32	11.26
ABC	1	0.012	0.012	6.297*	5.32	11.26
ERROR	8	0.016	0.016			
TOTAL	15	0.239	0.016			

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST :

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
<b>Factor B:</b>			
B1	0.9096249	A	A
B0	0.7985125	B	B
<b>Factor C:</b>			
C0	0.9289625	A	A
C1	0.779175	B	B
<b>Interaction AC:</b>			
A1C0	0.969425	A	A
A0C0	0.8885	AB	B
A0C1	0.8229	BC	B
A1C1	0.73545	C	C
<b>Interaction BC:</b>			
B1C0	0.932625	A	A
B0C0	0.9253	A	A
B1C1	0.8866249	A	A
B0C1	0.671725	B	B
<b>Interaction ABC:</b>			
A0B1C1	1.00635	A	A
A0B0C1	0.95275	A	AB
A1B1C0	0.9325	A	AB
A0B0C0	0.9181	A	ABC
A0B1C0	0.8589	A	BC
A1B1C1	0.8205	A	C
A1B0C0	0.69305	A	D
A1B0C1	0.6504	A	D

Tabel Analisa Varians : Kadar HCN

SOURCE	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	56.602	8.086	0.799	3.50	6.18
A	1	15.807	15.807	1.562	5.32	11.26
B	1	3.861	3.861	0.381	5.32	11.26
C	1	27.245	27.245	2.692	5.32	11.26
AB	1	1.396	1.396	0.138	5.32	11.26
AC	1	0.202	0.202	0.020	5.32	11.26
BC	1	0.566	0.566	0.056	5.32	11.26
ABC	1	7.524	7.524	0.743	5.32	11.26
ERROR	8	80.967	10.121			
TOTAL	15	137.569	9.171			

Tabel Analisa Varians : Derajat Putih

Source	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	533.891	76.270	640.169	3.50	6.18
A	1	39.078	39.078	328.000	5.32	11.26
B	1	121.000	121.000	1015.607	5.32	11.26
C	1	86.500	86.500	726.033	5.32	11.26
AB	1	63.195	63.195	530.426	5.32	11.26
AC	1	0.703	0.703	5.902	5.32	11.26
BC	1	26.016	26.016	218.361	5.32	11.26
ABC	1	197.398	197.398	1656.852	5.32	11.26
ERROR	8	0.953	0.119			
TOTAL	15	534.844	35.656			

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST :

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
Factor A:			
A1	84.01251	A	A
A0	80.8875	B	B
Factor B:			
B0	85.2	A	A
B1	79.7	B	B
Factor C:			
C0	84.775	A	A
C1	80.125	B	B
Interaction AB:			
AOB0	88.75	A	A
A1B0	81.65	B	B
A1B1	80.125	C	C
AOB1	79.275	D	D
Interaction AC:			
AOC0	86.55	A	A
A1C0	83	A	B
AOC1	81.475	A	C
A1C1	78.775	A	D
Interaction BC:			
BOC0	86.25	A	A
BOC1	84.14999	B	B
B1C1	83.3	C	C
BOC1	76.1	D	D

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
Interaction ABC:			
A1BOC0	91	A	A
A0B1C0	86.6	B	B
A0BOC0	86.5	B	B
A1B1C0	86	B	B
A1B1C1	80.25	C	C
A0B1C1	80	C	C
A1BOC1	77.3	D	D
A0BOC1	71.85	D	D

*a Hick cipu miter IPB University*

Halo Cipta, Pionirnya Unsur-unsur yang  
 1. Diyakini sebagai bagian dari sejarah bangsa Indonesia dan masyarakatnya  
 2. Pergerakan bangsa untuk kemajuan pendidikan, penelitian, pengabdian kepada bangsa, pembangunan pertanian, jasa-jasa publik, jasa-jasa masyarakat  
 3. Berprestasi dalam berbagai bidang kependidikan yang wajar IPB University  
 4. Berprestasi dalam berbagai bidang kependidikan yang wajar IPB University  
 5. Berprestasi dalam berbagai bidang kependidikan yang wajar IPB University

## Lampiran 8

Tabel Analisa Varians Tekstur Roti

Source	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	2.499	0.227	4.263	2.75	4.30
A	1	0.014	0.014	0.258	4.75	9.33
B	2	0.206	0.103	1.934	3.89	6.93
C	1	0.344	0.344	6.460*	4.75	9.33
AB	2	0.310	0.155	2.911	3.89	6.93
AC	1	0.001	0.001	0.022	4.75	9.33
BC	2	0.533	0.266	5.001*	3.89	6.93
ABC	2	1.090	0.545	10.232**	3.89	6.93
ERROR	12	0.639	0.053			
TOTAL	23	3.138	0.136			

## DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST :

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL F.05
C1	3.947833	A
C2	3.708334	B

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL F.05
B3C2	4.03125	A
B1C1	4	AB
B3C1	3.906	ABC
B2C1	3.84375	ABC
B2C2	3.61875	BC
B1C2	3.56875	C

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
A2B3C2	4.1875	A	A
A2B1C1	4.125	A	A
A1B3C2	4.0625	A	A
A2B2C1	4.062	A	A
A1B3C1	4	A	A
A1B2C2	3.875	A	AB
A1B1C1	3.875	A	AB
A1B2C1	3.8125	A	AB
A2B3C1	3.8125	A	AB
A2B2C2	3.75	AB	AB
A1B1C2	3.3625	AB	BC
A2B1C2	3.0125	B	C

Tabel Analisa Varians Warna Roti

Source	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	4.787	0.435	6.856	2.75	4.30
A	1	0.038	0.038	0.600	4.75	9.33
B	2	0.006	0.003	0.049	3.89	6.93
C	1	4.415	4.415	69.552**	4.75	9.33
AB	2	0.126	0.063	0.991	3.89	6.93
AC	1	0.002	0.002	0.027	4.75	9.33
BC	2	0.194	0.097	1.526	3.89	6.93
ABC	2	0.006	0.003	0.050	3.89	6.93
ERROR	12	0.762	0.063			
TOTAL	23	5.549	0.241			

## DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST :

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
C1	4.15625	A	A
C2	3.298417	B	B

Tabel Analisa Varians Aroma Roti

Source	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	4.150	0.377	8.996	2.75	4.30
A	1	0.412	0.412	9.828**	4.75	9.33
B	2	0.167	0.083	1.986	3.89	6.93
C	1	1.433	1.433	34.179**	4.75	9.33
AB	2	0.394	0.197	4.696*	3.89	6.93
AC	1	0.466	0.466	11.119**	4.75	9.33
BC	2	0.854	0.427	10.186**	3.89	6.93
ABC	2	0.423	0.212	5.048*	3.89	6.93
ERROR	12	0.503	0.042			
TOTAL	23	4.653	0.202			

## DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST :

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
A1	4.241666	A	A
A2	3.979584	B	B

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
C1	4.355	A	A
C2	3.86625	B	B

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.05	
A1B2	4.40625	A	
A1B1	4.375	A	
A1B3	4.28375	A	
A2B3	4.08	AB	
A2B1	3.9375	B	
A2B2	3.58125	C	

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
A1C2	4.36333	A	A
A1C1	4.34666	A	A
A2C1	4.136667	A	A
A2C2	3.595834	B	B

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
B3C1	4.56875	A	A
B1C2	4.21875	AB	B
B1C1	4.09375	B	BC
B2C1	4.0625	B	BC
B2C2	3.925	B	BC
B3C2	3.795	B	C

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL
		F.05
A2B2C2	4.785	A
A1B2C1	4.4375	AB
A2B1C1	4.4375	AB
A1B3C1	4.375	AB
A2B2C1	4.3525	ABC
A1B1C1	4.3125	ABC
A2B3C1	4.215	BCD
A1B2C2	4	BCD
A1B1C2	3.875	CDE
A1B3C2	3.75	DEF
A2B1C2	3.4125	EF
A2B3C2	3.375	F

Tabel Analisa Varians Rasa Roti

Source	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	4.006	0.364	7.108	2.75	4.30
A	1	0.068	0.068	1.323	4.75	9.33
B	2	0.043	0.022	0.422	3.89	6.93
C	1	2.178	2.178	42.503**	4.75	9.33
AB	2	0.069	0.034	0.670	3.89	6.93
AC	1	0.062	0.062	1.124	4.75	9.33
BC	2	1.446	0.723	14.106**	3.89	6.93
ABC	2	0.141	0.070	1.374	3.89	6.93
ERROR	12	0.615	0.051			
TOTAL	23	4.621	0.021			

## DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST :

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
C1	4.37725	A	A
C2	3.77475	B	B

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
B2C2	4.4755	A	A
B1C1	4.251	AB	AB
B3C1	4.1425	ABC	AB
B2C2	4.00575	ABC	BC
B3C2	3.90625	BC	BC
B2C1	3.675	C	C

Tabel Analisa Varians Penerimaan Umum

Source	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	6.061	0.551	18.183**	2.75	4.30
A	1	0.025	0.025	0.816	4.75	9.33
B	2	0.657	0.657	10.834**	3.89	6.93
C	1	4.610	4.610	152.139**	4.75	9.33
AB	2	0.053	0.027	0.877	3.89	6.93
AC	1	0.011	0.011	0.373	4.75	9.33
BC	2	0.655	0.333	10.980**	3.89	6.93
ABC	2	0.040	0.020	0.063	3.89	6.93
ERROR	12	0.364	0.030			
TOTAL	23	6.425	0.279			

## DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST :

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
B1	4.109375	A	A
B2	4.015625	A	A
B3	3.721125	B	B

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
C1	4.387001	A	A
C2	3.510417	B	B

NAME	MEAN	RANKED AT LEVEL	
		F.01	F.05
B1C1	4.6875	A	A
B2C1	4.34875	AB	AB
B3C1	4.12475	AB	BC
B1C2	3.78125	ABC	C
B2C2	3.5	BC	CD
B3C2	3.25	C	D

SOURCE	DF	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	11	167446.000	15222.363	7.682	2.75	4.30
A	1	144.000	144.000	0.073	4.75	9.33
B	2	2328.000	1164.000	0.587	3.89	6.93
C	1	8.000	8.000	0.004	4.75	9.33
AB	2	24278.000	12139.000	6.126*	3.89	6.93
AC	1	2672.000	2672.000	1.348	4.75	9.33
BC	2	17390.000	8695.000	4.388*	3.89	6.93
ABC	2	120626.000	60313.000	30.435**	3.89	6.93
ERROR	12	23780.000	1981.667			
TOTAL	23	191226.000	8314.174			

CAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

NAME	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL	
		.01	.05
Gr. AB			
1. A1 x 2. B2	1136.815	A	A
2. A2 x 3. B3	1112.85	A	AB
2. A2 x 1. B1	1093.275	A	ABC
1. A1 x 1. B1	1078.51	A	ABC
2. A2 x 2. B2	1059.565	A	BC
1. A1 x 3. B3	1035.225	A	C
Gr. BC			
2. B2 x 1. C1	1117.615	A	A
3. B3 x 2. C2	1112.85	A	A
1. B1 x 1. C1	1102.95	A	AB
2. B2 x 2. C2	1078.765	A	AB
1. B1 x 2. C2	1068.835	A	AB
3. B3 x 1. C1	1035.225	A	B
Gr. ABC			
A2B3C2	1219.5	A	A
A1B3C1	1209.38	AB	A
A1B1C2	1199.7	AB	A
A1B2C1	1150.82	ABC	AB
A2B1C2	1093.28	ABCD	BC
A2B2C1	1064.25	BCD	BC
A2B1C1	1064.25	BCD	BC
A1B3C2	1025.85	CD	C
A2B3C1	1006.2	CD	C
A2B2C2	1006.2	CD	C
A1B1C1	1006.2	CD	C
A1B2C2	986.85	D	C

Tabel Analisa Varians : Efek GMS Pada Rasa

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	1	0.490	0.490	5.444	18.51	98.50
Error	2	0.180	0.090			
Total	3	0.670	0.223			

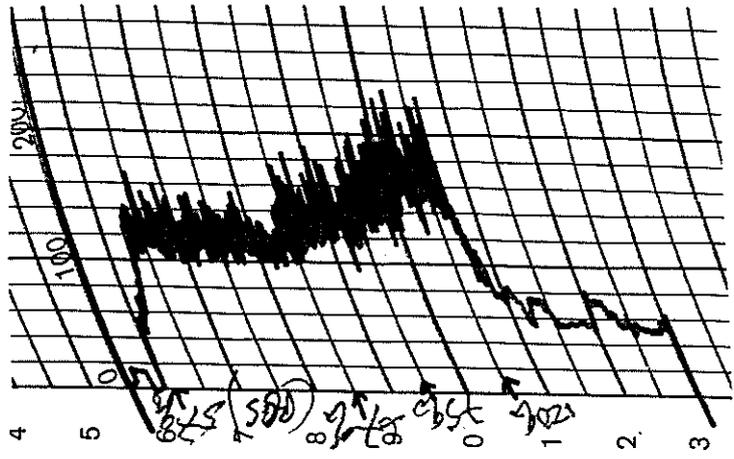
Tabel Analisa Varians : Efek GMS Pada Penerimaan Secara Umum

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	1	0.090	0.090	0.900	18.51	98.50
Error	2	0.200	0.100			
Total	3	0.290	0.097			

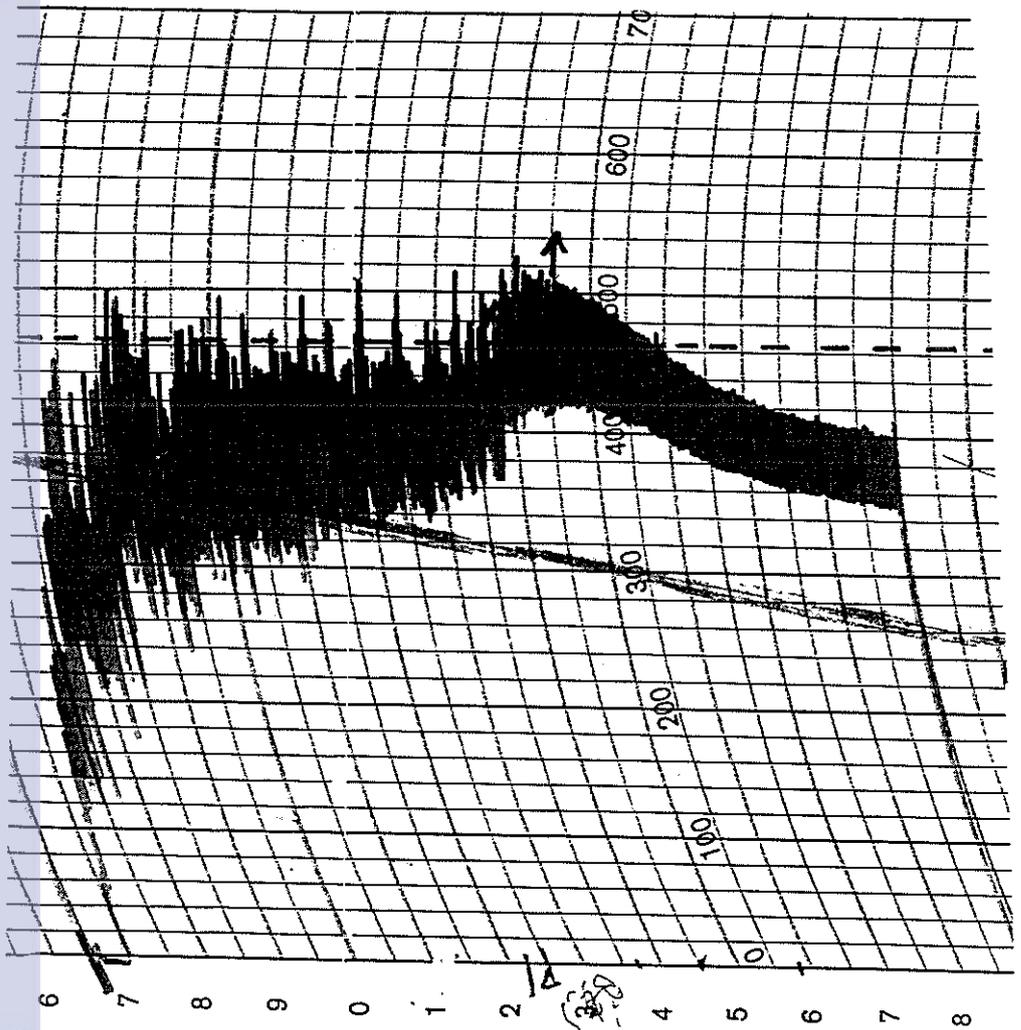
Keterangan Tabel Analisa Varians dan Uji Duncan's :

- \* : berbeda nyata
- \*\* : berbeda sangat nyata
- Huruf yang berbeda pada uji Duncan's menyatakan beda nyata

3. Kurva Farinograph Tepung Singkong (PGS) 100 %



4. Kurva Farinograph Tepung Campuran (50% K + 50% Terigu)



## Lampiran 10

**Beberapa Sifat Fisiko Kimia  
Tepung Singkong dan Tepung Terigu**

Sifat fisik dan kimia	Tepung singkong	Tepung terigu
Uji gluten	negatif	positif
Kadar air	7.37 - 12.32	12.80
Kadar abu	1.78 - 2.56	0.50
Kadar lemak	0.36 - 1.20	1.61
Kadar protein	0.91 - 1.71	11.99
Kadar pati	75.11 - 79.04	75.36
Kadar serat	1.34 - 1.79	0.20
Kadar maltose	0.65 - 1.01	3.29
Falling number	692.0	351.0
Suhu gelatinisasi	60.75 - 65.25	58.5
Suhu granula pecah	70.50 - 93.00	81.8
Viskositas puncak	820.00 - 1290.0	390.0
Viskositas jatuh	200.00 - 600.0	190.0
Viskositas balik	-610.00 - (-60.0)	130.0