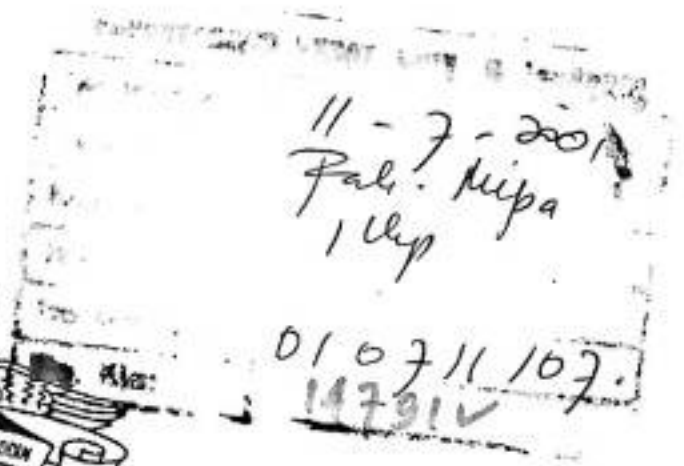


**PENGARUH SURFAKTAN GMS TERHADAP SIFAT
REOLOGIS KOMPOSIT TEPUNG GANDUM DAN
SORGUM *Isiap dorado***



**OLEH:
HUSNAWATI
95 03 055**



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2001**

SKRIPSI

OLEH:

HUSNAWATI

95 03 055



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2001**

**PENGARUH SURFAKTAN GMS TERHADAP SIFAT
REOLOGIS KOMPOSIT TEPUNG GANDUM DAN
SORGUM *Isiap dorado***

**OLEH:
HUSNAWATI
95 03 055**

*Skripsi ini untuk melengkapi tugas akhir dan
memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana*

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2001**

**PENGARUH SURFAKTAN GMS TERHADAP SIFAT
REOLOGIS KOMPOSIT TEPUNG GANDUM DAN
SORGUM *Isiap dorado***

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Prastawa Budi
NIP. 131 802 888

Pembimbing Pertama



Drs. Abd. Karim, M.Si.
NIP. 131 792 020

Pada Tanggal: _____ Juni 2001

Dan tundukkanlah semua wajahmu (berendah diri kepada Allah yang kekal lagi terus-menerus mengurus makhluk-Nya). Dan sesungguhnya mereka merupakan orang-orang yang melakukan kezhaliman. Dan barangsiapa mengerjakan amal yang shalih dan ia dalam keadaan beriman maka ia tidak khawatir akan perlakuan yang tak adil (terhadapnya) dan tidak (pula) akan pengurangan haknya.

(Thaaha : 171 - 172)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena hanya dengan berkah dan rahmat-Nya skripsi ini dapat dirampungkan. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Skripsi ini dapat penulis selesaikan berkat bimbingan, pengarahan, petunjuk dan pertolongan Bapak Dr. Ir. Prastawa Budi selaku Pembimbing Utama, Bapak Drs. Abd. Karim, M.Si selaku Pembimbing Pertama yang sejak awal perencanaan penelitian sampai akhir penulisan skripsi ini, untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih.

1. Bapak Dr. H. A. S. Kumanireng (Ketua Penguji merangkap anggota), Drs Maming, M.Si (Sekertaris Penguji merangkap anggota), dan Bapak Drs H. Musa Ramang, M.Si (Anggota Penguji).
2. Bapak Drs H. Abd Wahid Wahab, MS selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. Bapak dan ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin.
4. Seluruh Staf dan Karyawan Fakultas MIPA, khususnya Jurusan Kimia FMIPA UNHAS.
5. Direktur dan Staf Pusat Studi Pangan dan Gizi (PSPG) PAU Institut Pertanian Bogor.
6. Kepala dan Staf Laboratorium Pilot Plant PSPG Institut Pertanian Bogor.
7. Pimpinan dan Staf Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia Kab. Maros.

8. Kak Fatma, Kak Misna, Kak Anti, Kak Eda, Kak Erna, Kak Evi, Kak Sita, Kak Madina, Kak Ian, Kak Yuni, Kak Rahkma, Kak Amma, dan Kak Uke atas bantuannya.
9. Rekan-rekan angkatan 95 : Ayu, Anti, Ira, Ammi, Nurma, Tina, BJ, DJ, Ida, Cunni, Erni, Wiwi, Yaya, Opie, Ros, Linda, Yustin, Ester, Noni, Sahir, Phiank, dan lain-lain yang tak sempat penulis sebutkan namanya satu persatu. Serta adik-adik angkatan 97 dan 98.
10. Sahabatku Idhas di Fakultas Ekonomi UNHAS.

Akhirnya kepada kedua orangtua yang penulis cintai, Tetta Haruna Syam yang penulis hormati dan segani dan ibunda yang terkasih Hj. Hasnah serta Saudara-saudara (Pawallang, Ugi, Niart, Illang, Akbar, dan Hajar) yang dengan ketulusan hati, kasih sayang, dan perhatiannya yang mendalam telah memberikan bantuan moral dan material kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa karya ini jauh dari kesempurnaan karena itu kritikan dan saran akan penulis terima dengan senang hati.

Makassar, Juni 2001

Penulis

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Keterangan
γ	tegangan permukaan
b/b	berat/berat
BU (Ekstensigraf)	Brabender Unit; Satuan gaya; 1 BU setara dengan 1,5 gramforce pada instrumen Jerman
BU (Farinograf)	Brabender Unit; Satuan Konsistensi ; 500 BU setara dengan daya sebesar 64 watt/kg adonan
DDT	Dough development time (menit) ; waktu pengembangan adonan
E	Extensibility; daya regang (mm)
EMG	Ethoxilated monoglyceride
Er	Energi; luas daerah di bawah kurva ekstensigram (cm^2)
GMS	Glyceril monostearate
m.b	moisture basis; berdasarkan kandungan air
mL/g	milliliter/gram
R ₅	Resistensi yang diukur pada jarak 5 cm sejak kurva ekstensigram mulai bergerak
R ₅ /E	Resistance to extensibility ratio; Rasio resistensi terhadap ekstensibilitas
Rm	Maximum resistance; resistensi maksimum (BU)
SSL	Sodium stearyl-2-lactylate

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengaruh penambahan surfaktan GMS terhadap sifat reologis adonan komposit tepung sorgum dan tepung gandum. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menentukan pengaruh penambahan surfaktan gliseril monostearat terhadap sifat reologis komposit adonan tepung sorgum dan tepung gandum. (2) memanfaatkan tepung sorgum sebagai bahan substitusi gandum untuk pembuatan adonan roti. Tepung sorgum yang digunakan adalah tepung sorgum jenis *Isiap dorado* yang ditambahkan dengan tepung terigu Cakra Kembar dengan variasi 0, 15, 20, 25, dan 30 %. Kualitas adonan peubah yang diamati adalah yang berkaitan dengan menggunakan metode farinograf dan ekstensigraf, sedangkan penambahan surfaktan GMS dengan variasi 0,25 % dan 0,5 % pada substitusi tepung sorgum 20 % tetap digunakan metode ekstensigraf. Kurva farinogram memberikan nilai parameter konsistensi adonan, nilai waktu pengembangan adonan, stabilitas adonan, dan daya penyerapan air. Penentuan tingkat substitusi yang dapat ditoleransi dengan metode ini sukar dilakukan karena penambahan air mengikuti pola penambahan air tepung kontrol. Kurva ekstensigram memberikan nilai parameter resistensi (R'_s), resistensi maksimum (R_m), nilai ekstensibilitas (E), Rasio R'_s/E , dan energi. Dari kurva ekstensigram dapat ditentukan bahwa sampai taraf 20 % masih mirip bentuk kurva dengan tepung kontrol. Penambahan surfaktan GMS baik 0,25 % dan 0,5 % pada umumnya meningkatkan nilai parameter ekstensigram kecuali nilai energi dan ekstensibilitas.

ABSTRACT

The effect of addition of surfactant-GMS to the rheological properties of wheat-sorghum composite has been done. The purposes of the research are (1) To study the influence of surfactant – GMS to the rheology of dough of wheat sorghum flour composite; (2) To use the sorghum flour as a substitute for wheat flour to make bread. Sorghum flour used is *Isiap dorado* which added the flour of Cakra Kembar with the variety of 0, 15, 20, 25, and 30 % . The observasi parameters are those the dough quality by farinograph and extensigraph methods, while in the case of the addition of surfactant-GMS of 0.25 and 0.5 % to the 20 % sorghum substitution, the extensigraph is still in use. The farinogram curves gave the resistance to mixing parameter values of the dough consistency, dough development time, and dough stability. Determination of tolerable substituen level by this method was difficult due to the similar water addition among wheat flour and composite flours. The information an resistance, maximum resistance, extensibility, ratio R'_5/E and energy was obtained extensigraph curves. The composite will substitute level as to 20 % could still be tolerated. The additional of surfactant – GMS of 0.25 and 0.5 % was generally increased the extensigràm parameter except the energy and extensibility values.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Maksud Penelitian	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Sorgum	4
II.2 Tepung Terigu	7
II.2.1 Mutu dan Sifat Reologis Tepung Terigu	8
II.3 Gluten	9
II.4 Morfologi Adonan	10

II.5	Kimia Fisika Adonan	13
II.6	Surfaktan Secara Umum	15
II.6.1	Surfaktan dalam Pengolahan Makanan	15
II.6.2	Pengelompokan Jenis Surfaktan	15
II.6.3	Gliseril Monostearat	16
II.7	Reologi	18
II.8	Brabender Farinograf	19
II.9	Brabender Ekstensigraf	22
BAB III	METODE PENELITIAN	25
III.1	Bahan Penelitian	25
III.2	Alat yang digunakan	25
III.3	Tempat dan Waktu Penelitian	25
III.4	Pelaksanaan Penelitian	26
III.4.1	Cara Pembuatan Tepung Sorgum	26
III.4.2	Cara Penentuan Kadar Air	26
III.4.3	Cara Penentuan Kualitas Adonan	26
A.	Karakteristik Farinogram	27
B.	Karakteristik Ekstensigraf	28
C.	Pengaruh Penambahan Surfaktan terhadap Sifat Reologis Adonan	29
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	31
IV.1	Karakteristik Farinogram	31
IV.2	Karakteristik Ekstensigraf	33

IV.3 Pengaruh Penambahan Surfaktan GMS terhadap Sifat Reologis Adonan Tepung Komposit	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
V.1 Kesimpulan	40
V.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi biokimia beberapa tepung <i>seralia</i> (% berat kering b/b).....	5
2. Perbandingan data kandungan kimia (%) tepung terigu dengan tepung sorgum UPCA – S1 dan <i>Isiap dorado</i>	6
3. Perbandingan data kandungan asam amino (%) tepung terigu dengan tepung sorgum UPCA – S1 dan <i>Isiap dorado</i>	6
4. Perbandingan volume adonan (mL/g) yang dibuat dari tepung terigu dan tepung sorgum UPCA – S1 <i>Isiap dorado</i>	7
5. Klasifikasi jenis surfaktan	16
6. Komposisi (%) bahan yang akan diuji	26
7. Nilai beberapa parameter tepung/komposit tepung	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Model interaksi protein-protein gandum dalam adonan (Wall, 1979).....	8
2. Struktur kompleks gluten yang diajukan oleh Lasztity (1972)	9
3. Model interaksi gluten dengan surfaktan dalam adonan (Birnbau, 1977)	11
4. Usulan model fungsional glutenin (Bushuk, et al., 1980)	12
5. Pemutusan ikatan disulfida oleh pereduksi (glutation)	12
6. Adsorpsi dan orientasi surfaktan pada daerah permukaan	16
7. Diagram prinsip kerja Brabender Farinograf (Bloksma, 1971)	20
8. Diagram prinsip kerja Brabender Ekstensigraf (Bloksma, 1971)	23
9. Beberapa bentuk ekstensigram dan hubungannya dengan sifat adonan (Rasper, 1991)	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kurva farinogram tepung terigu dan tepung komposit	44
2. Kadar air (%) tepung gandum dan tepung komposit	45
3. Hasil Pengamatan karakteristik adonan tepung terigu dan tepung komposit terhadap sifat reologis adonan berdasarkan kurva ekstensigraf	46
4. a. Grafik hubungan antara tingkat substitusi dengan resistensi	47
b. Grafik hubungan antara tingkat substitusi dengan resistensi maksimum	47
5. a. Grafik hubungan antara tingkat substitusi dengan ekstensibilitas	48
b. Grafik hubungan antara tingkat substitusi dengan rasio R'_s/E	48
6. a. Grafik hubungan antara tingkat substitusi dengan luas daerah di bawah kurva	49
b. Grafik hubungan antara tingkat penambahan surfaktan GMS dengan resistensi pada substitusi tepung sorgum 20 %	49
7. a. Grafik hubungan antara tingkat penambahan surfaktan GMS dengan resistensi maksimum pada substitusi tepung sorgum 20 %	50
b. Grafik hubungan antara tingkat penambahan surfaktan GMS dengan Ekstensibilitas pada substitusi tepung sorgum 20 %	50
8. a. Grafik hubungan antara tingkat penambahan surfaktan GMS dengan rasio R'_s/E pada substitusi tepung sorgum 20 %	51
b. Grafik hubungan antara tingkat penambahan surfaktan GMS dengan luas daerah di bawah kurva pada substitusi tepung sorgum 20 %	51
9. Gambar alat ekstensigraf	52
10. a. Gambar adonan pada saat diregang	53
b. Gambar planimeter alat untuk mengukur luas daerah di bawah kurva (Energi)	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Makanan merupakan salah satu kebutuhan dasar utama yang diperlukan manusia untuk kelangsungan hidupnya dan secara langsung berperan dalam menunjang peningkatan kesejahteraan. Perwujudan yang paling sederhana dari peningkatan kesejahteraan ialah dengan mengusahakan penyediaan makanan yang baik mutunya dan bernilai gizi tinggi.

Namun krisis ekonomi dan moneter yang dialami Indonesia, dikhawatirkan akan berakibat buruk bagi kelangsungan hidup bangsa. Nilai rupiah yang turun drastis telah menyebabkan melambungnya harga pangan termasuk tepung terigu. Menurut Mudjisihono (1992) tepung terigu merupakan bahan dasar dari berbagai macam makanan seperti biskuit, roti, mie, dan lainnya. Tepung terigu dibuat dari gandum yang semuanya masih diimpor. Salah satu alternatif untuk menutupi kurangnya bahan pangan, utamanya terigu ialah dengan mensubstitusi gandum dengan bahan pangan yang lain seperti sorgum, tapioka, jagung, kentang, dan lainnya.

Sorgum merupakan tanaman yang dapat tumbuh dengan baik di daerah beriklim tropis, seperti Indonesia. Sorgum tahan terhadap kekeringan dan genangan air. Selain itu tanaman sorgum memiliki daya penyembuhan (daya regenerasi) terhadap hama dan kekeringan, sifat yang tidak dimiliki oleh tanaman jagung.

Hampir seluruh bagian tanaman sorgum dapat dimanfaatkan mulai dari biji, batang, dan daunnya. Biji sorgum dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, pakan, dan bahan industri. Sebagai bahan industri biji sorgum dimanfaatkan untuk membuat briket arang kayu guna cetakan pengecoran besi dan pabrik aluminium menggunakan tepung sorgum untuk menggumpalkan peleburan aluminium. Pengeboran minyak bumi menggunakan tepung sorgum untuk melicinkan pengeboran, pendingin bor, dan menahan perembesan air dari dinding sumur bor. Sebagai bahan pakan, sorgum dapat diberikan pada ternak dan ikan, sedang sebagai bahan pangan biji sorgum diolah menjadi berbagai macam makanan (Rismunandar, 1989). Beberapa peneliti telah membuktikan kemungkinan pencampuran tepung sorgum dengan tepung lain dalam pembuatan roti, biskuit, dan makanan kecil lainnya (Mudjisihono, 1992 ; Suarni, 1999 ; dan Zakir, 1999).

Tepung sorgum mempunyai kadar protein yang cukup tinggi yaitu 11 % (Roesmarkam, 1996). Selain itu sorgum juga memiliki komponen pembentuk gluten sebesar 30 % dari total protein (Mudjisihono, 1992), di mana gluten berfungsi untuk memperbesar volume roti, menambah absorpsi air , memperbaiki remah roti agar lebih halus, dan lain-lain (Bogasari, tanpa tahun).

Pola perubahan sifat fisika – kimia tepung hasil pencampuran dari tepung gandum dan tepung sorgum tidak dapat diramal hanya berdasarkan kandungan komposisi bahan dasarnya. Pola perubahan dapat diketahui dengan mempelajari perilaku reologis bahan yang bersangkutan. Dalam industri roti, uji reologis adonan merupakan hal yang sangat penting dilakukan untuk mendapatkan produk yang baik, misalnya roti

dengan volume yang optimum (Bloksma, 1971); karena itu perlu diadakan penelitian terhadap sifat fisik dan kimia pangan dengan mengamati sifat reologis adonan tersebut.

Pencampuran tepung sorgum dan tepung gandum dapat menyebabkan pengenceran gluten sehingga akan memperburuk penampilan adonan tepung gandum-sorgum. Untuk memperbaiki penampilan adonan tepung tersebut perlu ditambahkan suatu surfaktan. Surfaktan dapat memberikan sifat-sifat yang dibutuhkan adonan, misalnya menambah volume, menambah remah roti, dan waktu konsumsi yang lebih lama (Zakir,1999). Pada penelitian kali ini surfaktan yang digunakan adalah surfaktan gliseril monostearat.

I.2 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari sifat reologis adonan komposit tepung gandum dan tepung sorgum dengan adanya penambahan surfaktan.

I.3 Tujuan Penelitian

- Menentukan pengaruh penambahan surfaktan gliseril monostearat terhadap sifat reologis komposit adonan tepung sorgum dan tepung gandum.
- Untuk memanfaatkan tepung sorgum sebagai bahan substitusi gandum pada pembuatan adonan roti.

I.4 Manfaat Penelitian

- Memberikan informasi mengenai kualitas komposit tepung sorgum dan gandum.
- Memberikan pengalaman bagi penulis untuk mengembangkan diri lebih lanjut khususnya dalam bidang yang terkait dengan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Sorgum

Tanaman sorgum dengan nama latin *Sorgum vulgare* berasal dari Afrika. Nenek moyang tanaman ini adalah sejenis rumput yang bernama *Johnson Grass*, dengan nama latin *Adropogan halepensis*. Tanaman sorgum sudah lama dikenal umat manusia sebagai penghasil pangan, dan dirintis di daerah yang iklimnya kering, yaitu benua Afrika. Dari benua Afrika tanaman sorgum menyebar luas ke daerah tropis dan sub tropis (Rismunandar, 1989).

Sorgum memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan di Indonesia, disebabkan oleh sifat-sifatnya sebagai berikut:

- Daya hasilnya tinggi, 4 – 6 ton/ha.
- Adaptif terhadap lahan marginal.
- Tahan terhadap kekeringan.
- Hama penyakitnya relatif sedikit.
- Responsif terhadap pemupukan.
- Dapat diratun dan mampu memberikan hasil tanpa harus menanam bibit.
- Biaya produksi relatif rendah.

Sorgum umumnya banyak ditanam di daerah Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, dan daerah semi arid di Indonesia bagian timur, khususnya di Sulawesi Selatan sorgum banyak ditanam pada lahan yang tergolong kering kritis seperti Jenepono dan Selayar.

Sorgum sebagai bahan makanan, mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi (11,1 %) lebih tinggi dibanding beras dan jagung (Tabel 1). Salah satu kelemahan sorgum sebagai bahan makanan yaitu memiliki kandungan tanin yang cukup tinggi, sehingga berbagai olahan makanan rasanya kurang enak dan berwarna agak coklat. Namun di beberapa negara seperti Cina, Afrika, dan India, sorgum tetap digunakan sebagai bahan pokok (Zakir, 1999; Suarni, 1999; dan Rismunandar, 1989).

Beberapa varietas sorgum yang dibudidayakan oleh Balai penelitian tanaman jagung dan sereal lain (Balitjas, Departemen Pertanian, Kabupaten Maros) adalah UPCA – S1, lokal Selayar, lokal Jenepono, *Isiap dorado*, ICSV 110, ICSV 210, ICSV 401, ICSV 88013, ICSV 93107, dan SPV 462. Dari komposisi kimia kesepuluh varietas tersebut, varietas UPCA – S1 dan *Isiap dorado* yang paling mendekati komposisi kimia tepung terigu (Suarni, 1999). Pada penelitian ini tepung sorgum varietas *Isiap dorado* dipilih untuk diteliti karakteristik sifat reologisnya jika dicampur dengan tepung terigu.

Tabel 1. Komposisi biokimia beberapa tepung *Serealia* (% berat kering b/b)

Kandungan Kimia	Tepung				
	Gandum	Sorgum	Millet *	Beras	Jagung
Lipid	2,0	3,6	4,1	1,8	5,4
Serat	2,9	2,7	1,9	1,0	2,2
Abu	1,8	2,2	1,9	1,5	1,3
Protein	14,4	11,1	10,0	9,2	10,1
Pati	78,7	80,4	81,8	86,4	79,9

Keterangan: * Sejenis padi-padian. Sumber Colas (1994)

Tabel 2. Perbandingan data kandungan kimia (%) tepung terigu dengan tepung sorgum UPCA – S1 dan *Isiap dorado*

Kandungan Kimia	Tepung terigu	Sorgum UPCA – S1	Sorgum <i>Isiap dorado</i>
Kadar abu	0,47	0,68	0,62
Kadar protein	11,74	6,98	7,9
Kadar lemak	1,04	1,27	1,19
Kadar pati	74,77	76,81	76,35
Kadar serat kasar	0,06	0,9	0,78

Sumber: Suarni (1999)

Tabel 3. Perbandingan data kandungan asam amino (%) tepung terigu dengan tepung sorgum UPCA – S1 dan *Isiap dorado*

Asam amino	Tepung terigu	Sorgum UPCA – S1	Sorgum <i>Isiap dorado</i>
Alanin	0,487	0,821	0,854
Arginin	0,725	0,293	0,315
Asam aspartat	0,525	0,626	0,693
Asam glutamat	3,826	1,392	1,581
Glisin	0,562	0,292	0,264
Isoleusin	0,432	0,343	0,282
Lisin	0,383	0,164	0,183
Fenil alanin	0,614	0,272	0,272
Prolin	1,514	0,243	0,292
Serin	0,323	0,325	0,83
Treonin	0,362	0,157	0,154
Tirosin	0,393	0,186	0,216
Valin	0,552	0,525	0,492
Lausin	0,882	1,313	1,393

Sumber: Suarni (1999)

Tabel 4. Perbandingan volume adonan (mL/g) yang dibuat dari tepung terigu dan tepung sorgum UPCA – S1 dan *Isiap dorado*.

Formula			Volume adonan
Tepung terigu (%)	Sorgum UPCA – S1 (%)	Sorgum <i>Isiap dorado</i> (%)	
100	-	-	3,86
80	20	-	2,92
80	-	20	3,08
70	30	-	2,68
70	-	30	2,72
60	40	-	2,31
60	-	40	2,36
50	50	-	1,79
50	-	50	1,75
-	100	-	1,72
-	-	100	1,74

Sumber: Suarni (1999)

II.2 Tepung Terigu

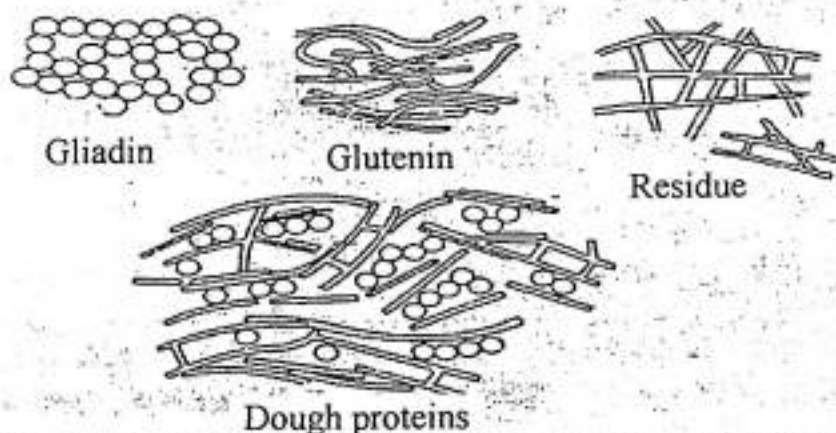
Menurut US Wheat Associates (1981), biji gandum terdiri atas tiga bagian utama yaitu kulit, embrio, dan endosperm. Dilihat dari bobotnya, kulit gandum mencapai 15 %, bobot biji 82,5 %, dan benih hanya 2,5 %. Endosperm hampir seluruhnya berupa karbohidrat, sedangkan benih juga mengandung lemak. Protein yang terkandung dalam tepung terigu akan mengikat/mengabsorpsi air dan membentuk gluten yang akan menahan gas yang dihasilkan dari pekerjaan ragi. Kandungan kanji dari tepung terigu juga akan mengikat air yang dengan adanya panas akan membentuk gelatin dan selanjutnya merupakan jaringan dari roti. Kandungan protein dalam tepung untuk pembuatan roti biasanya sekitar 11 - 13 %. Umumnya tepung terigu, mengandung komposisi kimia sebagai berikut: pati 70 %, kadar air 14 %, protein 11,5 %, mineral 0,4 %, gula 1 %, lemak 1 %, dan lain-lain 2,1 %.

II.2.1 Mutu dan Sifat Reologis Tepung Terigu

Terigu menjadi bahan pangan yang khas karena sifat reologis tepungnya yang istimewa. Adonan terigu yang viskoelastik terbentuk karena perubahan bentuk serta sifat proteinnya yang khas setelah dicampur air. Kekhasan sifat reologis ini disebabkan karena jenis dan komposisi terigu sangat spesifik. Terigu mengandung protein yang dikenal dengan nama gluten.

Keistimewaan gluten terigu menonjol karena keseimbangan kadar komponen protein penyusunnya yaitu glutenin dan gliadin. Komposisi glutenin : gliadin yang seimbang tidak dapat didapatkan pada sereal lain.

Ketahanan adonan tepung terigu terhadap gaya mekanik pengadukan, daya lentur, dan kelembaban pori/lubang remah roti sangat ditentukan oleh mutu dan kadar protein terigu. Ini berarti bahwa proses substitusi tepung terigu, dengan cara mencampurnya dengan tepung lain dapat berakibat menurunkan kadar protein dan mutu glutennya. Semakin besar tingkat substitusinya maka mutu roti yang dihasilkan akan semakin buruk. Model interaksi protein yang berperan dalam pembentukan gluten diperlihatkan pada Gambar 1.

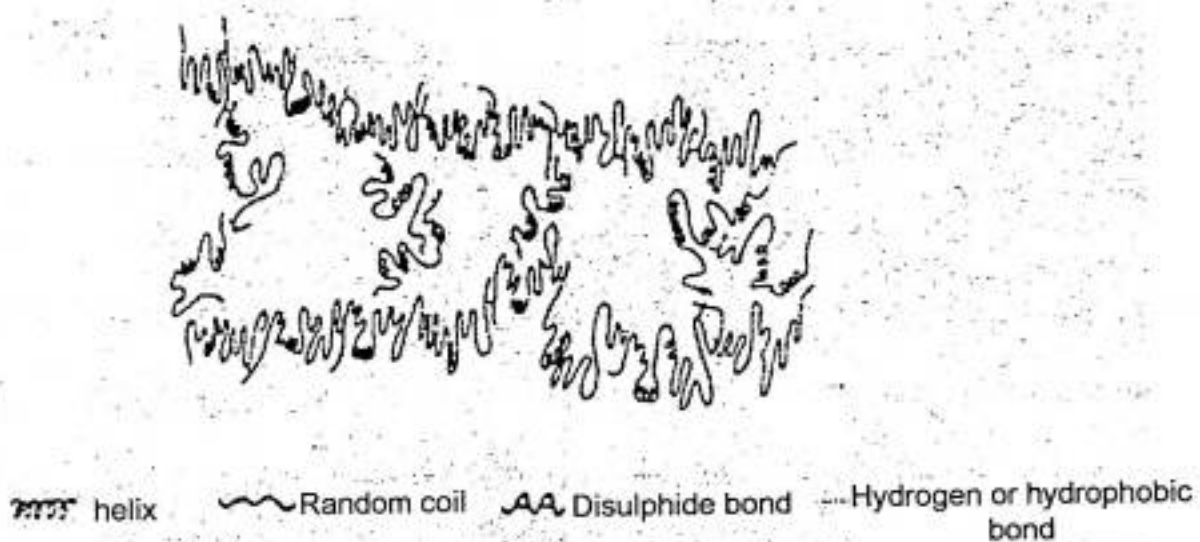


Gambar 1. Model interaksi protein-protein gandum dalam adonan (Wall, 1979).

II.3 Gluten

Gluten merupakan campuran protein-protein yang terdapat dalam gandum dan biji sereal lain. Kompleks protein gluten mengandung campuran yang kira-kira seimbang dari dua kelompok protein. Kelompok pertama adalah prolamin berupa gliadin; kelompok kedua adalah glutelin berupa glutenin. Campuran gliadin dan glutenin memberikan sifat viskoelastik bagi gluten (Hoseney, 1992).

Secara umum disepakati bahwa kompleks gluten tersusun oleh gugus-gugus protein yang berbeda yang diikat dengan sistem ikatan kovalen dan non kovalen. Struktur yang mungkin dari suatu agregat gluten yang terbentuk dari interaksi protein-protein ditunjukkan pada Gambar 2 (Lasztity, 1972).



Gambar 2. Struktur kompleks gluten yang diajukan oleh Lasztity (1972).

Namun menurut Wall (1979), gluten dibentuk oleh tiga macam protein (gliadin, glutenin, dan protein residu) yang digabung secara bersama melalui jaringan kovalen dan non kovalen.

Komposisi bahan kering, gluten adalah gliadin 43 %; glutenin 39 %; protein lain 4,4 %; lipid 2,8 %; gula 2,1 %; pati 6,4 %; dan sejumlah kecil selulosa serta bahan-bahan mineral (US Wheat Associates, 1981).

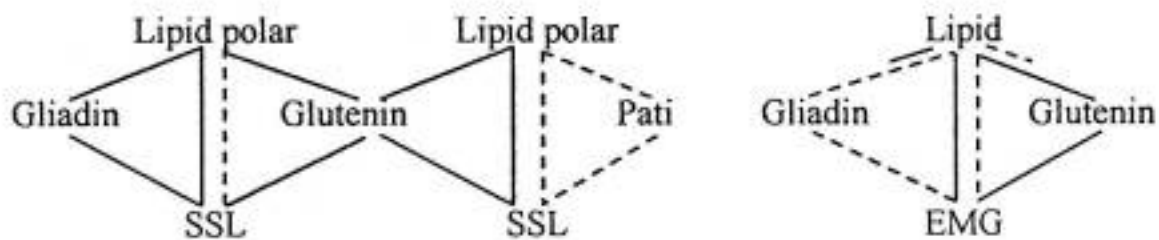
II.4 Morfologi Adonan

Adonan adalah suatu massa viskoelastik yang mengandung sel-sel gas. Pada saat mula-mula tepung dibasahi air, protein tepung masih dalam bentuk tersebar acak dalam bentuk "protein bodies". Adanya proses pembasahan yang diikuti dengan gaya-gaya menggesek dan meregang, mengakibatkan terjadinya disagregasi molekul protein dan berorientasi ke dalam bentuk atau posisi yang paralel dalam bentuk "platelet" yang sangat kecil.

Setelah posisi paralel tercapai, penampilan fisik adonan berubah dan menampilkan ciri kelembutannya sampai pada tahap pengadukan yang cukup, adonan tampak kering dan licin (halus). Di dalam massa kontinu terperangkap butir-butir pati yang bersama-sama membentuk dinding sel gas. Semua gaya dan jenis ikatan kimiawi/elektrostatik molekuler, seperti ikatan hidrogen, ionik, disulfida, dan gaya van der Waals terlibat pada proporsi maksimum pada massa kontinu adonan. Protein pada tahap ini mempunyai elastisitas dan kepegasan (springiness) yang maksimum. Artinya pada tahap ini protein mengembang secara optimum dengan adanya daya menahan gas yang maksimum.

Model interaksi molekuler pernah diusulkan oleh Ewart (1968), yang menonjolkan pentingnya peranan ikatan disulfida interpolipeptida yang menghubungkan gugus-gugus fungsional glutenin dalam adonan. Pentingnya

peranan ikatan disulfida ini juga didukung oleh banyak peneliti lain seperti Bloksma (1971). Namun kira-kira 10 tahun dari pengusulan Ewart, postulat Ewart ini dibantah oleh Kasarda, karena Kasarda dalam penelitiannya tidak menemukan ikatan disulfida interpolipeptida dalam fungsional glutenin. Kasarda mengusulkan bahwa yang berperan bukannya ikatan disulfida interpolipeptida melainkan hanya gaya-gaya interaksi spesifik sekunder (hidrogen, ionik, dan hidrofobik). Usulan Kasarda tampaknya sejalan dengan yang diusulkan oleh Birnbaun (1977) yang meneliti interaksi glutenin dan surfaktan dengan model seperti yang terlihat pada Gambar 3 berikut.



Keterangan:

———— : ikatan hidrofobik

----- : ikatan hidrofilik

SSL : Sodium stearoil-2-laktilat

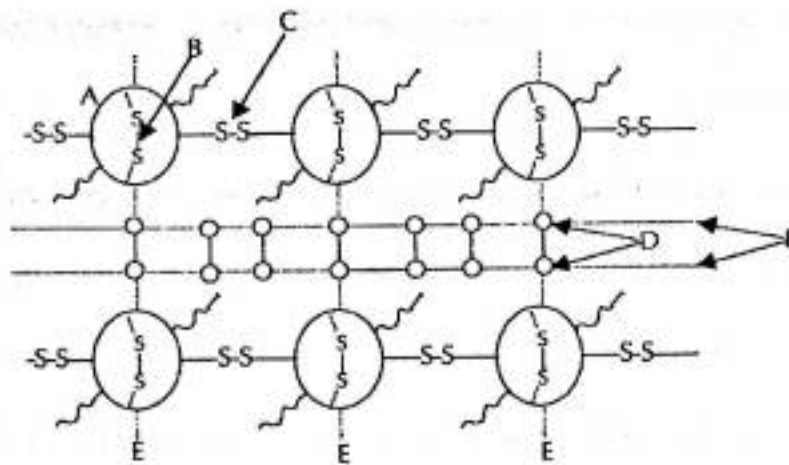
EMG : Monogliserida teretoksilasi

----- : ikatan hidrofobik lebih kuat

----- : ikatan hidrofilik lebih kuat

Gambar 3. Model interaksi gluten dengan surfaktan dalam adonan (Birnbaun, 1977).

Pertentangan tersebut di atas menggugah pemikiran Khan dan Bushuk (1978), yang kemudian menghasilkan sintesis model interaksi gabungan dari usulan Ewart dan Kasarda. Khan dan Bushuk (1978) mendapatkan adanya gugus-gugus glutenin I (berbobot molekul rendah) dan berfungsi membentuk ikatan, dan terletak di antara gugus-gugus glutenin II yang berbobot molekul tinggi dan dihubungkan dengan ikatan disulfida interpolipeptida (Gambar 4).



Keterangan:

A : Sub-unit glutenin II

B : Ikatan disulfida intrapolipeptida

C : Ikatan disulfida interpolipeptida

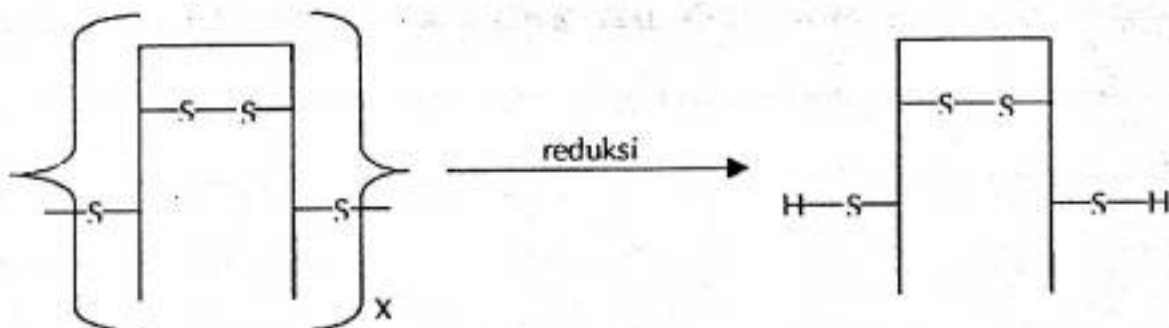
D : Sub-unit glutenin I

E : Ikatan sekunder; misalnya ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik

Gambar 4. Usulan model fungsional glutenin (Bushuk et al. 1980).

Kedua jenis glutenin itu dapat dibedakan atas kelarutannya di dalam larutan asetat encer. Glutenin I dapat larut dan diekstrak dengan larutan asetat encer, sedangkan glutenin II tidak larut.

Jika proses pengadukan dilanjutkan terus, maka akan terjadi pengendoran lebih lanjut, adonan menjadi lengket dan lembek, yang disebabkan karena terputusnya ikatan-ikatan disulfida, selain karena proses biokimia dan fisiologis ragi (Pyler, 1973). Glutation ragi dari sumber lain bereaksi sebagai pemutus ikatan disulfida, seperti yang terlihat dalam Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Pemutusan ikatan disulfida oleh pereduksi (glutation).

II.5 Kimia Fisika Adonan

Sistem adonan merupakan sistem yang sangat kompleks. Pada saat pengadukan dimulai, adonan memberikan ketahanan terhadap peregangan (*resistance to extension*) yang kecil, karena partikel tepung terhidrasi pada bagian permukaan, sehingga sejumlah besar air yang berlebihan menyebabkan fluiditas adonan naik. Jika pengadukan dilanjutkan, air yang berlebih tersebut digunakan untuk menghidrasi partikel tepung yang lain.

Hal penting lain dalam pembentukan adonan selain proses hidrasi adalah pengadukan. Secara umum, jika suatu adonan diaduk, adonan menjadi resisten terhadap peregangan (*resistant to extension*). Jika pengadukan dilanjutkan dengan cepat, ikatan-ikatan disulfida tertentu pada protein yang lebih besar tertekan dan pecah. Pemecahan ikatan tersebut menghasilkan radikal bebas sulfur.

Pada saat proses fermentasi dimulai, oksigen dalam fase cair adonan dan ragi menghasilkan CO₂. Karbon dioksida pertama-tama menjenuhkan fase cair adonan tersebut. Jika fase cair telah jenuh, karbon dioksida harus mencari tempat berdifusi. Salah satu alternatif adalah berdifusi ke sel-sel gas yang terbentuk pada saat udara diinkorporasi selama pengadukan. Alternatif lain adalah berdifusi ke luar dari permukaan adonan dan meloloskan diri ke atmosfer (Hoseney, 1992).

Ragi dan CO₂ yang diproduksi tidak dapat menghasilkan sel-sel gas yang baru. Dari mekanika gelembung diketahui bahwa tekanan di dalam suatu gelembung adalah :

$$P = 2 \gamma / r$$

Di mana p adalah tekanan di dalam gelembung (mmHg), γ adalah tegangan antarmuka (dyne/cm), dan r (cm) adalah jari-jari gelembung (Bird, 1993). Dari rumus tersebut tampak bahwa tekanan yang dibutuhkan untuk membentuk gelembung yang baru ($r = 0$) adalah tak terhingga besarnya, karena itu tidak mungkin.

Dengan demikian, jika fase cair telah jenuh, CO_2 harus berdifusi ke sel-sel gas atau ke permukaan adonan yang dapat berdifusi ke permukaan. Ketika CO_2 memasuki suatu sel gas, tekanan di dalam sel meningkat. Karena adonan bersifat viskoelastik, adonan akan mengembang untuk membawa tekanan ke dalam kesetimbangan.

Gas CO_2 berdifusi dari fase cair yang jenuh ke sel-sel gas yang telah ada. Gas ini tidak dapat berdifusi balik karena fase cair telah jenuh, dan ragi memproduksi lebih banyak CO_2 untuk menjaga agar fase tersebut tetap jenuh.

Perbedaan antara adonan yang menahan gas (seperti adonan tepung gandum) dan yang tidak (seperti adonan tepung jagung) hanya terletak pada laju difusi. Pada adonan tepung jagung, fase kontinyu adalah air sehingga laju difusi cepat. Dalam adonan tepung gandum, fase kontinyu adalah gluten yang terhidrasi sehingga laju difusi gas lambat. Karena itu adonan tepung gandum menahan gas sedangkan adonan tepung jagung tidak (Hoseney, 1992).

II.6 Surfaktan Secara Umum

Kata surfaktan dalam bahasa Inggris merupakan perpendekan dari kata *surface active agent* yang berarti bahan aktif permukaan. Definisi operasional adalah suatu bahan yang dapat menurunkan tegangan permukaan air. Dalam penggunaannya surfaktan dapat berfungsi sebagai bahan pembasah (*wetting agent*), bahan pencegah terbentuknya busa atau anti busa (*antifoaming agent*), emulgator (*emulsifying agent*), dan juga sebagai bahan pembantu pelarutan (*solubilizing agent*), tergantung pada nilai Hydrophile Lipophile Balance (HLB) sistem yang dimiliki surfaktan.

II.6.1 Surfaktan dalam Pengolahan Makanan

Dalam pengolahan makanan surfaktan digunakan untuk meningkatkan mutu produk dan mengurangi kesulitan penanganan bahan yang mudah rusak. Pemakaian surfaktan selama produk disimpan akan mempertahankan viskositas, tekstur, dan memperpanjang masa simpannya (Winarno, 1997).

Selain itu surfaktan juga berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan yang dibutuhkan dalam produksi dan stabilisasi dari seluruh jenis sistem dispersi dalam pengolahan pangan. Dalam industri roti, surfaktan berperan dalam memperbaiki remah roti dan menambah volume roti (Zakir, 1999).

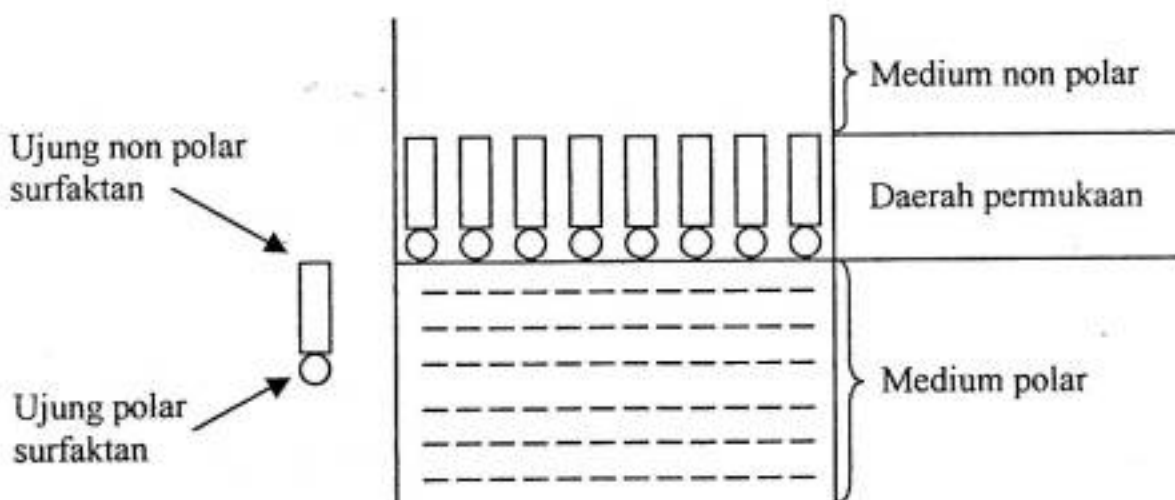
II.6.2 Pengelompokan Jenis Surfaktan

Secara umum surfaktan mempunyai berat molekul antara 200 hingga 600 satuan mono atom. Dalam setiap molekul terdapat paling sedikit satu bagian hidrofilik dan satu bagian hidrofobik. Antara kedua bagian tersebut terdapat

perbedaan polaritas yang cukup besar. Berdasarkan atas bagian hidrofiliknya surfaktan dibagi menjadi empat jenis, untuk lebih jelas dapat dilihat dalam Tabel 5. Mekanisme kerja surfaktan dalam sistem koloid dapat dilihat dalam Gambar 6.

Tabel 5. Klasifikasi jenis surfaktan

No.	Jenis	Nama	Rumus Kimia
1.	Anionik	Natrium stearat Natrium dodesil sulfat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-\text{Na}^+$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{SO}_4^-\text{Na}^+$
2.	Kationik	Dodesilamin hidroklorida Heksadesiltrimetil amonium bromida	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Br}^-$
3.	Amfofilik	Dodesil betaine Lesitin	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ $\text{RCOOCH}_2(\text{CHOCOR})\text{CH}_2(\text{OPOO})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$
4.	Non Ionik	Polietilen oksida Gliseril monostearat (GMS)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_6\text{OH}$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$



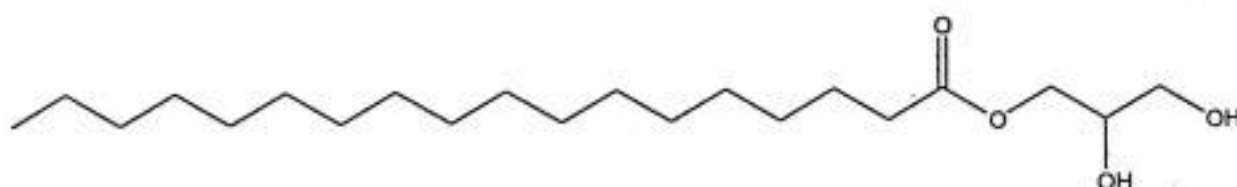
Gambar 6 . Adsorpsi dan orientasi surfaktan pada daerah permukaan

II.6.3 Gliseril Monostearat

GMS adalah bahan pengemulsi yang secara komersial lebih dikenal sebagai “super glycerinated shortening”, karena dibuat dengan cara mereaksikan lemak

dengan gliserin berlebih. Struktur kimianya terdiri atas asam stearat yang berikatan dengan satu gugusan hidroksil gliserol. Gugus hidroksil gliserol yang bebas berfungsi gugus polar atau hidrofilik. Beberapa peneliti menunjukkan bahwa GMS lebih efektif jika dibandingkan dengan digliserida dalam fungsinya sebagai bahan pengemulsi (Ahza, 1983).

GMS berwarna putih, berupa lilin yang cair, titik lebur 56 – 58 °C, nilai bilangan penyabunan 164 – 170, nilai bilangan iodin tidak lebih daripada 6, dapat larut dalam pelarut organik yang panas, seperti alkohol, benzena, eter, aseton, mineral atau minyak tertentu, tidak dapat larut dalam air, tetapi bisa didispersikan dalam air panas dengan bantuan sejumlah kecil sabun atau surfaktan lain yang cocok.



glyceryl monostearate
2,3-dihydroxypropyl octadecanoate

GMS dalam proses pembuatan roti lebih cenderung berikatan dengan pati, dan membentuk kompleks yang peranannya sangat penting dalam mengempukkan remah roti bagian dalam. Pembentukan kompleks tersebut ternyata dapat memperpanjang masa simpan roti karena terhambatnya pengerasan remah (texture staling). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan GMS sebanyak 226,785 gram memberikan pengaruh yang sama dengan 907,18 gram lemak dalam hal memperpanjang masa simpan (Ahza, 1983).

II.7 Reologi

Salah satu sifat penting dari cairan ialah bagaimana cara cairan mengalir. Dalam bahasa sehari-hari digunakan istilah cairan untuk menggambarkan aspek dari zat-zat yang tidak tetap. Untuk memahami pengertian yang jelas tentang cara zat cair mengalir, maka dirasa perlu untuk diketahui beberapa hukum atau parameter dasar yang ditinjau secara fisika mengenai zat-zat ketika diberikan gaya dari luar sehingga dapat dirumuskan suatu teori untuk memprediksikan deformasi dan aliran suatu zat pada kondisi yang diberikan.

Istilah reologi berasal dari bahasa Yunani, rheo (mengalir) dan logos (ilmu pengetahuan), yang digunakan oleh Bingham dan Crawford untuk menjelaskan aliran zat cair dan deformasi zat padat. Jadi reologi adalah ilmu yang mempelajari perubahan bentuk dan aliran. Reologi mempelajari sifat fisik bahan dalam hubungannya dengan stress-strain dan waktu. Stress dapat berupa kompresi (compressive), regangan (tensile) atau dorongan (shear). Oleh pengaruh waktu saja bahan tidak mengalami perubahan, namun waktu sering digunakan untuk mengukur kecepatan perubahan stress atau strain. Perubahan-perubahan kimia dalam bahan makanan sering terjadi karena adanya waktu, sehingga dapat dipelajari dengan pendekatan reologi.

Ada dua pendekatan umum dalam reologi: (1) menyusun pernyataan matematis yang menggambarkan fenomena reologis tanpa memperhatikan penyebabnya; dan (2) mengkorelasikan antara perilaku mekanik yang diukur dengan struktur bahan yang diamati. Perilaku reologis dispersi koloid utamanya tergantung

pada faktor-faktor: (1) viskositas medium pendispersi; (2) konsentrasi partikel; (3) bentuk dan ukuran partikel; dan (4) interaksi partikel dengan partikel dan medium pendispersi dengan partikel. Perilaku reologis dispersi koloid biasanya dikelompokkan menjadi tiga bagian: (1) viskositas dispersi dan larutan encer; (2) aliran non Newtonian; dan (3) sifat viskoelastik sistem semi padat. Pembicaraan mengenai sifat reologis akan diarahkan pada point ketiga.

Jika suatu sistem padatan elastik ditekan, bahan akan berdeformasi dengan besaran yang proporsional dengan tekanan yang diberikan dan mempertahankan deformasi tersebut sesuai dengan hukum Hooke tentang elastisitas pegas:

$$F = - k d$$

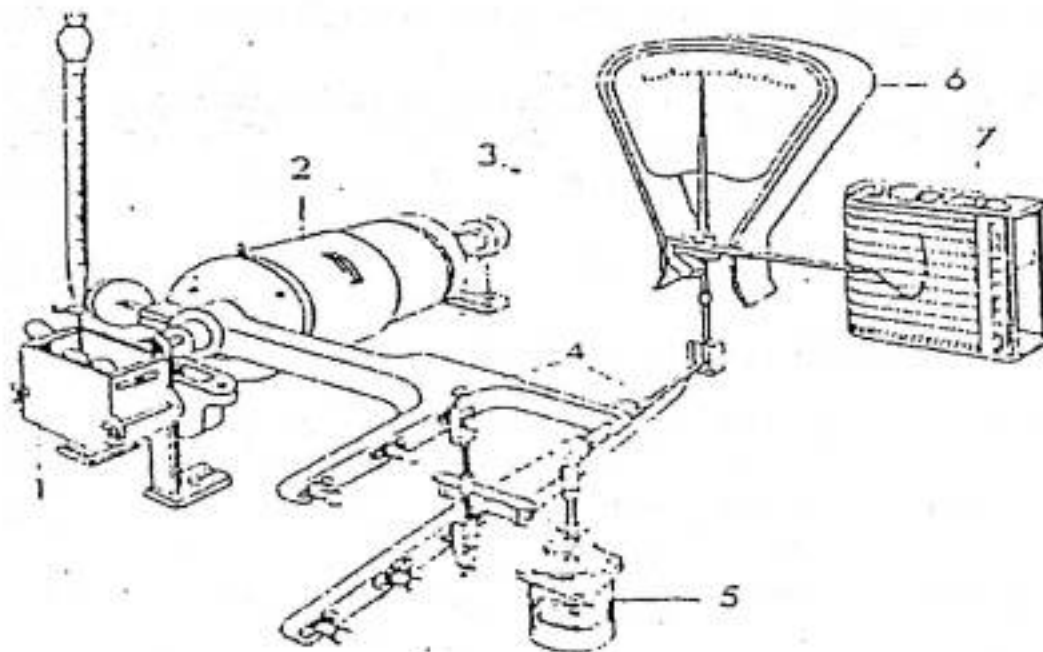
Di mana F = gaya yang dilepaskan oleh pegas; k = tetapan pegas; dan d = besarnya perpindahan.

Jika tekanan dihilangkan, energi elastik yang tersimpan dalam padatan itu dilepaskan dan padatan kembali ke bentuknya semula. Berbeda dengan sistem di atas; cairan Newtonian berdeformasi sesuai dengan tekanan yang diberikan tetapi tidak kembali ke bentuknya semula. Energi yang diterima diubah menjadi panas untuk mengatasi tahanan frisional internal

II.8 Brabender Farinograf

Brabender farinograf merupakan salah satu *recording dough mixer* yang paling banyak digunakan untuk mengukur resistensi terhadap gaya pencampuran. Alat ini diperkenalkan pada tahun 1930. Diagram skematik alat tersebut

diperlihatkan pada Gambar 7. Dalam mangkok pencampur (*mixing bowl*, 1), 2 pisau pencampur (*mixing blades*) berbentuk 2 berputar dengan arah yang berlawanan pada kecepatan 60 dan 90 rpm. Mangkok pencampur adonan tersedia dengan kapasitas 300 gram tepung. Setelah tepung dan bahan-bahan yang lain ditempatkan pada mangkok pencampur, mesin dihidupkan lalu air ditambahkan dari buret. Gaya putar yang diakibatkan oleh pisau pencampur menyebabkan rotasi yang proporsional terhadap dinamometer (2). Rotasi tersebut ditransmisi oleh lever sistem (4) ke sistem skala (5), lalu ke rekorder.



Gambar 7. Diagram prinsip kerja Brabender Farinograf (Bloksma, 1971)

Adonan diuji pada kadar air standar yang dikenal sebagai serapan air farinograf. Nilai ini ditentukan dengan menitrasi tepung dengan air dan merupakan jumlah air yang dibutuhkan adonan untuk mencapai konsistensi optimum standar 500

BU. Tepung dengan kadar protein lebih tinggi dan kualitas gluten yang lebih baik memperlihatkan absorpsi yang lebih besar (Rasper, 1991).

Selain nilai absorpsi air, nilai-nilai yang dapat diperoleh dari suatu kurva farinograf (AACC, 1969) adalah:

1. Waktu pengembangan adonan atau waktu puncak (*dough development time* , DDT). DDT adalah waktu yang dibutuhkan adonan untuk mengembang yaitu waktu (dalam menit) sejak kurva mulai bergerak hingga mencapai puncaknya. Tepung dengan DDT panjang (> 4 menit) dikelompokkan sebagai tepung kuat. Untuk DDT 2 – 4 menit disebut tepung medium, dan untuk DDT yang lebih kecil dari 2 menit dikelompokkan sebagai tepung lemah (Preston dan Williams, 1993).
2. Stabilitas adonan. Nilai ini didefinisikan sebagai selisih waktu antara titik di mana puncak kurva pertama kali memotong garis 500 BU (*arrival time*) dan titik di mana puncak meninggalkan garis 500 BU (*departure time*). Jika kurva tidak terpusat tepat di garis 500 BU pada resistensi maksimum (misalnya 490 atau 510 BU), maka harus ditarik garis pada level 490 atau 510 BU paralel terhadap garis 500 BU. Garis baru ini digunakan sebagai pengganti garis 500 BU untuk menentukan *arrival time*, *departure time* dan *stability*. Tepung kuat memiliki stabilitas > 8 menit, tepung medium 4 – 8 menit, dan tepung lemah < 4 menit (Preston dan Williams, 1993).
3. Konsistensi (*Consistency*, BU) merupakan ketahanan adonan terhadap perubahan bentuk atau proses pemecahan struktur. Pengujian tepung biasanya menggunakan konsistensi 500 BU sebagai standar kemampuan optimum. Konsistensi diukur

pada garis yang membagi dua kurva pada ketinggian maksimum (Cuevas dan Puche, 1986).

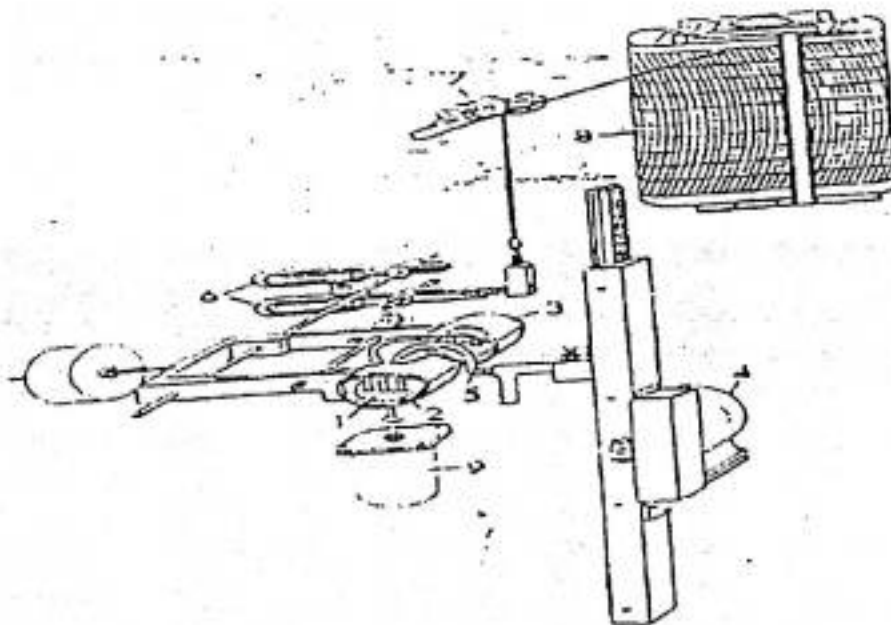
II.9 Brabender Ekstensigraf

Brabender Ekstensigraf merupakan alat yang paling umum digunakan untuk uji peregangan adonan (Gambar 8). Alat ini diperkenalkan pada tahun 1936 untuk memberikan suplemen terhadap informasi yang diperoleh dari Brabender farinograf. Cara kerja instrumen ekstensigraf adalah: adonan seberat 150 gram dengan kadar air berdasarkan data farinograf digulung menjadi sebuah bola, dimasukkan ke silinder, dan diklem pada penahan, lalu difermentasi selama 45 menit, kemudian diregang pada alat. Adonan (1), ditahan oleh klem (3), ditempatkan pada garpu penyeimbang (2). Motor (4) dari kait peregang (*stretching hook*, 5) kemudian dijalankan. Kait bergerak ke bawah dengan kecepatan konstan, menyusuri pertengahan silinder adonan, dan meregangnya. Adonan ditransmisi melalui lever sistem (6) menuju ke penyeimbang (7) dan direkam di atas grafik. Beberapa bentuk ekstensigram serta hubungannya dengan sifat adonan dapat dilihat pada Gambar 9.

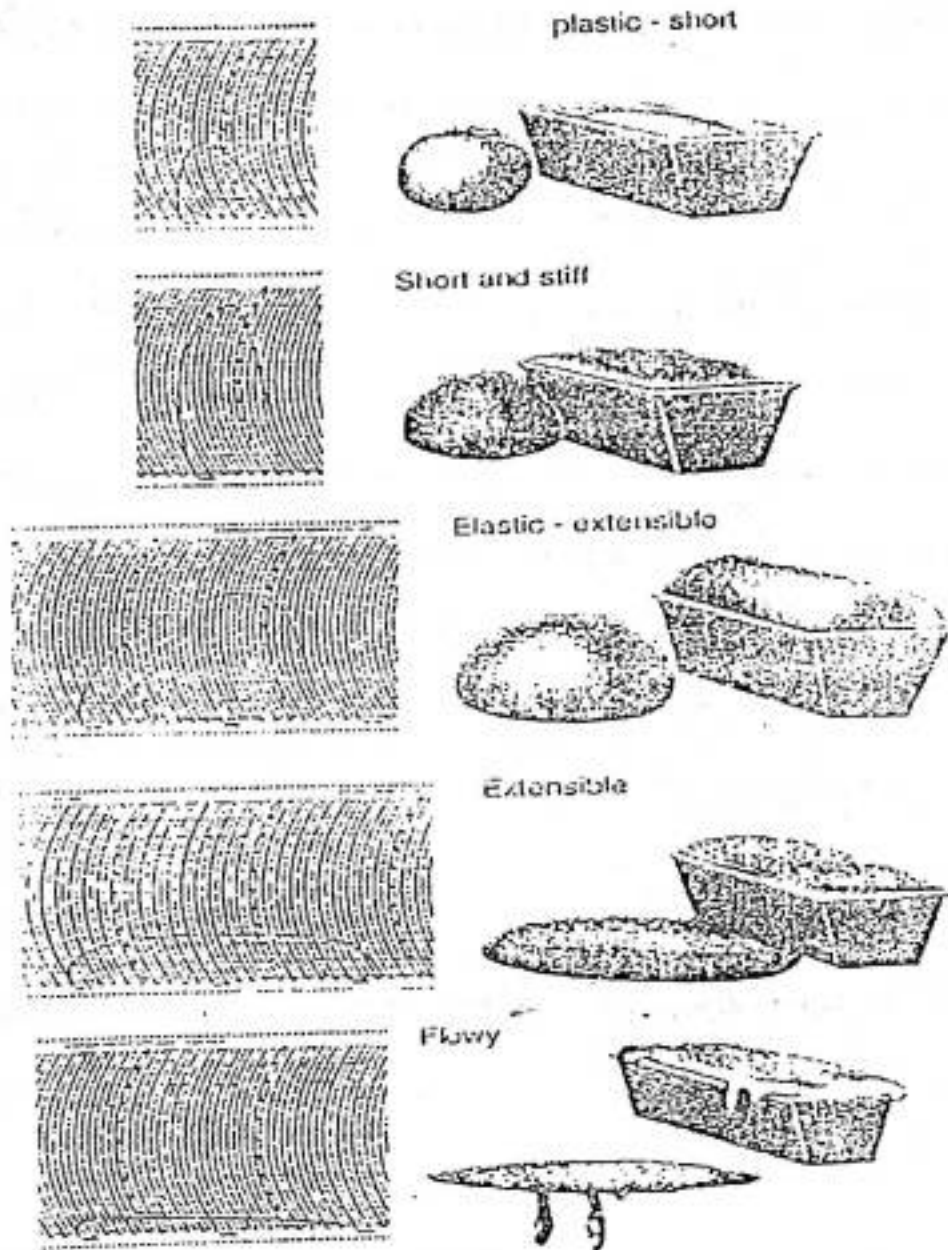
Beberapa indeks ekstensigram memberikan tuntunan praktis mengenai kekuatan adonan. Indeks tersebut di antaranya:

1. Resistensi maksimum (R_m) adalah tinggi ekstensigram yang diukur pada ketinggian maksimum kurva (BU). Nilai ini menunjukkan potensialitas tepung dalam pembuatan roti dan merupakan resistensi adonan terhadap peregangan (*resistance to stretching*).

2. Ekstensibilitas adonan (E). Besar kecilnya D_b menunjukkan mudah tidaknya adonan diregang. E adalah jarak dari titik tolak jarum sampai ke titik kembali jarum ke garis dasar kurva ekstensigram, dan dinyatakan dalam mm atau cm.
3. Rasio resistensi terhadap ekstensibilitas (R'_5/E). Nilai ini menunjukkan panjang pendeknya adonan. Makin besar nilai (R'_5/E) semakin pendek adonan dan sebaliknya.
4. Luas daerah di bawah kurva, yang sebanding dengan energi (E_r) yang dibutuhkan untuk meregang adonan hingga putus. Nilai ini merupakan salah satu gambaran tentang kekuatan tepung. Semakin kuat tepung, semakin banyak energi yang dibutuhkan untuk meregang adonan, dan dinyatakan dalam cm^2 , luas daerah di bawah kurva atau energi diukur dengan menggunakan alat planimeter.
5. Resistensi (R'_5) adalah resistensi pada ketinggian kurva yang diukur pada jarak 5 cm sejak kurva mulai bergerak (BU).



Gambar 8 . Diagram prinsip kerja Brabender Ekstensigraf (Bloksma,1971)



Gambar 9. Beberapa bentuk ekstensigram dan hubungannya dengan sifat adonan (Rasper, 1991).

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Bahan Penelitian

Tepung Sorgum varietas *Isiap dorado* yang diambil dari Balai Penelitian Jagung dan Serealia lain (Balitjas, Departemen Pertanian Kabupaten Maros). Tepung terigu yang digunakan adalah tepung Cakra kembar yang diproduksi oleh PT. Bogasari Flours Mills, Jakarta. Bahan lainnya adalah gliserol monostearat (surfaktan), NaCl berfungsi sebagai bahan pengatur rasa dan bahan pematat, akuades, dan minyak parafin.

III.2 Alat yang digunakan

Brabender Farinograf digunakan untuk mengukur resistensi terhadap gaya pencampuran tepung, brabender ekstensigraf digunakan untuk uji peregangan adonan, cawan porselin digunakan sebagai wadah tepung pada saat pembakaran, oven digunakan sebagai alat pembakaran, timbangan, corong, erlenmeyer 250 mL, eksikator, termometer, dan alat penyosoh sorgum.

III.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pilot Plant Pusat Studi Pangan dan Gizi (PSPG) PAU Institut Pertanian Bogor pada bulan Oktober – November 2000.

III.4 Pelaksanaan Penelitian

III.4.1 Cara Pembuatan Tepung Sorgum

Biji sorgum dijemur sampai kering, kemudian dilakukan penyosohan. Biji sorgum yang telah disosoh direndam dalam air panas dengan suhu awal 60 °C selama 24 jam. Setelah perendaman dicuci hingga bersih (bebas dari kotoran dan bau) lalu ditiriskan, dikeringkan selanjutnya ditepungkan.

III.4.2 Cara Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan dengan menggunakan metode standar AACC, yaitu AACC-approved method : 44 – 15 A , 1969. Bahan sebanyak 3 gram ditimbang dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya. Selanjutnya dimasukkan ke dalam oven yang telah bersuhu 130 °C, selama satu jam. Setelah itu cawan didinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang.

III.4.3 Cara Penentuan Kualitas Adonan

Tepung sorgum varietas *Isiap dorado* yang telah diketahui kandungan kimianya dicampur dengan tepung terigu Cap Cakra kembar seperti pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Komposisi (%) bahan yang akan diuji

Formula	Tepung Sorgum <i>Isiap dorado</i> (%)	Tepung Terigu (%)
S	0	100
A	15	85
B	20	80
C	25	75
D	30	70

A. Karakteristik Farinogram

Prinsip. Kekuatan tepung yang berkaitan erat dengan jumlah dan mutu glutennya dapat diketahui dari informasi farinogram. Farinogram merupakan kurva yang dihasilkan oleh perilaku tepung dalam membentuk adonan, sifat-sifat atau respon adonan terhadap gaya-gaya mekanik yang diberikan selama pengadukan atau pengulian. Perilaku tepung yang diuji dalam farinograf dan digambarkan pada farinogram juga merupakan refleksi perilaku tepung selama dibuat adonan dan difermentasi dalam pembuatan roti.

Prosedur. Prosedur diawali dengan penyiapan alat agar seluruh sistemnya bekerja pada suhu 30 °C dan pengaturan skala kepala penunjuk (scale head pointer) agar tetap nol pada kecepatan gerak alat maksimum dalam keadaan kosong.

Setelah alat siap, contoh tepung (Sorgum + gandum) dengan variasi (15% + 85%), (20% + 80%), (25% + 75%), dan (30% + 70%) ditimbang seberat 300 gram, dimasukkan ke bagian cawan berpengaduk kemudian mesin dihidupkan dengan menekan kedua tombol.

Setelah itu dilakukan titrasi pendahuluan. Mesin disetel pada kecepatan tinggi, dijalankan selama 1 menit, atau sampai garis 0 tercapai dan segera air dari buret ditambahkan sampai volumenya diperkirakan mendekati kapasitas penyerapan air (farinograph water absorption) setelah itu dilakukan penambahan air secara perlahan agar pusat pita farinogram mencapai konsistensi maksimum 500 Brabender Unit (BU); proses penambahan air seluruhnya harus dilakukan dalam waktu maksimum 25 detik. Setelah air ditambahkan, sisi bowl dibersihkan dengan spatula

agar tepung tidak menempel pada dinding, kemudian tutup bowl dipasang kembali agar air tidak menguap. Jika kurva Farinogram telah meninggalkan garis 500 BU mesin dihentikan dengan cara mengangkat tutup bowl, selanjutnya pena diangkat dengan posisi tidak menyentuh kertas. Pengamatan dilakukan terhadap penyerapan air, konsistensi, waktu pengembangan adonan (DDT), dan stabilitas.

B. Karakteristik Ekstensigram

Prinsip. Ekstensigram merupakan gambaran sifat-sifat adonan selama mengalami fermentasi atau pemeraman, yang menunjukkan kemampuan menahan peregangan adonan, dan kemudahan peregangan adonan.

Prosedur. Air dalam water batch diperiksa. Setelah jumlah air cukup, termostat disetel pada suhu 30°C kemudian pemanas dan pompa dihidupkan agar suhu ruang penyimpanan adonan dalam ekstensigraf dapat dipertahankan pada suhu tersebut lalu dilakukan juga pemeriksaan terhadap air pelembab dalam boks ekstensigraf. Contoh tepung (sorgum + gandum) dengan variasi (15% + 85%), (20% + 80%), (25% + 75%), dan (30% + 70%), seberat 300 gram ditimbang kemudian dimasukkan dalam bowl farinograf lalu buret diisi dengan akuades sampai penuh. Setelah itu ditimbang 6 gram NaCl kemudian dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL dan dilarutkan dengan menggunakan air yang diambil dari buret. Setelah mesin farinograf dihidupkan, ditambahkan larutan garam NaCl bersamaan dengan penambahan air sebanyak 68,5 % dari buret. Satu menit setelah penambahan larutan garam adonan diistirahatkan selama 5 menit (mesin dimatikan) dalam keadaan cawan tertutup. Tepat 5 menit pengujian dilanjutkan lagi selama 3 menit.

Timbang adonan dari adonan di atas seberat 150 gram, dan segera diputar pada bagian pembulat adonan ekstensigraf (rounder) yang sebelumnya telah diolesi dengan minyak parafin. Setelah itu dibuat silinder pada bagian penyelinder (molder) di mana rounder dan molder sebelumnya telah diolesi dengan minyak parafin kemudian setelah terbentuk silinder diklem dengan alat pemegang adonan serta difermentasi pada ruang fermentasi ekstensigraf yang telah dilembabkan (humidified fermentation chamber).

Setelah pemeraman selama 45 menit adonan ditempatkan pada bagian lengan penimbang (balance arm). Posisi pena diatur agar terletak pada garis nol. Selanjutnya tuas penarik dijalankan untuk pengujian dan dihentikan tepat pada saat adonan putus.

Adonan selanjutnya diambil dan dibulatkan, dibuat silinder, dan diperam lagi selama 45 menit seperti prosedur sebelumnya. Setelah 45 menit diperam selanjutnya diuji lagi. Prosedur tersebut diulangi lagi untuk pengujian 45 menit ketiga.

C. Pengaruh Penambahan Surfaktan terhadap Sifat Reologis Adonan

Pencampuran tepung sorgum dan tepung gandum dapat menyebabkan pengenceran gluten yang akhirnya akan memperburuk penampilan adonan tepung gandum-sorgum. Penampilan tersebut diharapkan dapat diperbaiki dengan adanya penambahan surfaktan atau pengubahan kadar bahan pematang adonan yang ditambahkan. Pada penelitian ini surfaktan yang digunakan adalah surfaktan gliseril monostearat

Prosedur. Adonan yang digunakan dibuat seperti pada penentuan karakteristik ekstensigram disertai dengan penambahan surfaktan gliseril

monostearat dengan variasi 0,25 dan 0,5 %. Dari kurva ekstensigram yang diperoleh diamati perubahan sifat reologis adonan yang dibuat dari komposit tepung gandum-sorgum tersebut.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Karakteristik Farinogram

Kurva farinogram memberikan informasi tentang respon komponen-komponen tepung, air, dan bahan-bahan lain yang ditambahkan pada pencampuran terhadap gaya-gaya pengadukan. Dari kurva farinogram (Lampiran 1) dapat diperoleh beberapa parameter yang dianalisis di antaranya konsistensi, stabilisasi, dan waktu pengembangan adonan (DDT).

Pada penelitian ini dilakukan cara penambahan air terhadap tepung komposit didasarkan pada serapan air maksimum pada tepung terigu. Penambahan air tersebut dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana perubahan reologis komposit tepung akibat penambahan tepung sorgum tersebut. Dari kurva farinogram atau Tabel 7 diperoleh hasil bahwa tepung terigu mencapai konsistensi 500 BU, sedangkan pada komposit tidak tercapai. Nilai konsistensi pada tepung komposit semakin menurun seiring dengan bertambahnya substitusi dari tepung sorgum tersebut. Hal ini dapat dipahami bahwa penambahan air yang sama pada tepung komposit dengan tepung terigu yang mempunyai kandungan protein yang lebih baik daripada tepung komposit akan menyebabkan terjadinya perubahan kurva karena selain komposisi kimia masing-masing yang berbeda, juga perubahan reologis adonan dapat disebabkan oleh perubahan konsentrasi relatif air, pati, atau gluten yang bersangkutan (Zakir, 1999).

Salah satu fungsi farinograf adalah penentuan daya absorpsi air (Water absorption) dari tepung (Preston and William, 1993). Penentuan daya absorpsi air (Water absorption) untuk tepung sangat penting karena jumlah air yang digunakan terkait dengan hidrasi protein dalam membentuk jaringan, yang menentukan sifat-sifat viskoelastik adonan.

Nilai WA yang diperoleh untuk tepung sampel atau tepung terigu adalah 68,04 % (cara perhitungan pada Lampiran 2). Nilai tersebut menunjukkan kapasitas penyerapan air yang optimum dari tepung gandum atau kadar air optimum yang dibutuhkan untuk pembentukan adonan (Bloksma, 1971), sedangkan nilai WA untuk tepung komposit, seperti cara di atas tidak dapat dihitung karena kurva farinogram yang diperoleh tidak mencapai konsistensi maksimum (500 BU). Jika ditambahkan air sebanyak 68,04 % untuk tepung komposit maka jumlah air akan berlebih. Jumlah air yang berlebih akan memperlemah adonan, karena air tersebut mengisi situs-situs yang digunakan untuk berinteraksi dengan protein (Hoseney, 1992).

Waktu pengembangan adonan untuk tepung terigu adalah 5,5 menit dan tepung komposit adalah $\geq 5,5$ menit (Tabel 7) sehingga termasuk tepung kuat (Preston dan Williams, 1993), karena mempunyai DDT lebih besar daripada 4 menit. Nilai-nilai parameter yang lain dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Nilai beberapa parameter tepung/komposit tepung

Formula	Konsistensi (BU)	DDT (menit)	Stabilitas Adonan (menit)
S	500	5,5	10
A	385	7	9,5
B	310	5,5	7,5
C	275	6,5	9
D	250	7	11

Nilai stabilitas adonan baik tepung terigu maupun tepung komposit masih digolongkan ke dalam tepung kuat karena mempunyai nilai stabilitas > 8 menit kecuali tepung komposit sorgum 20 % merupakan tepung medium karena mempunyai nilai stabilitas 7,5 menit (Preston and William, 1993).

Nilai konsistensi menurun dengan adanya peningkatan substitusi tepung sorgum. Penurunan konsistensi maksimum tepung disebabkan karena bertambahnya kadar air (Bloksma, 1971) yang menyebabkan viskositas tepung menurun, dan juga disebabkan karena menurunnya mutu gluten dengan semakin bertambahnya substitusi tepung sorgum tersebut.

IV.2. Karakteristik Ekstensigram

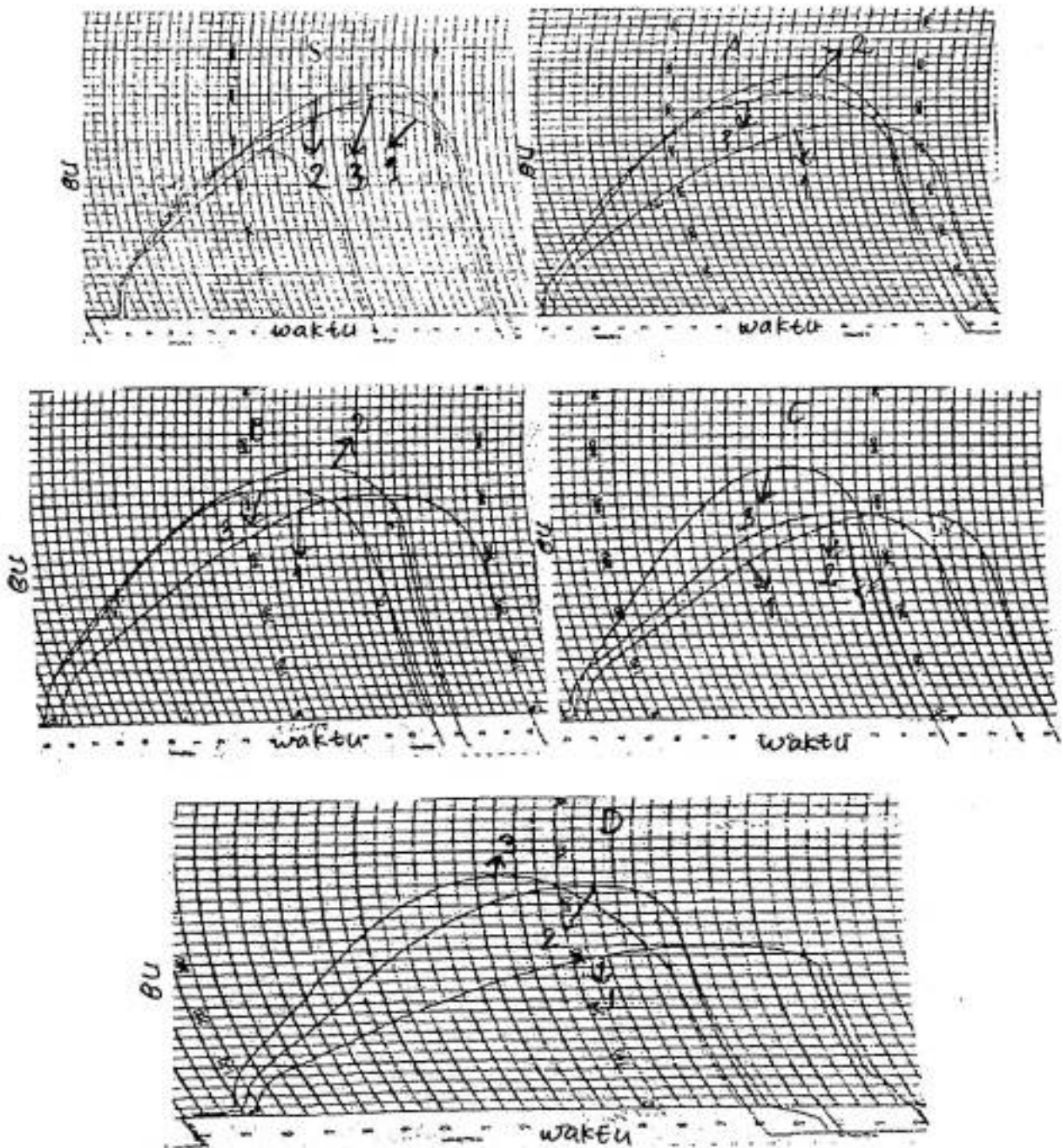
Kurva ekstensigram memberikan gambaran mengenai sifat-sifat adonan selama mengalami fermentasi yang menunjukkan kemampuan menahan peregangan adonan dan kemudahan peregangan adonan (extensibility). Pada kurva ekstensigram diperoleh beberapa nilai yaitu: nilai ekstensibilitas (E) diperoleh dengan mengukur panjang kurva dari titik tolak jarum sampai ke titik kembali jarum ke garis dasar

kurva ekstensigram, yang dinyatakan dalam mm; nilai resistensi (R'_s) yang diukur pada jarak 5 cm sejak kurva mulai bergerak (BU) pada ketinggian kurva; nilai resistensi maksimum (R_m) yang diperoleh dengan mengukur ketinggian maksimum kurva (puncak kurva); nilai rasio resistensi terhadap ekstensibilitas (R'_s/E); dan energi merupakan luas daerah di bawah kurva yang diukur dengan menggunakan alat planimeter yang dinyatakan dalam cm^2 , di mana energi menggambarkan kekuatan tepung. Nilai beberapa parameter di atas dapat dilihat dalam bentuk tabel (Lampiran 3) dan bentuk grafik (Lampiran 4).

Gambar 10 berikut menunjukkan bentuk kurva ekstensigram tepung terigu dan tepung komposit sorgum. S merupakan kurva tepung terigu, sedangkan A, B, C, dan D merupakan bentuk kurva tepung komposit sorgum masing-masing 15, 20, 25, dan 30 %. Sifat elastisitas dan plastisitas ditunjukkan pada kurva ekstensigram tersebut. Elastisitas merupakan perubahan bentuk kurva di mana perubahannya dapat kembali ke bentuk semula, meskipun perubahan elastis sempurna tidak dapat ditemukan. Plastisitas merupakan perubahan bentuk kurva di mana perubahannya akan bersifat permanen atau perubahannya akan sukar atau sulit untuk kembali ke bentuk semula.

Pada fermentasi 90 menit tepung terigu dan tepung komposit sorgum 15 dan 20 % (Kurva A dan B), terlihat bentuk kurvanya lebih elastis jika dibandingkan dengan fermentasi 135 menit. Hal ini terlihat dari nilai resistensi maksimum fermentasi 90 menit lebih besar dan waktu yang digunakan kurva untuk kembali ke bentuk semula lebih kecil atau lebih cepat jika dibandingkan dengan fermentasi 135 menit. Fermentasi 45 menit berbentuk kurva yang lebih plastis; hal ini terlihat dari nilai

resistensi maksimumnya (R_m) yang lebih kecil, jika dibandingkan dengan fermentasi 90 dan 135 menit, dan kurvanya mengalami perubahan permanen sehingga sulit untuk kembali ke bentuk semula.



Gambar 10. Kurva ekstensigraf tepung terigu dan tepung komposit
 Keterangan: 1. Fermentasi 45 menit; 2. Fermentasi 90 menit;
 3. Fermentasi 135 menit

Kurva pada tepung komposit sorgum 25 dan 30 % (Kurva C dan D), mengalami perubahan bentuk yang berbeda jika dibandingkan dengan kurva tepung terigu dan tepung komposit sorgum 15 dan 20 % (Kurva A dan B). Pada fermentasi 135 menit terlihat bentuk kurva yang lebih elastis jika dibandingkan dengan fermentasi 90 menit, sedangkan pada kurva tepung terigu dan komposit sorgum 15 dan 20 % bentuk kurva pada fermentasi 90 menit lebih elastis jika dibandingkan dengan fermentasi 135 menit. Fermentasi 45 menit bersifat lebih plastis di mana selain nilai resistensi maksimum yang lebih kecil jika dibandingkan dengan fermentasi 90 dan 135 menit, juga terlihat cepatnya adonan putus pada saat diregang.

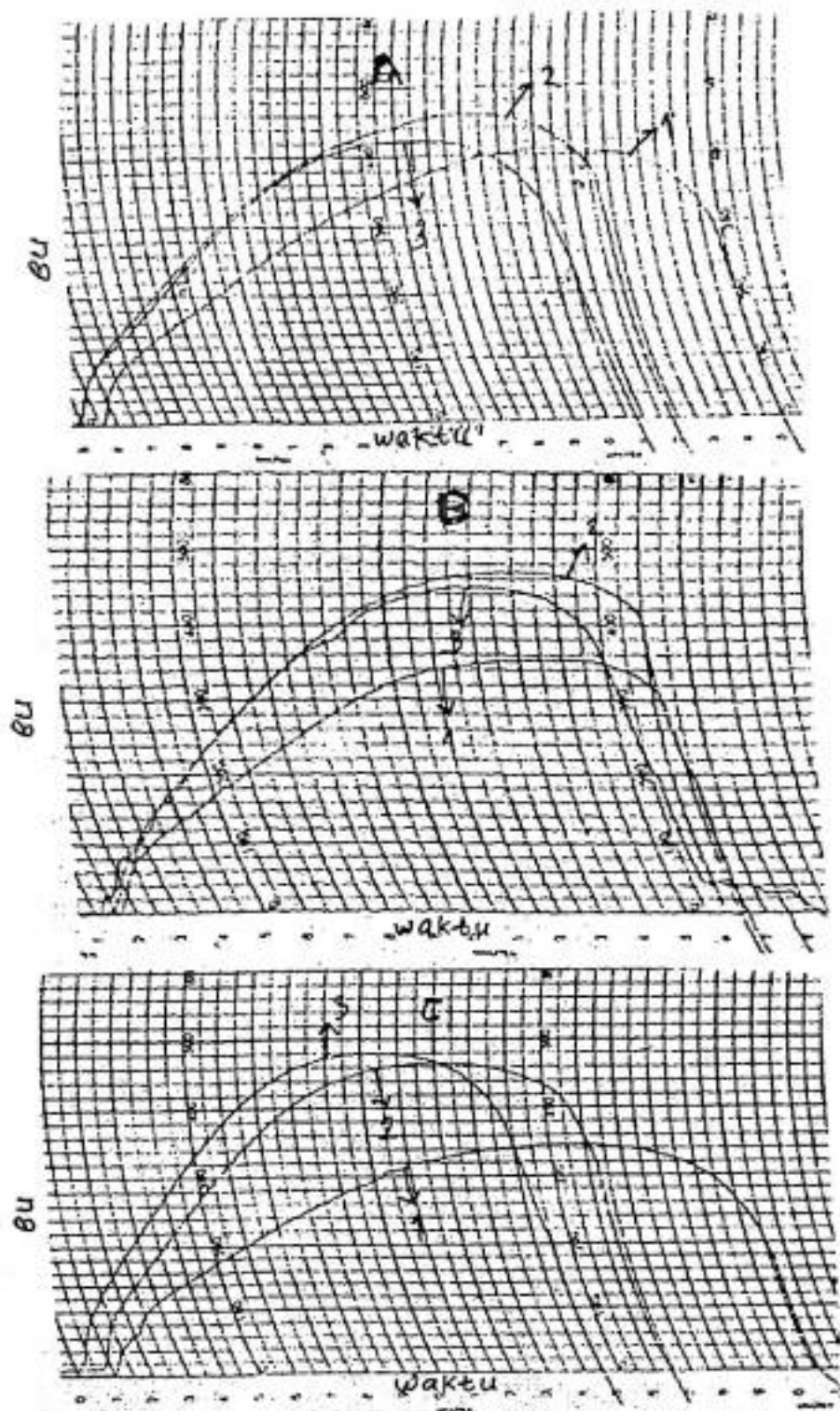
Secara umum panjang kurva (nilai ekstensibilitas) semakin pendek (kecil) seiring dengan bertambahnya substitusi tepung sorgum dan semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini terjadi karena fermentasi mempengaruhi daya regang adonan. Semakin lama fermentasi, semakin kecil daya regang adonannya. Fermentasi adonan merupakan proses pelunakan gluten, yang melibatkan reduktase khamir yang bereaksi melalui substrat antara yaitu asam thioktat. Aktivitas enzim ini mengakibatkan putusnya ikatan disulfida protein gluten (Pomeranz, 1971) yang akan mempengaruhi sifat-sifat reologis gluten (Lasztity, 1986), misalnya penurunan nilai ekstensibilitas (panjang kurva). Penurunan ini membuktikan bahwa adonan tepung gandum – sorgum menjadi lebih sukar diregang. Hal ini terjadi karena berkurangnya kadar gluten dan kadar gliadin yang berfungsi sebagai peliat (perekat) bagi glutenin, yang mendukung sifat-sifat mudah tidaknya adonan diregang. Menurunnya kadar

glutenin mengakibatkan adonan tepung gandum – sorgum menjadi sukar diregang, sehingga mudah dipatahkan atau diputuskan oleh tuas ekstensigraf.

IV.3 Pengaruh Penambahan Surfaktan GMS terhadap Sifat Reologis Adonan Tepung Komposit.

Penggunaan surfaktan diharapkan akan meningkatkan beberapa parameter reologi adonan yang akan diuji. Pada penelitian ini terhadap substitusi tepung sorgum 20 % ditambahkan surfaktan GMS dengan variasi 0,25 dan 0,5 %. Dari Gambar 11 terlihat bahwa kurva A merupakan bentuk kurva sebelum ditambahkan GMS dan kurva B menunjukkan kurva setelah penambahan surfaktan GMS 0,25 %, sedangkan kurva C menunjukkan penambahan surfaktan 0,5 %.

Pada kurva ekstensigram dengan fermentasi 45 menit terlihat bahwa semakin besar penambahan surfaktan GMS bentuk kurvanya semakin plastis, sehingga adonan cenderung untuk mengembang melebar dan menipis. Hal ini terjadi karena masa fermentasinya atau peragiannya masih terlalu pendek, menyebabkan adonannya belum mengembang secara optimal.



Gambar 11. Kurva ekstensigraf tepung komposit 20 % sebelum penambahan surfaktan GMS (A), setelah penambahan GMS 0,25 % (B) dan setelah penambahan GMS 0,5 % (C)

Keterangan: 1. Fermentasi 45 menit; 2. Fermentasi 90 menit; 3. Fermentasi 135 menit

Fermentasi 90 menit dan 135 menit pada penambahan surfaktan GMS sebesar 0,25 dan 0,5 % bentuk kurva lebih elastis jika dibandingkan dengan tanpa penambahan surfaktan. Hal ini terjadi karena interaksi antara surfaktan GMS yang cenderung berikatan dalam dengan pati ; interaksi yang terjadi adalah ikatan hidrofilik, dan dengan protein terjadi interaksi hidrofobik yang akan menurunkan tegangan permukaan dari sistem adonan, sehingga adonannya lebih mudah diregang dan akan bersifat elastis.

Bentuk kurva pada penambahan GMS 0,25% pada fermentasi 90 menit lebih elastis jika dibandingkan dengan bentuk kurva pada fermentasi 135 menit, sedangkan bentuk kurva pada penambahan surfaktan GMS 0,5% pada fermentasi 135 menit lebih elastis jika dibandingkan dengan fermentasi 90 menit. Hal ini terjadi karena penambahan surfaktan akan memperbaiki sifat – sifat adonan di mana gugus polar dari surfaktan akan bereaksi dengan pati membentuk interaksi hidrofilik dan dengan gugus non polar bereaksi dengan protein berupa glutenin akan berinteraksi hidrofobik yang akan memperbaiki daya regang adonan.

Bentuk kurva pada Gambar 11 menunjukkan panjang kurvanya semakin pendek dengan bertambahnya waktu fermentasi. Hal ini disebabkan adanya penambahan GMS akan meningkatkan kadar lemak, sehingga memperbesar gugus -SH dari protein, sesuai dengan pernyataan Bloksma (1971) dan Pylar (1973) bahwa lipid sereal terutama dari gugus asam tak jenuh mudah mengalami oksidasi dan meningkatkan konsumsi oksigen tepung hasil oksidasi selanjutnya akan mengoksidasi gugus -SH yang akan mengakibatkan panjang kurvanya semakin menurun dan ketahanan terhadap peregangan akan meningkat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan data-data dari kurva farinogram, nilai konsistensi mengalami penurunan dengan bertambahnya tingkat substitusi, sedang nilai stabilitas dan DDT mengalami pola yang tidak teratur.
2. Berdasarkan kurva ekstensigram, penambahan tepung sorgum sampai 20 % umumnya masih memberikan karakteristik kurva yang mirip dengan kurva tepung sampel atau tepung terigu.
3. Penambahan surfaktan GMS umumnya meningkatkan beberapa parameter reologis adonan tepung komposit 20 %, kecuali bentuk kurva pada penambahan surfaktan GMS 0,5 % bentuk kurvanya lebih plastis pada fermentasi 45 menit.

V.2. Saran

Beberapa hal yang perlu dipikirkan lebih lanjut yaitu untuk menentukan kualitas adonan masih ada beberapa parameter yang perlu dicoba di antaranya adalah penentuan alpha-amylase dengan menggunakan alat amylograph dan nilai pH yang menjelaskan keasaman atau penggaraman serta penentuan kadar pati rusak.

DAFTAR PUSTAKA

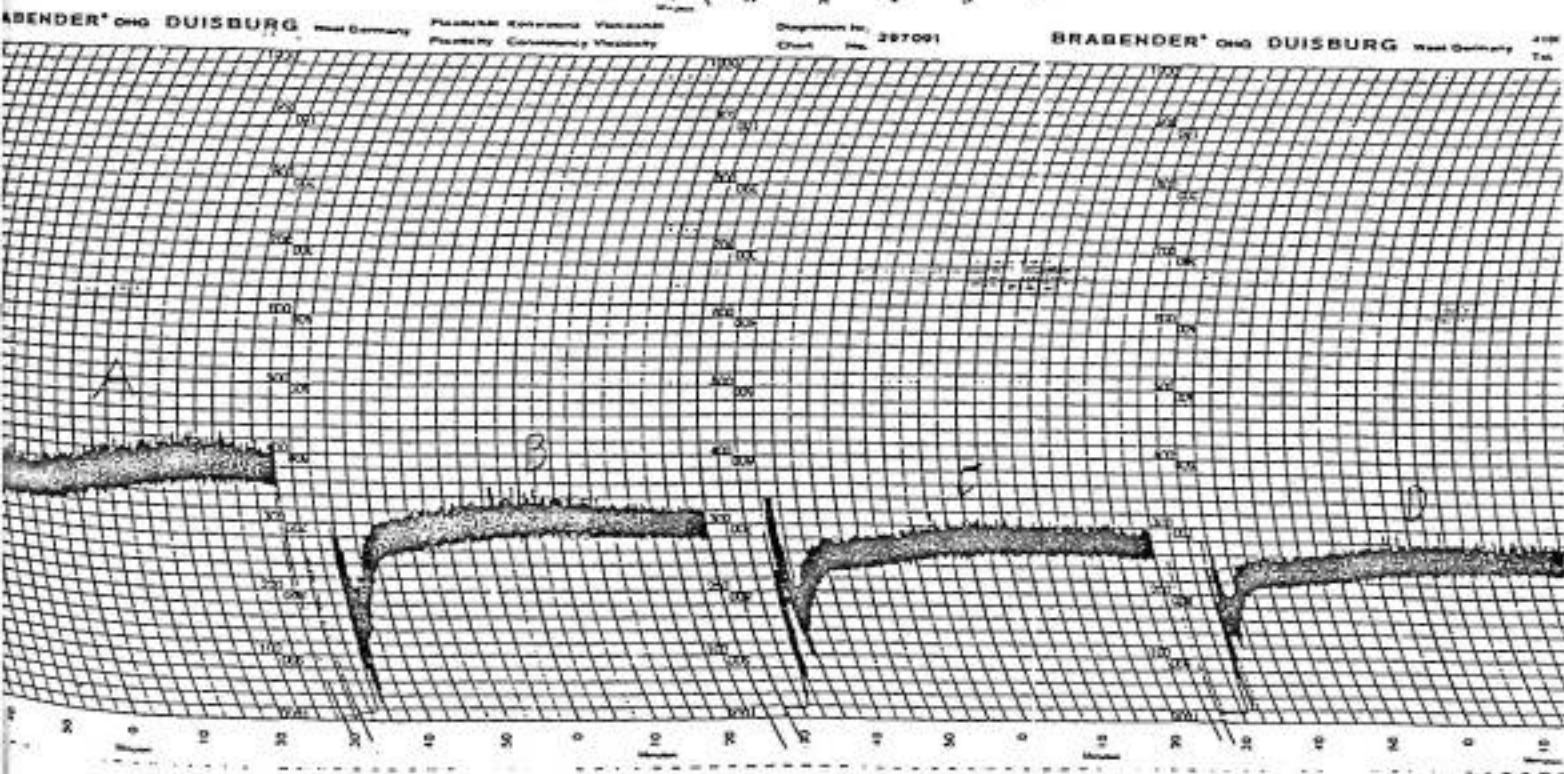
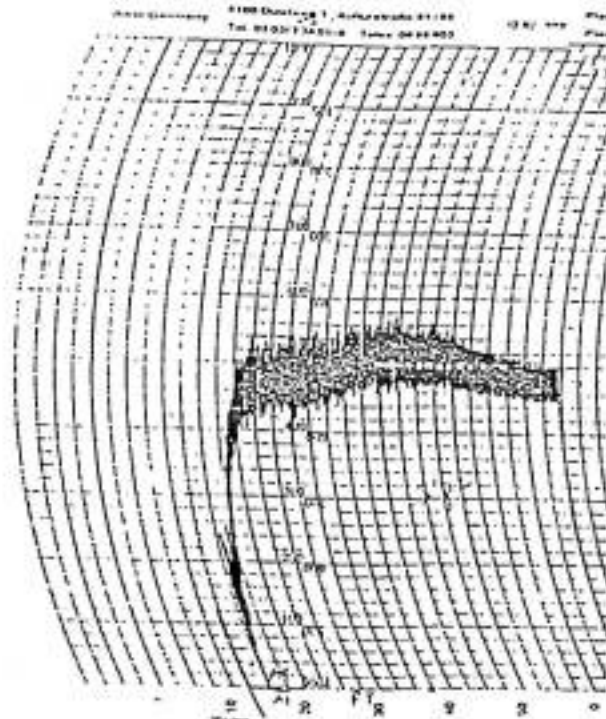
- Adamsom, Jo. (1993); **Physical Chemistry of Surfaces.**, John Willey Publisher.
- Ahza, A. B. (1983) : **Substitusi Parsial Tepung Gandum (*Triticum aestivum* L.) dengan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan Tepung Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) dalam Pembuatan Roti.** Tesis Master Ilmu Pangan, Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor.
- American Association of Cereal Chemistry (AACC) 1969. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist**, American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota.
- Anief, M. (1999): **Sistem Dispersi, Formulasi Suspensi dan Emulsi**, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Barata, M. A. (1994): **Penampilan Beberapa Galur Sorgum (*Sorghum bicolor*) di Lahan Kering Maros Sulawesi Selatan**, *Agrikam* Vol. 9 No. 2, Hal. 63 – 69.
- Bird, T. 1993. **Kimia Fisik untuk universitas** (Terjemahan). PT Gramedia, Jakarta.
- Birnbaun, H. 1977. **Interaction of Surfactants in Breadmaking**. Baker Dig. 51 (3):16-24.
- Bloksma, A. H. 1971. **Rheologi and Chemistry of Dough**. Dalam *Wheat; Chemistry and Technology*. Pomeranz, Y (Ed). American Association of Cereal Chemistry, Inc. St. Paul, Minnesota.
- Bogasari Flour Mills. PT. (tanpa tahun). **Rahasia Pembuatan Roti**. Indonesia
- Budavary, S. (Ed), **The Merck Index, an Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologics**, Eleventh Edition.
- Bushuk, W., Khan, and McMaster, G. 1980. **Functional Glutenin : A Complex of Covalently and Noncovalently Linked Components**. *Ann. Technol. Agric.*
- Colas, A. 1994. **Defining Flour Quality According to Use**. Dalam *Primary Cereal Processing*, Gordon, B and Willm, C (Ed). VCH, USA.

- Cuevas, R. and C. Puche. 1986. **Study of the Rheological Behavior of Com Dough Using the Farinograph.** Cereal Chem.
- Fessenden R. J. dan J. S. Fessenden, (1994): **Kimia Organik**, Jilid 2, Edisi Ketiga. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Hosney,R.C.1992. **Physical Chemistry of Bread Dough.** Dalam Physical Chemistry of Foods. Swartzberg, H. G. and Hartel, R. W.(Ed).Marcel Dekker, Inc. New York.
- Kent,N.L.1983.**Technology of Cereal.** Edisi 3. Oxford, Inggris: Pergamon Press.
- Lasztity,R.1972. Recent Result in Cereal Protein Research. **Period. Polytech.**
- Mudjisihono, R.1992. **Studi Pembuatan Roti dari Campuran Tepung Sorgum dan Tepung Gandum.** Prosiding Lokakarya Penelitian Komoditas dan Studi Khusus.
- Pylar, E. Y. 1973. **Baking Science and Technology.** Vol. I and II Siebel, Publ. Co., Chicago.
- Preston, K. R. and P. C. William. 1993, **Analysis of Wheat of Flours.** Dalam Ensiklopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition. Macrea, R. Robinson, R. K. and Sadler, M. J.(Ed). Volume I. Academic Press, USA.
- Rasper, V. F. 1991. **Quality Evaluation of Cereal and Cereal Products.** Dalam Hand Book of Cereal Science and Technology. Lorenz, K. J. and Kulp, K (Ed). Marcel Dekker, Inc. New York.
- Rismunandar, (1989): **Sorgum Tanaman Serbaguna**, Cetakan Ketiga, Penerbit Sinar Baru Bandung, Bandung.
- Roesmarkam, S., Sutoro, dan Subendi.(1996): **Sorgum: Kegunaan, Pola Tanam dan Teknik Budidaya.** Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan dan Badan Penelitian Pengembangan Pertanian. Bogor
- Sumarni, S. (1994): **Tanggapan Responden Terhadap Produk Olahan dari Berbagai Campuran Terigu Sorgum**, *Agrikam* Vol. 9 No. 3, Hal. 119 – 124.
- Suarni,1999. **Studi Komposisi Kimia Tepung Sorgum Sebagai Bahan Substitusi Terigu.** Tesis Master Ilmu Kimia, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.

- US Wheat Associates. 1981. **Pedoman Pembuatan Roti dan Kue** (terjemahan). Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Wall, J. S. 1979. **The Role of Wheat Protein in Determining Baking Quality.** Dalam Recent Advances in the Biochemistry of Cereal. Laidman, D. L. and Jones, R. G. W.(Ed) Academic Press, New York.
- Winarno, F. G. (1984): **Kimia Pangan dan Gizi**, PT. Gramedia, Jakarta.
- Zakir, M. (1999): **Karakteristik Fisiko-Kimia Komposit Tepung Gandum dan Tepung Sorgum UPCA-S1.** Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.

Lampiran 1

Kurva Farinogram Tepung Terigu dan Tepung Komposit



Lampiran 2

Kadar Air (%) Tepung Gandum dan Tepung Komposit

Formula	Penyerapan Air (%)	Kadar Air (%)	Berat (gram)
0	68,5	13,60	298,61
0,15	64	13,35	297,92
0,20	62	13,35	297,75
0,25	60,5	13,20	297,41
0,30	58,5	13,20	297,41

Contoh Perhitungan berat tepung :

Berat tepung yang ditimbang = 300 gram dengan kadar air terukur = 13,6 %
 Berat tepung pada 14 % m.b. =

$$\frac{100 - 14}{100 - 13,6} \times 300 = \frac{86}{86,4} \times 300 = 298,61 \text{ gram}$$

Perhitungan Daya Serap Air (Farinograf Water Absorption)

$$\text{Rumus \% absorpsi} = \frac{(3x + y) - 300}{3}$$

Di mana: X = % air yang ditambahkan tiap 300 gram tepung (% air yang digunakan untuk menghasilkan kurva dengan konsistensi maksimum 500 BU).

Y = Bobot tepung yang digunakan setara dengan 300 gram (14 % m.b.)

Tepung Terigu (100 %) → kadar air 13,6 % → Y = 298,61
 X = 68,5 %

$$\begin{aligned} \% \text{ absorpsi} &= \frac{3(68,5) + 298,61 - 300}{3} \\ &= 68,04 \% \end{aligned}$$

Lampiran 3

Hasil Pengamatan karakteristik adonan tepung terigu dan tepung komposit terhadap sifat reologis adonan berdasarkan kurva ekstensigraf

Formula	Energi (Er)			Rm (BU)			R' _s (BU)			E (mm)			R' _s /E		
	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135
S	98	119	114	495	525	470	290	325	345	188	179	184	1,542	1,816	1,875
A	95	108	105	460	580	540	310	405	410	176	167	168	1,761	2,425	2,440
B	91	98	79	410	460	425	260	340	335	190	170	160	1,368	2,000	2,094
C	67	65	68	380	380	460	260	280	400	164	153	127	1,585	1,830	3,149
D	55	67	69	320	425	455	220	340	420	160	134	136	1,375	2,537	3,088

Hasil pengamatan karakteristik adonan dengan adanya penambahan surfaktan GMS terhadap sifat reologis adonan berdasarkan kurva ekstensigraf

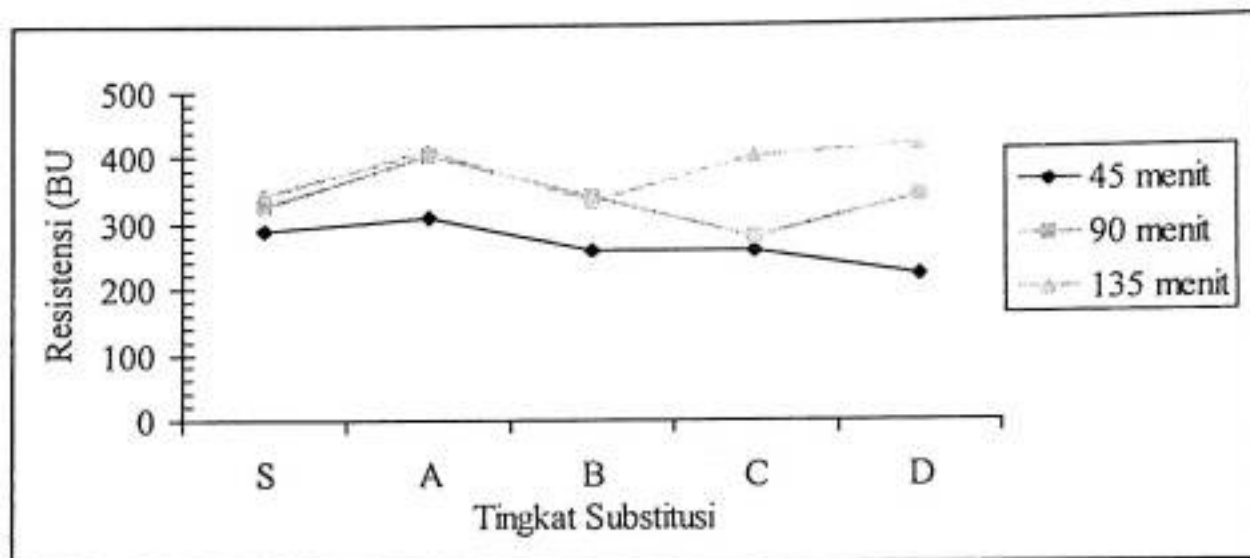
Formula	Energi (Er)			Rm (BU)			R' _s (BU)			E (mm)			R' _s /E		
	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135
A	91	98	79	410	460	425	260	335	340	190	170	160	1,368	2,000	2,094
B	64	76	74	355	470	450	280	370	360	150	146	150	1,866	2,534	2,400
C	87	74	92	425	450	480	240	380	420	198	164	145	1,212	2,317	2,896

A = Tepung Komposit sorgum –gandum 20 %

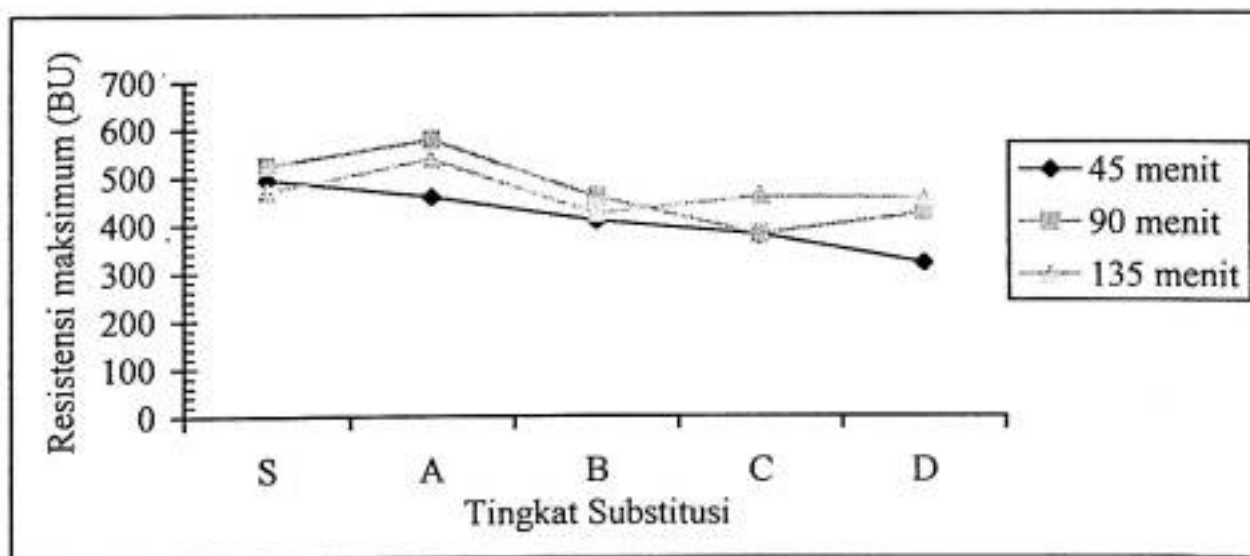
B = Tepung Komposit sorgum –gandum 20 % ditambah surfaktan GMS 0,25 %

C = Tepung Komposit sorgum –gandum 20 % ditambah surfaktan GMS 0,50 %

Lampiran 4.

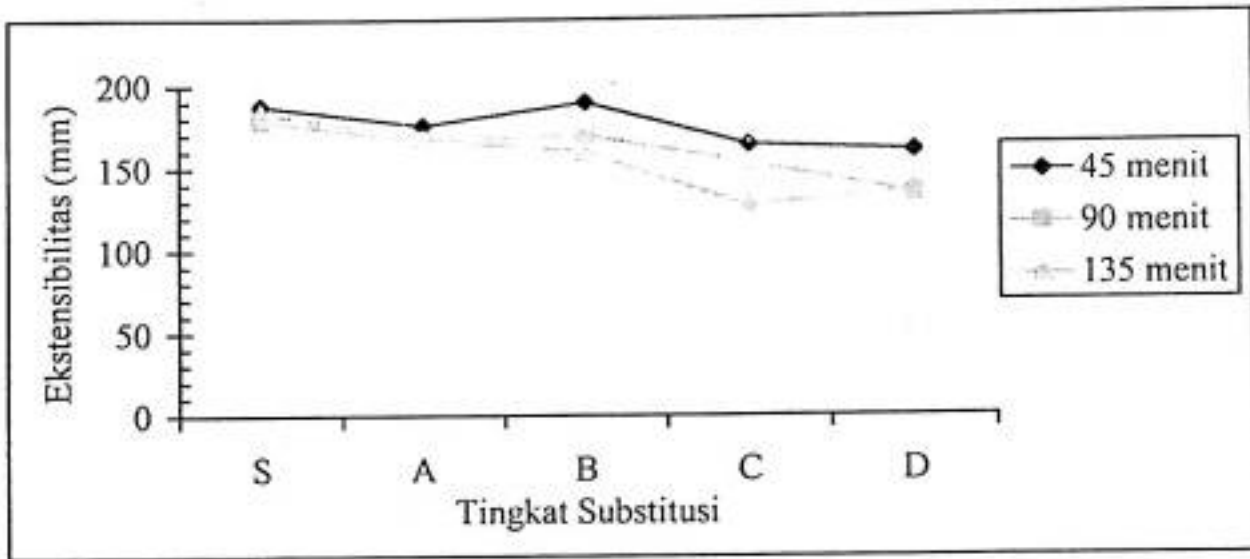


Grafik hubungan antara tingkat substitusi dengan resistensi

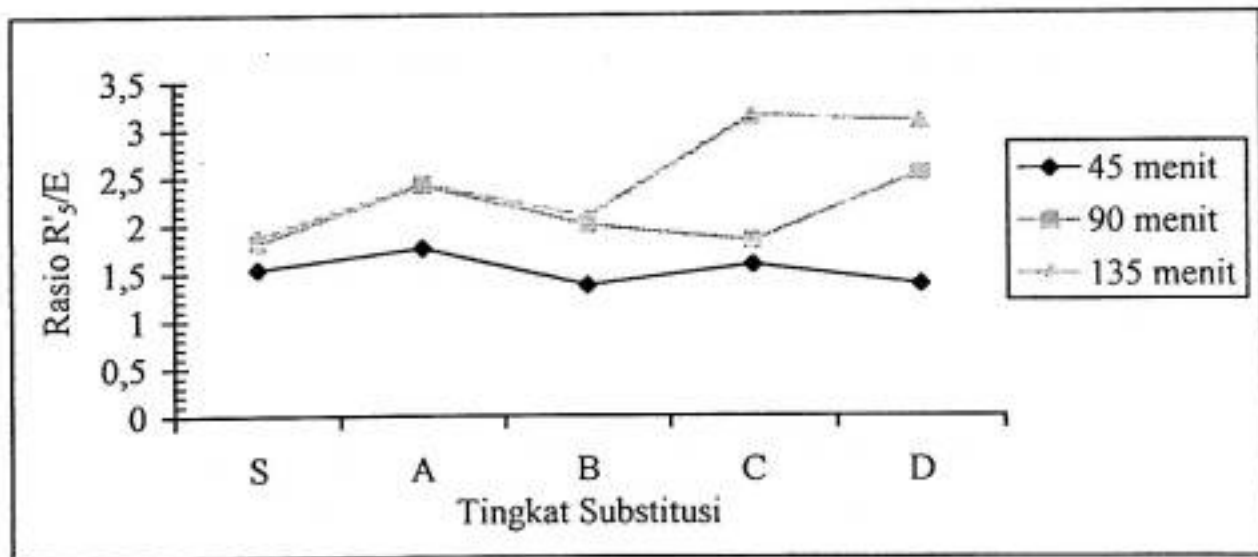


Grafik hubungan antara tingkat substitusi dengan resistensi maksimum

Lampiran 5.

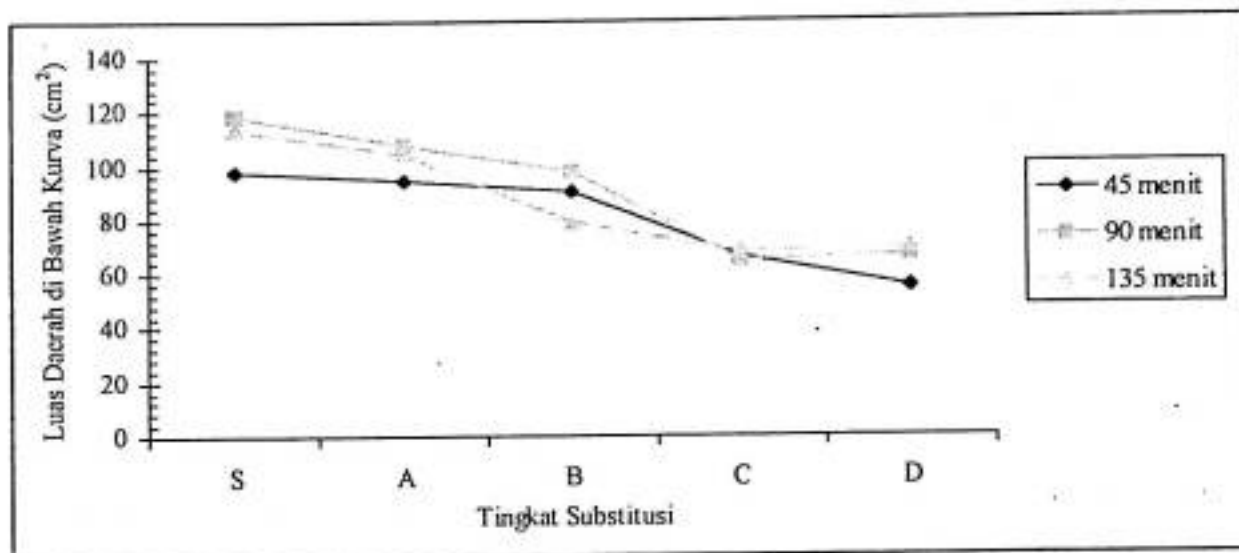


Grafik Hubungan Antara Tingkat Substitusi dengan Ekstensibilitas

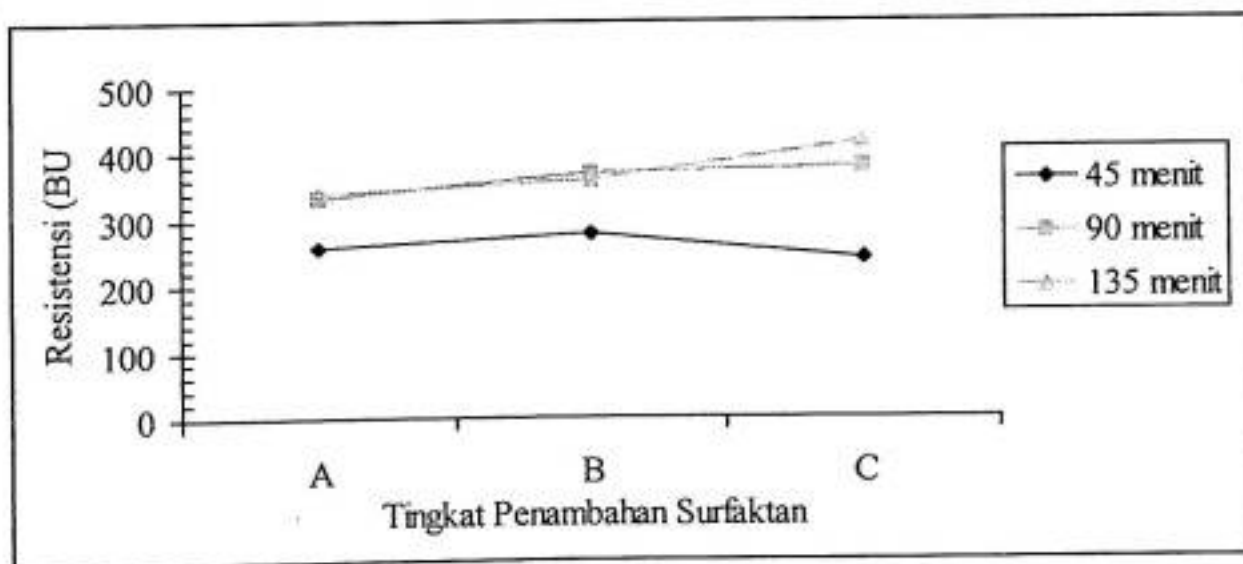


Grafik hubungan antara tingkat substitusi dengan rasio R'_s/E

Lampiran 6.

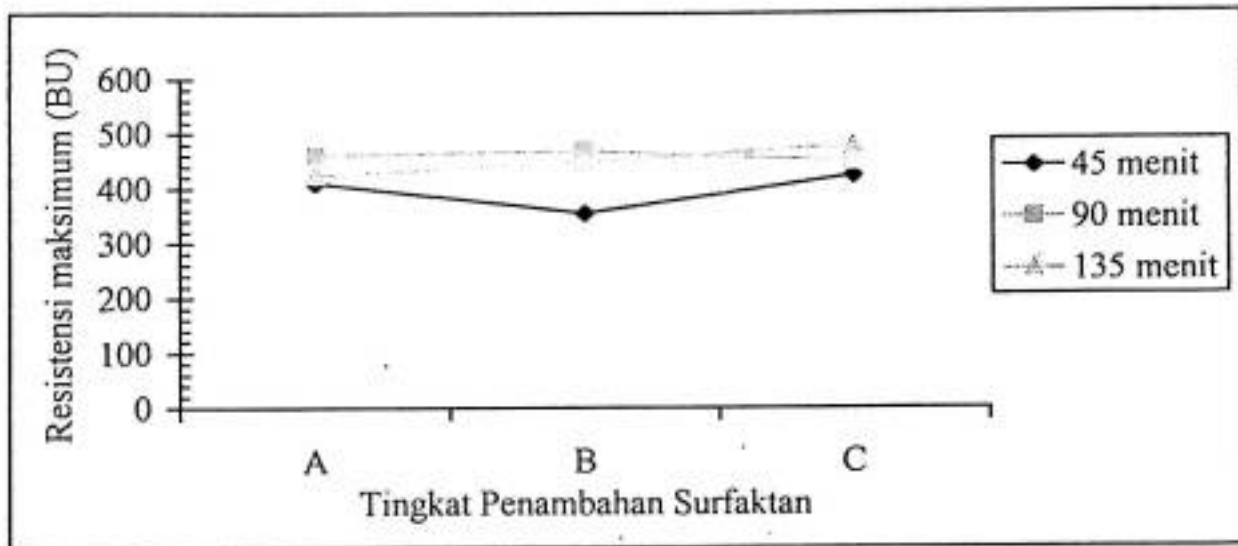


Grafik hubungan antara tingkat substitusi dengan luas daerah di bawah kurva

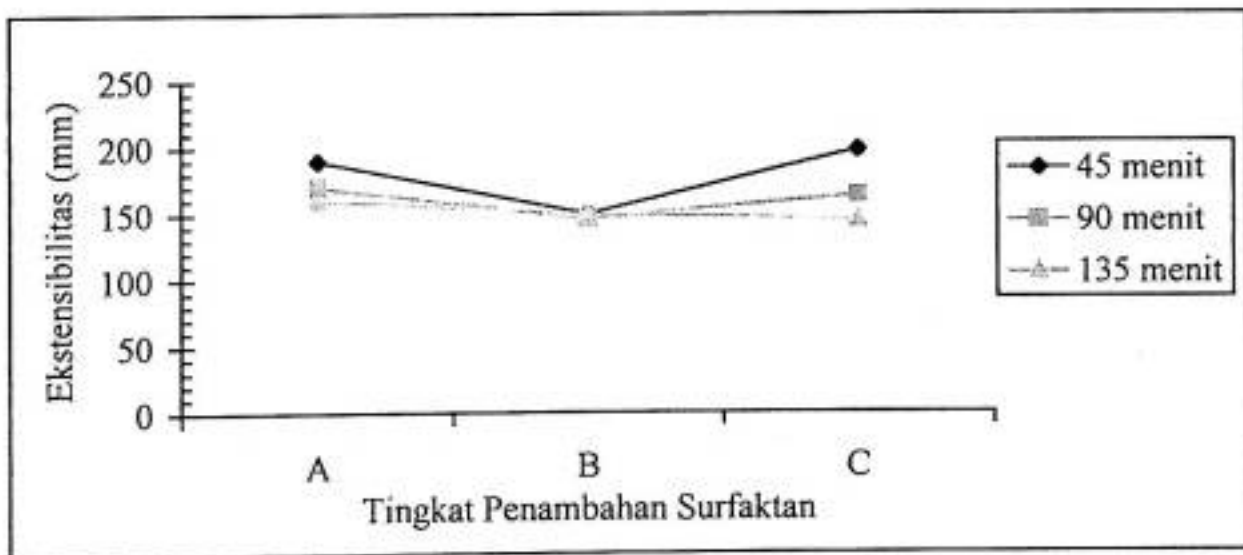


Grafik hubungan antara tingkat penambahan surfaktan GMS dengan resistensi pada substitusi tepung sorgum 20 %.

Lampiran 7.

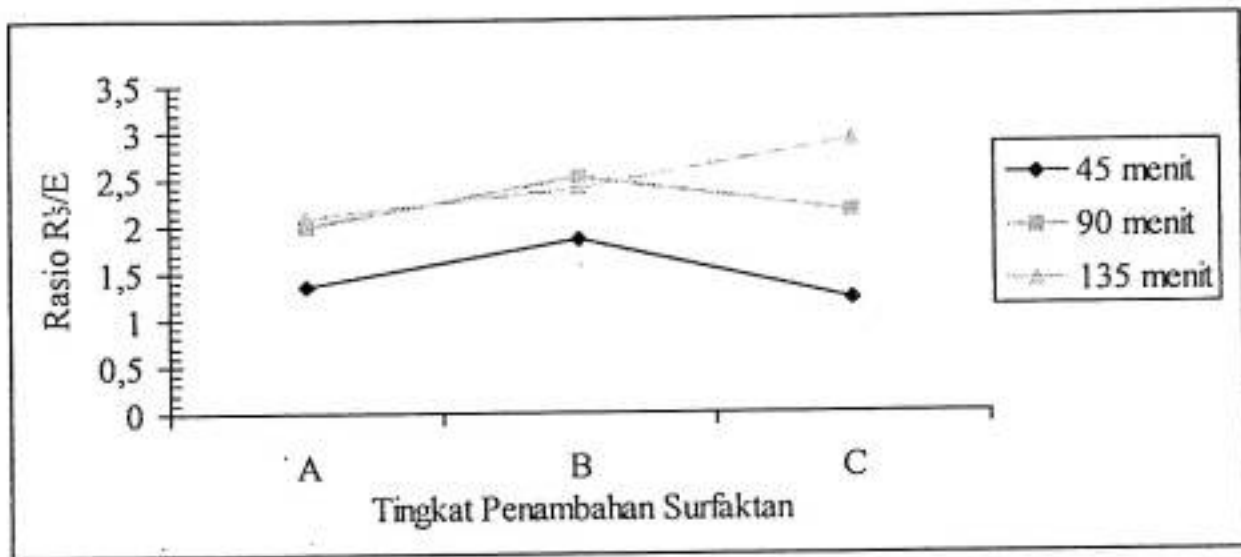


Grafik hubungan antara tingkat penambahan surfaktan GMS dengan resistensi maksimum pada substitusi tepung sorgum 20 %.

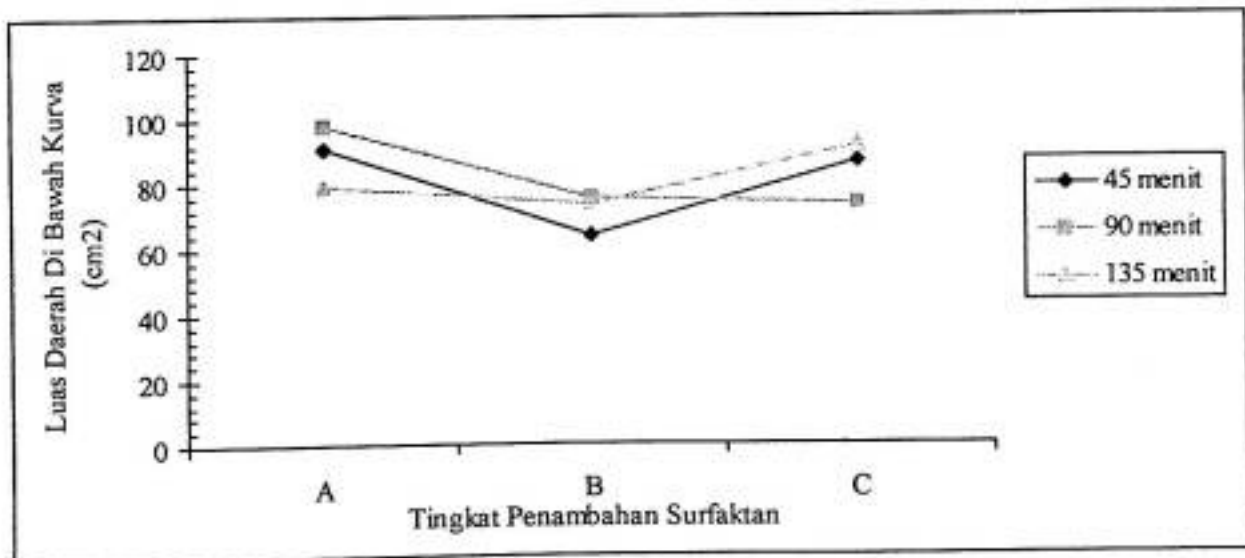


Grafik hubungan antara tingkat penambahan surfaktan GMS dengan Ekstensibilitas pada substitusi tepung sorgum 20 %.

Lampiran 8.

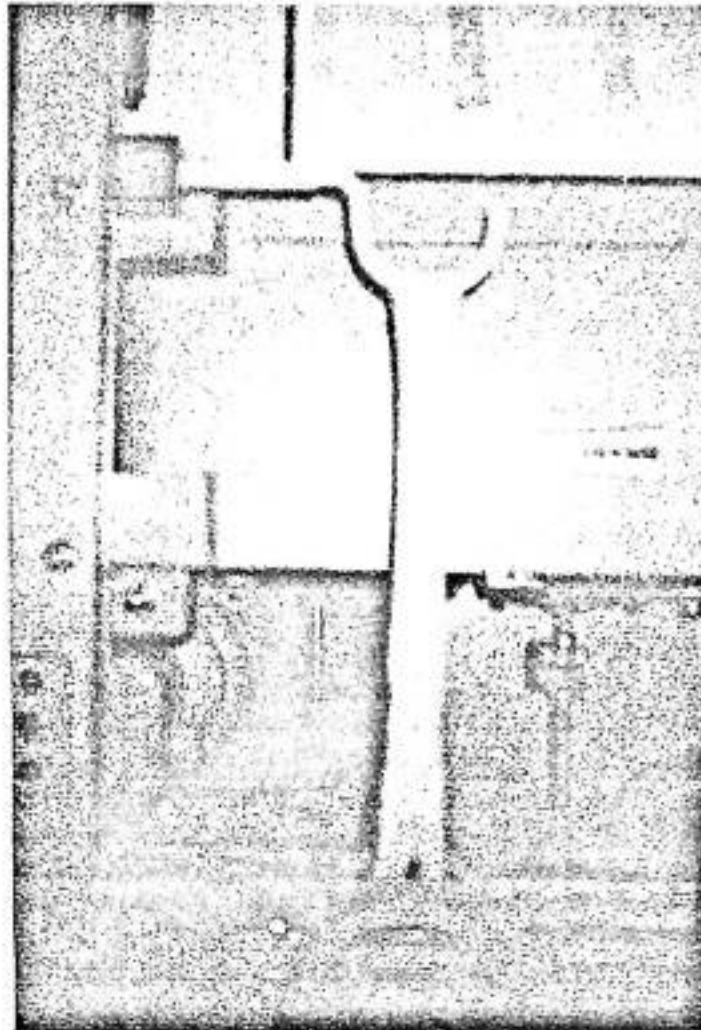


Grafik hubungan antara tingkat penambahan surfaktan GMS dengan rasio R'_s/E pada substitusi tepung sorgum 20 %.

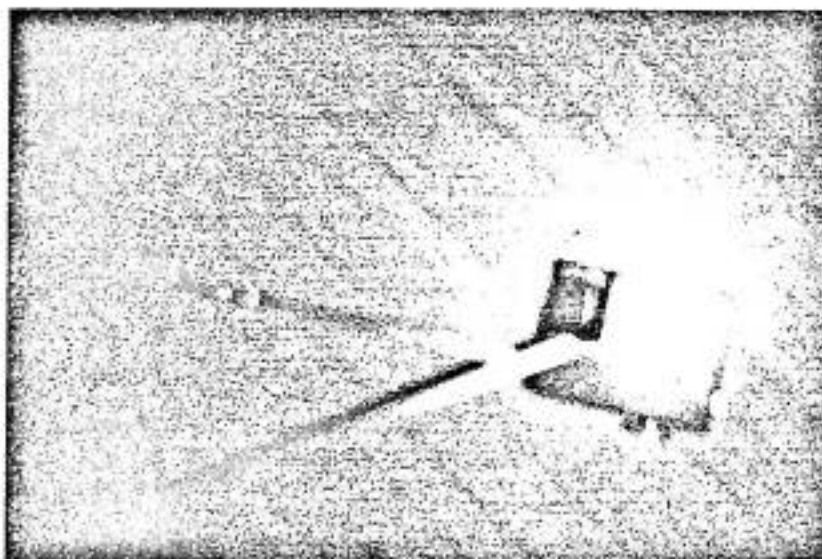


Grafik hubungan antara tingkat penambahan surfaktan GMS dengan luas daerah di bawah kurva pada substitusi tepung sorgum 20 %.

Lampiran 10.



Gambar adonan pada saat diregang



Gambar planimeter alat untuk mengukur luas daerah di bawah kurva (Energi)