

## PENGUKURAN STALING DENGAN FARINOGRAF UNTUK MENILAI KEMUNDURAN ROTI TAWAR

(MEASUREMENT OF STALING WITH FARINOGRAPH TO  
EVALUATE DECREASING BREAD QUALITY)

Indyah Sulistya Utami<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Farinograph is an instrument for wheat flour quality measurement relating to water absorption, mixing time and dough stability parameters. During storage of wheat bread several sensory properties change resulting in hardening altered crumbility, usually called staling. This change was measurable by monitoring the water absorption behaviour.

This research was an effort to answer the question whether farinograph could be used for monitoring the changing of bread staling during storage as indicated by sensory evaluation. The bread was made of wheat flour, shortening, sucrose, salt, skim milk and water at the portion of 100; 8; 4; 1.5; 3 and 0.3, respectively. The bread was vacuum-packed and stored at room temperature for 7 days, during which sub sample were taken every day for analysis. Maximum consistency measurement by farinograph with modified measurement requirements was chosen as staling indicator. Softness and crumbliness was measured by trained panels.

The results showed that a sample consisting of 200 gram and 100 ml or 110 ml water should be used. Addition of 100 ml water resulted in correlation coefficient of -0.91 between consistency and softness and a coefficient correlation of -0.86 between consistency and crumbliness. However, the addition of 110 ml water resulted in a correlation -0.91 and -0.86, respectively. It was concluded that the farinograph could be used for staling measurements reflecting the decrease on sensory characteristics of bread (softness and crumbliness)

Key words : Farinograph, bread staling

### PENDAHULUAN

Farinograf merupakan alat yang digunakan untuk menilai kualitas terigu, antara lain untuk mengetahui kemampuan absorpsi air, waktu pencampuran dan stabilitas adonan yang dapat diketahui dari farinogramnya. Farinogram diperoleh dari respon adonan dalam hal ini terigu dan air terhadap gaya yang diberikan selama pencampuran pada suhu dan jangka waktu tertentu sebagai konsistensi yang dinyatakan dalam BU (Brabender Unit). Respon tersebut dipengaruhi oleh komposisi adonan, sifat

komponen dan reaksi yang terjadi antara komponen komponen dalam adonan selama pencampuran.

Penggunaan air untuk mengukur kualitas terigu dengan farinograf menurut (D'Appolonia dalam D'Appolonia dan Kunerth 1984) bervariasi antara 60-70% dari berat tepung, tergantung pada varietas gandumnya, untuk mencapai puncak konsistensi 500 BU (Brabender Unit). Pengukuran akan menghasilkan farinogram seperti Gambar 1 dan dari farinogram tersebut dapat diketahui stabilitas adonan, waktu untuk mencapai puncak konsistensi, dan nilai valorimeter.

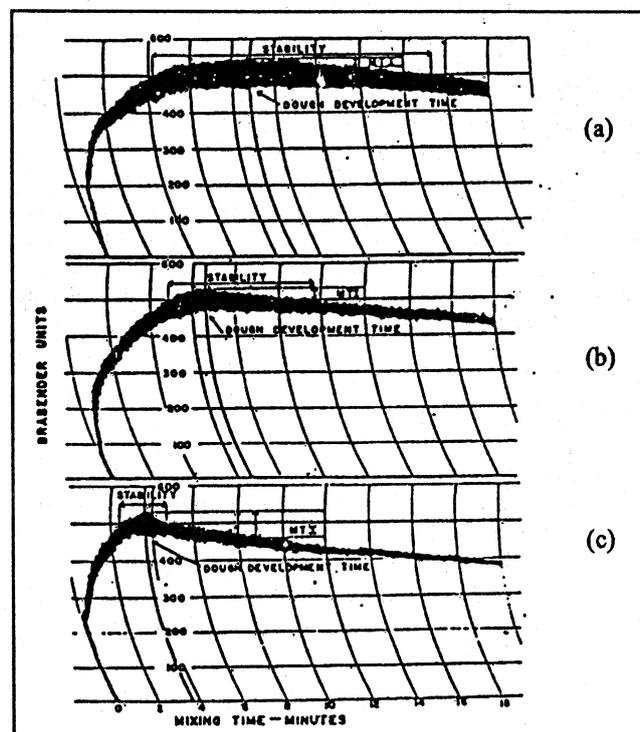


Fig 1. Typical farinograms of flour samples with long (a), medium (b) and short (c) dough development time showing value for stability and mixing tolerance index.

<sup>1</sup> Staf Pengajar FTP-UGM, Yogyakarta

Roti tawar merupakan produk olahan terigu yang diproses melalui tahap pencampuran, fermentasi dan pemanggangan. Segera setelah tahapan proses pemanggangan roti mulai mengalami perubahan yang disebabkan terjadinya retrogradasi molekul-2 pati yang telah mengalami gelatinisasi dengan melepaskan molekul air membentuk semacam kristal. Pada molekul amilopektin proses pembentukan gel dan retrogradasi lebih lambat dibandingkan pada amilosa (Zoble dalam Whistler dkk, 1984). Lineback dan Wongsrikasem (1980) menyatakan peristiwa retrogradasi ditandai dengan hilangnya kejernihan gel. Pada roti tawar secara fisik/sensoris makin lama menjadi makin keras dan meremah, disebut dengan *staling*. Dari segi nutrisi dan keamanan masih layak untuk dikonsumsi, namun dari segi mutu/sensoris hal ini merupakan kemunduran.

Peristiwa retrogradasi dapat diikuti melalui perubahan pati terlarut, kemudahan dipecah oleh enzim amilase, dan perubahan absorpsi air (Pomeranz dalam Kramer dan Twigg, 1973). Cara-cara tersebut memerlukan waktu relatif lama dan biaya tinggi. Apabila roti roti dicampur dengan air, maka terjadi interaksi air dengan komponen yang ada dalam roti, membentuk campuran dengan konsistensi tertentu. Komponen tertinggi di dalam roti tawar adalah pati yang mengalami perubahan sifat (retrogradasi) sejalan dengan waktu, sehingga mempengaruhi nilai konsistensi campuran roti dan air. Sementara itu komponen lain seperti gula, lemak dan protein relatif stabil dibandingkan dengan pati yang telah mengalami gelatinisasi.

Dengan dasar pemikiran tersebut, perubahan sifat pati dapat diikuti melalui pengukuran campuran roti tawar dengan air pada perbandingan tertentu dengan farinograf. Respon yang muncul sebagai farinogram kemungkinan mempunyai pola yang berbeda dibandingkan dengan respon adonan terigu dan air, sehingga parameter apa yang dapat dijadikan tolok ukur perubahan *staling* dapat ditentukan berdasarkan interpretasi farinogram. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk memastikan apakah farinograf dapat dipakai untuk mengikuti perubahan sifat roti tawar selama penyimpanan.

## METODE PENELITIAN

### Pembuatan Roti Tawar

Satu seri roti tawar masing masing terdiri dari 8 loaf roti dibuat dengan formula sebagai pada Tabel 1 dan cara pembuatan pada Gambar 2. Roti dikemas dengan bahan pengemas kedap udara dan vakum dan disimpan dalam eksikator. Pada hari ke 0 s/d 7 roti setiap hari dianalisis dengan farinograf.

Table 1 : Bread Formula

Ingredient	Proportion (gram)
Wheat Flour	100
Sucrose	4
Salt	1,5
Shortening	8
Skim milk powder	1,5
Yeast	3
Water	65
Kalsium propionat	0,3

Source: Matz, 1972

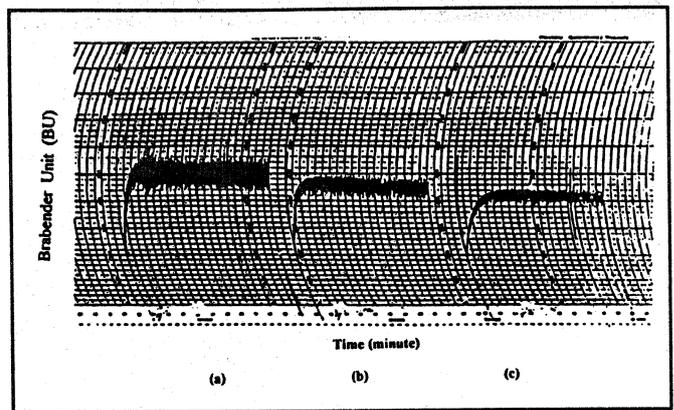


Fig. 2. Farinograms of bread staling measurement using 90 (a); 100 (b) and 110 (c) ml of water

Dua seri roti yang lain (seri kedua dan ketiga) dibuat dengan cara yang sama, satu seri digunakan untuk analisis kadar air dan jumlah mikrobia selama penyimpanan. Analisis kadar air dan jumlah mikrobia dimaksudkan untuk mengetahui bahwa perubahan yang terjadi benar disebabkan oleh retrogradasi. Satu seri roti lainnya dibuat untuk analisis sifat tekstural secara sensoris.

### Penentuan Kondisi Pengukuran Staling Dengan Farinograf

Pengukuran *staling* berdasarkan analisis penyerapan air dengan farinograf menurut AACC (1984) dengan modifikasi, didahului dengan mencari besarnya sampel roti dan penggunaan/penambahan air yang tepat untuk dapat mencapai konsistensi maksimum yang paling mendekati 500 BU, ketebalan farinogram sekitar 20 BU dan perkiraan bahwa semua perubahan yang terjadi dapat terbaca pada farinogram. Jika sudah diperoleh farinogram yang memenuhi syarat, diinterpretasi untuk menentukan parameter apa yang akan dijadikan tolok ukur hasil pengukuran

Cara analisis :

- Analisis kadar air menggunakan metode gravimetri menurut AOAC (1984).
- Jumlah mikrobia dalam roti selama penyimpanan dengan TPC (SII. 2461-90)
- Analisis sifat tekstural meliputi kelunakan dan sifat meremah secara sensoris dengan uji pembedaan dengan 10 panelis terlatih (Bourne, 1982).

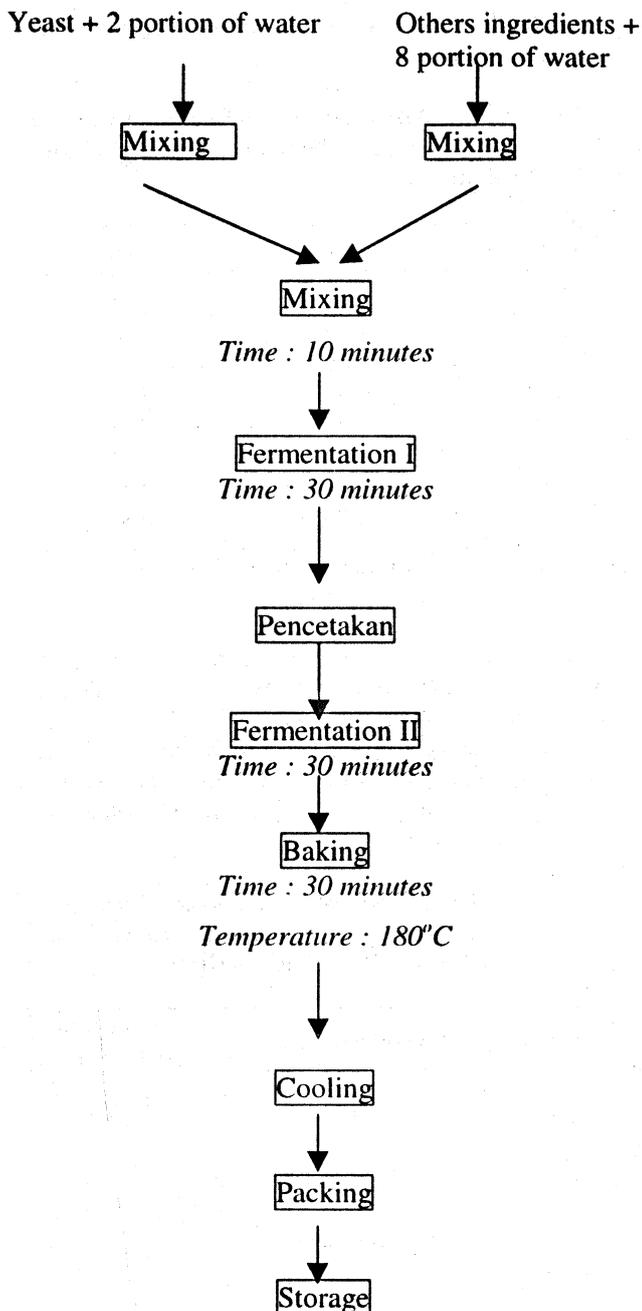


Figure 3 : Bread Making Method.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan Kondisi Pengukuran dan Interpretasi Farinogram

Penggunaan air untuk pengukuran sifat adonan terigu sebesar 60-70% berat terigu, termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan berat sampel (terigu) 300 gram. Roti dengan berat yang sama tidak dapat tertampung dalam *bowl* farinograf karena roti mempunyai densitas yang rendah, sehingga digunakan sampel sebesar 200 gram. Apabila digunakan persentase air yang sama pada pengukuran roti tawar dengan farinograf, diperoleh puncak

konsistensi sangat rendah yaitu sekitar 30 BU. Penggunaan air 90, 100 dan 110 ml (termasuk air yang dikandung roti dari hasil analisa kadar air) untuk tiap 200 gram roti dapat dicapai konsistensi maksimum sekitar 500 BU. Besarnya penyerapan air pada terigu dan roti tawar ditentukan oleh komponen yang berlainan. Pada terigu komponen yang dominan menyerap air adalah protein terutama protein pembentuk gluten dan granula pati yang mengalami kerusakan selama penggilingan gandum (Daniels dalam Duckworth 1975; Lorenz dalam D'Appolonia dan Kunerth, 1984). Jika terigu dibuat roti tawar, protein mengalami denaturasi dan koagulasi, sementara pati mengalami gelatinisasi.

Penyerapan air pada roti lebih ditentukan oleh komponen pati, karena protein yang telah mengalami koagulasi bersifat tidak menyerap air sedangkan pati mengalami proses retrogradasi segera setelah keluar dari pemanggangan (Lineback & Wongsrikasem, 1980; Faridi dan Rubenthaler, 1984) dan retrogradasi menyebabkan menurunnya penyerapan air. Gambar 3 menunjukkan bahwa pada penggunaan air 90 mililiter konsistensi maksimum dapat mencapai 500 BU, namun vibrasi pada farinogramnya melebihi ketentuan, yaitu di atas 40 BU, terlihat dari ketebalan kurva farinogram. Makin besar penggunaan air konsistensi maksimum yang dicapai dan vibrasi farinogram makin rendah. Farinogram mensyaratkan untuk pengukuran yang teliti ketebalan kurva tidak boleh lebih dari 20 BU. Oleh karena pengukuran diarahkan pada roti yang sudah mengalami *staling*, maka penggunaan air 90 ml tidak dilanjutkan lagi pada percobaan berikutnya. Sementara itu penggunaan air di atas 110 ml dikhawatirkan menghasilkan konsistensi maksimum terlalu rendah, sehingga yang dipakai adalah penggunaan air 100 ml dan 110 ml. Hal ini untuk menjamin bahwa semua hasil pengukuran roti dari hari ke-0 sampai hari ke-7 dapat masuk dalam nilai rentang yang dipersyaratkan.

Pada pengukuran adonan terigu, seluruh air harus masuk dalam waktu 25 detik bersamaan dengan pengadukan dan pencatatan. Jika hal yang sama dilakukan pada pengukuran roti tawar, farinogram yang terbentuk pada detik detik pertama sangat tidak beraturan, karena kecepatan penyerapan air pada detik detik awal sangat lambat dibandingkan penyerapan air oleh terigu. Oleh karena itu pencatatan pada pengukuran *staling* roti tawar dilakukan setelah adonan roti tawar homogen dan itu dicapai pada 30 detik pencampuran.

Selama pengadukan terbentuk panas karena gesekan molekul molekul dalam *bowl* maupun gesekan antara adonan dengan *bowl* dan adonan dengan pengaduk (*blade/sudu*) yang dapat menyebabkan kenaikan suhu adonan. Perubahan suhu dapat mempengaruhi konsistensi. Oleh karena itu pengukuran dilakukan pada suhu tetap yaitu 30°C dengan menghidupkan termostat.

Pada pengukuran adonan roti tawar kurva yang diperoleh tetap stabil setelah mencapai puncak konsistensi sampai waktu 10 menit (Gambar 3), sementara adonan terigu kurvanya menurun dan penurunannya tergantung pada kualitas terigu (Gambar 1). Endo dkk (1985) menyatakan bahwa selama pencampuran adonan (terigu

dan air) oleh farinograf, terjadi penurunan kandungan lipida bebas yang sejalan dengan kenaikan absorpsi air. Hal yang sama kemungkinan juga dapat terjadi pada pengukuran *staling* pada roti. Terlihat jelas bahwa pada pengukuran *staling* roti tawar yang dapat diamati adalah puncak konsistensi. Oleh karena itu, puncak konsistensi yang dicapai pada penambahan air 100 dan 110 ml digunakan untuk tolok ukur *staling* roti tawar.

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa pengukuran *staling* roti tawar dapat dilakukan pada suhu 30°C, dengan adonan yang dicampur terlebih dahulu selama 30 detik dalam *bowl* oleh farinograf dengan penggunaan air 100 ml atau 110 ml per 200 gram roti termasuk air yang terkandung dalam roti. Pencatatan dilakukan setelah 30 detik dan diakhiri setelah 10 menit.

### Pengujian Ketepatan Pengukuran Staling dengan Farinograf

Untuk memastikan apakah pengukuran adonan roti tawar dan air dapat dipakai untuk mengukur *staling*, maka mulai hari ke-0 sampai dengan hari ke-7 setiap hari dilakukan pengukuran *staling* roti tawar dengan kondisi pengukuran yang telah dimodifikasi. Konsistensi maksimum yang dicapai (dibaca dari farinogram) kemudian dikorelasikan dengan penilaian kelunakan dan sifat meremahnya subyektif/indrawi. Konsistensi puncak yang diperoleh dari farinogram disajikan pada Tabel 2, dan penilaian kelunakan dan sifat meremah secara indrawi disajikan pada Tabel 3.

**Table 2 : Bread Staling Measurement by Farinograph During Storage**

Storage (day)	Maximum Consistency (BU)	
	110 ml water	100 ml water
0.	422,2	464,4
1.	253,3	317,7
2.	214,4	272,2
3.	193,3	223,9
4.	168,8	206,3
5.	165,3	213,8
6.	143,7	187,1
7.	130,3	182,2

Note: Average of three measurement

Baik pada penggunaan air 100 ml maupun 110 ml, turunnya puncak konsistensi akibat penyimpanan roti tajam hanya pada hari pertama. Pada hari-hari berikutnya penurunannya relatif kecil. Hal itu menunjukkan bahwa retrogradasi berjalan cepat pada hari pertama penyimpanan. Namun jika ditinjau dari sudut perdagangan roti tawar, biasanya roti mulai diperjual belikan sekitar 6-12 jam setelah pemanggangan dan ditarik kembali setelah tiga sampai tujuh hari, tergantung pada ada tidaknya pemakaian pengawet. Oleh karena itu, pengukuran kemunduran roti tawar juga harus dinilai secara subyektif/indrawi. Hasil penilaian kelunakan dan sifat meremah secara indrawi menunjukkan bahwa terjadi

penurunan kelunakan (makin keras) dan peningkatan sifat meremah roti tawar.

**Table 3 : Bread Softness and Crumbliness During 7 Days Storage Measured By Sensory Evaluation**

Day	Softness	Crumbliness
0	1,00	1,00
1	2,25	2,30
2	4,00	4,25
3	3,74	3,60
4	4,30	4,40
5	5,10	4,80
6	5,12	5,68
7	5,75	5,43

Note: Score 1 - 7 : 1, extremely soft and cohesive ; 7 hard and crumbly

Terlihat bahwa makin lama penyimpanan, roti makin keras dan makin meremah. Hal ini sejalan dengan penilaian secara obyektif dengan farinograf. Untuk membuktikan apakah pengukuran dengan farinograf tersebut dapat menggambarkan penilaian secara indrawi, maka dengan mengkorelasikan keduanya diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.

**Table 4 : The Relationship Between Firmness/ Crumbliness (Sensory Value) and Maximum Consistency (BU)**

Objektive	Subyektive/sensory	Corelation Coefficient (r)
Consistency (100 ml water)	Softness	-0,91
	Crumbliness	-0,89
Consistency (110 ml water)	Softness	-0,91
	Crumbliness	-0,86

Koefisien korelasi dipakai untuk menyatakan keakuratan pengukuran (Kramer dan Twig, 1966). Tabel 6 menunjukkan bahwa pengukuran *staling* dengan farinograf dapat dipakai untuk menilai kemunduran roti tawar selama penyimpanan. Prediksi nilai kelunakan melalui farinograf baik dengan penggunaan air 100 ml maupun 110 ml dapat memberikan ketepatan sebesar  $(r)^2 = 82,81\%$  sementara prediksi sifat meremah melalui farinograf dengan penggunaan air 100 ml dan 110 ml berturut turut 79,21% dan 73,96%.

### Perubahan Kadar Air Roti Selama Penyimpanan

Kadar air roti selama penyimpanan diikuti untuk digunakan dalam perhitungan penggunaan air untuk pengukuran oleh farinograf, artinya penggunaan air 100

atau 110 ml termasuk air yang terkandung dalam roti. Jika proses retrogradasi terjadi, maka terjadi pelepasan air, namun air ini tidak menguap karena roti dikemas dalam wadah kedap air/udara. Menurut Piazza dan Masi, 1995 walaupun terjadi retrogradasi, kadar air roti tidak berubah.

Di samping itu pengukuran kadar air juga untuk mengetahui bahwa perubahan kelunakan roti, memang hanya disebabkan oleh proses retrogradasi, bukan karena terjadi degradasi komponen roti yang menghasilkan air yang dapat terjadi karena aktifitas mikrobia. Ternyata bahwa kadar air selama penyimpanan 7 hari hampir tidak mengalami perubahan seperti terlihat pada Tabel 5.

**Table 5: Water Content of Bread During 7 Days Storage**

Day	Water Content (%)
0.	33,30
1.	34,47
2.	34,36
3.	33,82
4.	33,24
5.	33,95
6.	33,78
7.	33,06

Hal ini sesuai dengan penelitian Piazza dan Massi (1995) yang mengamati redistribusi air selama penyimpanan roti 300 jam. Bagian dalam/tengah roti kadar airnya menurun, sementara pada bagian kulit penurunannya tidak begitu nyata. Pernyataan itu diperkuat oleh penelitian Avital dkk (1990) yang mempelajari pengaruh MAP (Modified Atmosphere Packaging) terhadap *staling*, yang menunjukkan bahwa roti yang dikemas dengan sistem MAP lebih lunak dibandingkan yang dikemas biasa selama penyimpanan 10 hari. Hal ini menunjukkan bahwa ada migrasi air dari bagian dalam roti ke bagian luar, namun tidak dapat menguap. Salah satu kemungkinan terjadi perubahan kadar air adalah jika terjadi aktifitas mikrobia yang menyebabkan perombakan komponen yang ada dalam roti dan menghasilkan molekul air.

Hasil monitoring mikrobia pada roti tawar selama disimpan menunjukkan tidak ada aktivitas yang begitu nyata seperti terlihat pada Tabel 6.

**Table 6 : Mikrobial Growth During Storage**

Day	Bakteri	CFU/gram	
		Yeast	Mold
0.	-	-	-
1.	-	-	-
3.	-	-	-
4.	2,5 x 10	-	-
5.	7,05 x 10	4,2 x 10	-
7.	3,55 x 10	3,6 x 10	-

Note : - Not Detectable

Menurut Matz (1972) dan Catchchart dalam Jacob (1951) kontaminasi mikrobia dapat terjadi segera setelah roti keluar dari oven. Kontaminan dapat berasal dari bahan pengemas, pisau pemotong, peralatan lain yang kontak dengan roti maupun dari udara bebas. Oleh karena itu pertumbuhan mikrobia dimulai dari bagian luar/kulit dan berkembang masuk bagian dalam roti.

## KESIMPULAN

Farinograf dapat dipakai untuk mengukur *staling* roti tawar dengan tata cara mengikuti AACC (American Assosiation of Cereal Chemists) dengan modifikasi sebagai berikut :

1. Sampel yang digunakan sebesar 200 gram roti tawar, dipreparasi dengan dihancurkan, kemudian dimasukkan dalam *bowl* farinograf.
2. Air sejumlah 100 ml atau 110 ml dikurangi air yang ada dalam roti dimasukkan dalam *bowl* melalui buret bersamaan dengan menghidupkan farinograf sehingga pengadukan terjadi. Ini dilakukan selama 30 detik. Pengadukan diteruskan selama 10 menit sambil menghidupkan recorder sehingga diperoleh farinogram. Konsistensi maksimum yang dicapai (BU) dapat dibaca dari farinogramnya.
3. Pengukuran dilakukan pada suhu konstan 30°C.

Penilaian konsistensi roti tawar dengan farinograf untuk memprediksi kelunakan mempunyai ketelitian lebih tinggi dibandingkan dengan untuk memprediksi sifat meremahnya.

## Saran :

Bagi yang akan menggunakan metode pengukuran ini, jika menggunakan formula roti tawar dan cara proses berbeda, seyogyanya ditinjau ulang korelasinya, agar validitas pengukurannya terjamin, sebab ada kemungkinan nilai korelasinya sama namun proporsi perubahannya berbeda.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Fakultas Teknologi Pertanian yang telah memberikan dana penelitian dan kepada para panelis untuk uji indrawi/sensoris yaitu saudara Avianita, Puji H, Naniek R, Retna Wikanti, Dinarsanti, Ichda, Rosiyana, Chris, Novi dan Aisyah .

## DAFTAR PUSTAKA

- Avital.Y., Mannheim.C.H., and Miltz.J. 1990. Effect of Carbon Dioxide Atmosphere on Staling and Water Retention in Bread. *JFS* 55 (2) :
- Bourne, M.C. 1982. Food Texture and Viscosity : Concept and Measurement. Page 256-257. Academic Press . New York-London.
- D'Appolonia,B.L. (Types of Farinograph Curve and Factors Affecting Them) dalam D'Appolonia,B.L. and Kunerth, W.H. 1984. The Farinograph Handbook. AACC, Inc. St Paul, Minnesota.

- Daniels, N.W.R. (Some Effects of Water in Wheat Flour Dough) dalam Duckworth, R.B. 1975. Water Relation of Food. Page 573-587. Academic Press. London - New York - San Fransisco.
- Endo, S., Tanaka, K., and Nagao, S., 1985. Studies on Dough Development II : Effect Of Mixing Apparatus and Mixing Speed on The Rheological and Analitical Properties of Heated Dough. Cereal Chemistry 62 (4) : 272-275
- Farridi, H.A., and Rubenthaler, G.L. 1984. Effect on Baking Time and Temperature on Bread Quality, Starch Gelatinisation and Staling of Egyptian Balady Bread. Cereal Chemistry 61 (2) : 151-154
- Kramer, A. and Twigg, B.A. 1966. Fundamental Of Quality Control For The Food Industry. Page 13. The AVI Publishing Co, Inc. Westport, Connecticut.
- Lineback, D.R., and Wongsrikasem, E. 1980. Gelatinisation of Starch in Baked Products. JFS 45 : 71-74
- Lorenz, K. (Spesial Uses and Technique Of The Farinograf) dalam D'Appolonia, B.L., and Kunerth, W.H. 1984. The Farinograph Handbook. AACC, Inc. St Paul, Minnesota.
- Matz, S.A. 1972. Bakery Technology and Engineering. The AVI Publishing Co, Inc. Westport, Connecticut
- Piazza, L. and Masi, P. 1995. Moisture Redistribution Through Out The Bread Loaf During Staling and Its Effects on Mecanical Properties. Cereal Chemistry 72 (3)
- Pomeranz, Y. (Cereal and Cereal Products) dalam Kramer, A. and Twigg, B.A. 1973 Quality Control for The Food Industry Vol II page 288. The AVI Publ, Co, Inc. Westport, Connecticut.
- Zoble, H.F. (Gelatinization on Starch And Mecanical Properties Of Starch Pastes) dalam Whistler, R.L., Bemiller, J.N. and Paschall, E.F. 1984. Starch : Chemistry and Technology. Academic Press, Inc. Orlando, Sandiego, New York