

# PEMBUATAN TEPUNG JAGUNG KUNING PRAMASAK DENGAN PROSES NIXTAMALISASI SERTA KARAKTERISASI PRODUKNYA

(PREPARATION OF INSTANT CORN FLOUR FROM NIXTAMALIZED YELLOW DENT MAIZE AND ITS CHARACTERIZATION)

Bangun P Nusantoro, Haryadi, Nursigit Bintoro, Purnama Darmadji<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*The nixtamalization process of maize is an ancient alkaline-temperature process commonly used in the production of maize-related food products. Whole maize grains are heated in a cooker with an alkaline solution. Then the cooked grains are washed with hot tap water and rested for a while to assure a better distribution of moisture within the maize grains. Unfortunately this nixtamalized maize is not done yet. This research investigates the appropriate cooking time and concentration of alkaline solution. Visual assessment, hardness and lightly to flatten on cooked grains are basis of decision. Afterward, the cooked grains are flattened into chips which could be function as by product. Instant corn flour is obtained by grounding dry chips with a hammer mill. Finally, chemical compositions and physicochemical properties of instant corn flour are evaluated to measure its quality.*

*The nixtamalized maize was done after cooking in 90 minutes at 3%w/w Ca(OH)<sub>2</sub> solution and yielded 89% instant corn flour. Resulted corn flour had moisture (10,67%), crude protein (9,15%), crude lipid (5,40%), ash (2,55%) and amylose (26,24%). The resulted data of physicochemical properties showed that instant corn flour had colour (L 84,23; a -0,12; b +24,50), bulk density (606 kg/m<sup>3</sup>), angle of repose (36,49°), swelling power (7,03 g/g), water holding capacity (617%) and digestibility 58,69% in 6 hours.*

**Keywords:** corn flour, nixtamalization, swelling power, WHC, digestibility.

## PENDAHULUAN

Ketahanan pangan menjadi isu sentral dalam bidang pertanian dan pembangunan nasional dewasa ini. Perwujudan ketahanan pangan tertuang dalam Undang-undang pangan (UU no.7 Tahun 1996) dan tercantum dalam GBHN 1999-2004. Undang-undang RI no.7 Tahun 1996 tentang Pangan mengamanatkan untuk mewujudkan ketahanan pangan (*food security*) yang didefinisikan sebagai kondisi terpenuhinya pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata dan terjangkau.

Masalah pangan yang dipertimbangkan secara serius adalah ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap makanan pokok yang berupa beras. Konsumsi beras dari tahun ke tahun semakin meningkat tanpa adanya kontribusi komoditas pangan lokal sebagai alternatif substituenya. Ada kecenderungan yang signifikan terhadap konsumsi terigu dalam bentuk olahan: mie, roti maupun biskuit sebagai alternatif beras di masyarakat, tetapi sayangnya

terigu merupakan produk impor yang tidak bisa dihasilkan secara swadaya. Diversifikasi pangan pokok non beras yang berasal dari sumber pangan yang potensial tumbuh di Indonesia perlu dilakukan sebagai upaya untuk menghindari terjadinya krisis pangan.

Salah satu komoditi pangan lokal yang dapat dipergunakan sebagai sumber karbohidrat yang potensial untuk pengganti alternatif beras dan gandum adalah jagung. Potensi jagung dalam hal produktivitasnya memberi harapan besar. Hal ini didukung oleh faktor-faktor: luas lahan kering di Indonesia sangat besar, tanaman jagung tidak banyak memerlukan syarat budidaya, umur produksi yang pendek maupun mutu gizinya yang mirip dengan padi-padian lain. Selama ini jagung dimanfaatkan untuk pakan dan kurang banyak digunakan sebagai pangan.

Salah satu usaha untuk memanfaatkan jagung bagi kebutuhan pangan adalah dengan pembuatan tepung jagung pramasak menggunakan proses nixtamalisasi. Nixtamalisasi merupakan proses pemasakan jagung dengan menggunakan larutan alkali. Menurut Rooney dan Sena Salvidar (1987), tujuan pemasakan dengan alkali adalah untuk memperbaiki rasa, gelatinisasi pati dan penyerapan air, serta mengeluarkan sebagian lembaga dan perikarp dari biji jagung.

Karakterisasi tepung jagung pramasak diperlukan untuk mengetahui komposisi kimia dan sifat fisik dari tepung jagung pramasak yang diolah. Dengan mengetahui karakter tepung jagung pramasak yang kemudian juga dibandingkan dengan tepung beras dan tepung terigu, data yang diperoleh diharapkan dapat digunakan sebagai acuan bagi industri dan masyarakat untuk memanfaatkan tepung jagung secara luas sebagai substituen tepung beras dan tepung terigu.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi proses perebusan biji jagung, kondisi pembuatan tepung jagung pramasak, serta melakukan karakterisasi tepung jagung pramasak yang meliputi komposisi kimia dan sifat fisiknya. Karakteristik tepung jagung yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan tepung beras dan terigu.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan penelitian

Bahan berupa jagung pipil kuning yang tersedia di pasaran dibeli dari agen pengepul. Bahan-bahan kimia untuk pembantu proses maupun untuk analisa dibeli dari agen terdekat.

<sup>1</sup> Staf pada Fakultas Teknologi Pertanian, UGM. (e-mail: [bpnusantoro@ugm.ac.id](mailto:bpnusantoro@ugm.ac.id))

## Metode

### Penentuan lama dan suhu pemasakan jagung

Jagung dimasak dengan variasi kadar kapur (1%-5%b/b) dengan variasi lama pemasakan (60-120 menit). Hasil pemasakan jagung ditentukan berdasar kematangan jagung, yaitu tampak bening di seluruh bagian dan dapat dipipihkan. Penilaian parameter proses pemipihan menggunakan uji tekstur menggunakan alat Lloyd MTM 1000 S.

### Pembuatan tepung jagung pramasak

Jagung masak dicuci dengan air pada suhu 60° C (Toro-Vazquez dan Gomez-Aldapa, 2001), dipipihkan, dikeringkan, digiling, diayak, untuk mendapatkan fraksi-fraksi tepung lolos 60 mesh dan berasan jagung. Menir yang berukuran lebih kecil dari berasan digiling lagi hingga diperoleh tepung semuanya.

### Analisis komposisi kimia tepung jagung pramasak

Dilakukan serangkaian pengujian terhadap komposisi kimia dari tepung jagung yang diperoleh serta tepung beras dan tepung gandum sebagai pembanding, yang meliputi: kadar air dengan metode thermogravimetri (AOAC, 1970); kadar abu (AOAC, 1970); kadar protein dengan metode mikro kjeldahl (AOAC, 1970); kadar lemak dengan metode Soxhlet (AOAC, 1970) dan kadar amilosa (Juliano, 1971).

### Karakterisasi sifat fisiokimia tepung jagung pramasak

Dilakukan serangkaian pengujian terhadap sifat fisiokimia dari tepung jagung yang diperoleh serta tepung beras dan tepung gandum sebagai pembanding, yang meliputi: warna dengan Chromameter (Minolta tipe CR-200); *bulk density*

(Wang and Kinsella, 1976); *angle of repose* (Boumans, 1985); viskositas dengan viscotester VT 03E dan VT 04E dilengkapi dengan magnetic stirer dan heater; *swelling power* (Mc Cormick *at al.*, 1991); kapasitas pengikatan air / *Water Holding Capacity* (Kim and Seib, yang dimodifikasi, 1993); *digestibility* (Genyi *at al.*, 1952).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Penentuan lama dan suhu pemasakan jagung*

Perlakuan pemanasan dengan alkali menyebabkan terjadinya pemecahan struktur senyawa selulosa-hemiselulosa-lignin, yang tergantung pada komposisi bahannya (Martinez, 2001). Perubahan selama pemasakan dengan larutan kapur meliputi pelemahan dinding sel yang akan memfasilitasi penghilangan perikarp dan pembengkakan granula pati pada seluruh bagian biji (Gomez, 1989). Larutan alkali akan mendegradasi komponen dinding sel yang berakibat pada penghilangan perikarp dan struktur endosperm yang lebih lunak (Trejo Gonzales, 1982), dan juga akan berakibat pada difusi air dan ion kalsium kedalam granula pati yang terdapat pada bagian dalam biji (Gomez, 1989). Tingkat kelunakan jagung pada berbagai konsentrasi penambahan kapur pada proses perebusan terlihat seperti pada Tabel 1.

**Table 1. Breaking strength of nixtamalized maize at various cooking time and various concentration of Ca(OH)<sub>2</sub> solution**

Cooking time (minutes)	Breaking strength (N/mm <sup>2</sup> ) of nixtamalized maize				
	1%	2%	3%	4%	5%
60	1.76	1.68	1.00	1.32	1.17
75	1.51	1.32	0.69	1.06	0.88
90	1.32	0.70	0.60 <sup>*)</sup>	0.82	0.59 <sup>*)</sup>
105	1.17	0.54	0.52 <sup>*)</sup>	0.57 <sup>*)</sup>	0.52 <sup>*)</sup>
120	0.69	0.39	0.53 <sup>*)</sup>	0.46	0.44

\*) the nixtamalized maize was done.

Degradasi perikarp jagung akan memudahkan masuknya larutan kapur kedalam biji jagung (Gomez, 1989). Semakin lama dan semakin tinggi suhu perebusan akan menyebabkan lemahnya ikatan hidrogen pada pati sehingga air akan semakin banyak terserap oleh granula pati. Dari Tabel 1 diketahui bahwa pembuatan tepung jagung dapat dibuat seefisien mungkin dengan merebus biji jagung selama 90 menit dengan konsentrasi kapur sebesar 3%.

### *Pembuatan tepung dan nasi jagung pramasak*

Tepung jagung dibuat dengan memodifikasi proses pengolahan menggunakan basa dari air kapur. Serangkaian proses disusun dari penerimaan jagung pipil sampai pengayakan untuk mendapatkan hasil tepung dengan ukuran yang seragam. Hasil pengukuran rendemen dengan kondisi proses yang telah ditentukan terlihat seperti pada Tabel 2.

**Table 2. Material balance on the instant corn flour processing**

Process	Feed		Product	
	Material	Quantity	Material	Quantity
Sorting	-	-	-	-
Drying I			Maize grains Bj: 1.0559 g/ml Ka: 17.63%	1000 g
Cooking	Maize grains	1000 g	Cooked maize grains Bj: 1.1234 g/ml Ka: 58.33%	1855.8 g
Washing	Cooked maize grains	1855.8 g	Cooked maize grains	1855.8 g
Flattening	Cooked maize grains	1855.8 g	Chips (wet) Bj: 1.36 g/ml Ka: 25.8%	1282.5 g
Drying II	Chips (wet)	1282.5 g	Chips (dry) Ka: 12%	896.5 g
Milling <sup>*)</sup>	Chips (dry)	896.5 g	Flour < 80 mesh 60 – 80 mesh > 60 mesh	110.5 g 312 g 474 g

<sup>\*)</sup> Using Hammer Mill

Dari Tabel 2 diketahui bahwa rendemen untuk tepung jagung mencapai 89%. Kelebihan dari proses ini adalah bisa didapatkannya produk antara yang bernilai ekonomis, yaitu emping jagung. Saat ini emping jagung

cukup dikenal di masyarakat sebagai makanan ringan. Sedangkan kelemahannya adalah masih dihasilkannya limbah cair yang cukup besar dengan kandungan senyawa organik yang tinggi.

**Analisis komposisi kimia tepung jagung kuning pramasak**

**Table 3. Chemical compositions of instant corn flour, rice flour and wheat flour**

Compositions	Instant corn flour	Rice flour	Wheat flour
Moisture (%db)	10.67	14.94	13.88
Crude protein (%db)	9.15	9.66	11.72
Crude lipid (%db)	5.40	0.29	0.85
Ash (%db)	2.55	1.79	2.18
Amylose (%db)	26.24	15.73	17.59

Dari Tabel 3 diketahui bahwa kadar lemak tepung jagung jauh lebih tinggi daripada tepung terigu dan tepung beras. Kadar lemak tepung jagung yang tinggi ini disebabkan oleh selama pembuatan tepung jagung tidak dilakukan penghilangan lembaga jagung. Menurut Kulp *at al.* (2000), kadar lemak pada lembaga biji jagung mencapai 32-35%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kent dan Amos (1967) bahwa tepung jagung mempunyai kandungan minyak yang tinggi sehingga sebagai pencegahan ketengikan selama penyimpanan, bagian lembaga yang mempunyai kandungan minyak tinggi dihilangkan dengan pelepasan. Dalam ekstraksi pati jagung, bagian lembaga yang kaya minyak biasanya dikeringkan, diekstraksi dan digunakan sebagai persediaan minyak untuk pembuatan sabun. Tingginya kadar lemak tepung jagung kuning menyebabkan selama proses penyimpanan dalam waktu lama tepung jagung akan lebih mudah tengik dibandingkan tepung beras dan tepung terigu karena adanya oksidasi asam lemak.

Kadar amilosa yang tinggi pada tepung jagung dibandingkan dengan tepung beras dan tepung terigu akan

berpengaruh terhadap sifat gel yang dihasilkan. Hal ini disebabkan kadar amilosa yang tinggi menyebabkan pati bersifat kurang lekat dan cenderung menyerap air lebih banyak (higroskopis) dan gel yang terbentuk akan bersifat kokoh. Hal ini sesuai dengan Horiuchi (1967) yaitu bahwa kandungan amilosa berkorelasi positif dengan ketegangan gel pati. Amilosa dapat membentuk gel dengan mudah karena struktur amilosa yang berantai lurus sehingga memudahkan pembentukan jaringan tiga dimensi (Meyer, 1960). Hal ini disebabkan molekul-molekul dengan rantai lurus akan membentuk jaringan yang lebih teratur dan lebih rapat dibandingkan dengan yang dibentuk oleh molekul-molekul bercabang (Collison, 1968). Sedangkan menurut Lii dan Chang (1981), semakin rendah kandungan amilosa, struktur gel yang terbentuk semakin lemah. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa gel yang terbentuk oleh tepung jagung akan bersifat lebih kokoh/kuat dibandingkan dengan gel yang terbentuk oleh tepung beras dan tepung terigu sehingga tepung jagung kuning lebih baik dikonsumsi dalam keadaan hangat.

**Karakterisasi sifat fisik tepung jagung kuning pramasak**

**Table 4. Colour, bulk density, angle of repose, WHC, swelling power and digestibility on instant corn flour, rice flour and wheat flour**

Physicochemical properties	Instant corn flour	Rice flour	Wheat flour
Colour : L	84.23	98.50	96.72
a.	-0.12	+0.14	-0.51
b.	+24.50	+1.89	+8.30
Bulk density (Kg/m <sup>3</sup> )	606	606	706
Angle of repose (°)	36.49	45.87	43.71
WHC (%)	617	611	778
Swelling power (g/g)	7.03	8.84	8.24
Digestibility (%)			
- 2 hours	38.82	32.30	39.23
- 4 hours	48.97	43.53	51.60
- 6 hours	58.69	46.12	58.74

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa tepung beras mempunyai derajat keputihan paling tinggi dibandingkan dengan tepung terigu dan tepung jagung, di mana tepung jagung mempunyai derajat keputihan paling rendah di antara keduanya. Akan tetapi, dari nilai a dapat diketahui bahwa tepung jagung kuning mempunyai derajat kuning paling tinggi dibandingkan tepung terigu dan beras. Artinya apabila dilihat dari urutan warna kuning tepung, tepung jagung kuning mempunyai intensitas warna kuning paling tinggi, kemudian tepung terigu dan intensitas warna kuning paling rendah adalah tepung beras. Intensitas warna kuning yang rendah dari tepung beras ditunjukkan dengan nilai L yang mendekati nilai 100 dan nilai a yang kecil sehingga lebih tepat dikatakan bahwa tepung beras mempunyai warna yang paling putih diantara ketiganya.

*Bulk density* merupakan densitas dari bahan pangan yang terdapat di dalam wadah. Densitas sendiri diartikan sebagai besarnya massa bahan pangan dibagi dengan isinya. Besarnya *bulk density* dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain sifat permukaan bahan, cara pengukuran, ukuran bahan, bentuk dan geometri bahan, serta bentuk wadah dan padatan (Lewis, 1987).

*Angle of repose* tepung jagung lebih kecil dibandingkan dengan tepung terigu dan tepung beras kemungkinan berhubungan dengan kadar air tepung jagung yang lebih kecil daripada tepung terigu dan tepung beras. Semakin kecil kadar air bahan, maka semakin mudah mengalir suatu bahan sehingga *angle of repose*-nya semakin rendah. Hal ini disebabkan semakin rendah kadar air bahan, maka semakin kecil gaya kohesi antar partikel bahan (non-kohesif) sehingga kemampuan untuk memadatnya semakin rendah, akibatnya bahan semakin mudah untuk mengalir. Menurut Boumans (1985), peningkatan pemadatan bahan biasanya mengurangi kemampuan bahan untuk mengalir, sedangkan *angle of repose* yang semakin rendah maka semakin mudah mengalir suatu bahan. Kemampuan alir suatu bahan akan menentukan tipe sistem penanganan dan komponennya (Boumans, 1985).

WHC dari tepung jagung lebih rendah dari WHC tepung beras dan tepung terigu. Kandungan lemak yang tinggi pada tepung jagung dapat mengurangi WHC tepung jagung karena adanya lemak dalam bahan dapat mengurangi penyerapan air (Dekie, 1988). Hal ini disebabkan lemak akan menghalangi kontak air-protein karena lemak menyelubungi protein. Lemak bersifat non polar akan menolak air yang bersifat polar. Kapasitas penyerapan air tepung jagung yang lebih rendah dari tepung beras dan tepung terigu ini kemungkinan juga dipengaruhi oleh

kandungan amilosa dalam tepung. Dari Tabel 3 diketahui bahwa kadar amilosa tepung jagung lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu dan tepung beras. Hal ini disebabkan struktur kompak yang terbentuk tidak dapat menyebabkan granula melakukan penyerapan air karena molekul amilopektin yang mempunyai tingkat irregularitas atau tingkat percabangan maupun heterogenitas gula penyusun molekul tinggi, mempunyai kemampuan untuk cepat larut sehingga molekul air dengan mudah dapat berinteraksi dengan gugus hidroksil gugus gula penyusun rantai tersebut.

*Swelling power* dari tepung jagung lebih rendah dari *swelling power* tepung terigu dan tepung beras. Hal ini kemungkinan berhubungan dengan lebih tingginya kandungan amilosa dari tepung jagung dibandingkan dengan tepung terigu dan tepung beras. Kekompakan granula-granula pati berpengaruh terhadap kesulitan granula untuk menggelembung. Kekompakan granula-granula pati tergantung pada perbandingan berat kandungan amilosa dan amilopektin serta sumber tumbuhannya (Haryadi, 1999). Daerah pada granula pati yang bangunannya kompak sukar ditembus oleh pengaruh dari luar, misal air, enzim, dan bahan kimia. Sedikit air mungkin masuk ke dalam granula melalui daerah-daerah amorf tetapi tidak demikian pada daerah kristalin yang kompak sehingga daerah tersebut terhindar dari pengelembungan.

*Digestibility* dari bahan pangan merupakan tingkat di mana bahan pangan tersebut mampu diadsorbsi ke dalam aliran darah dan berguna bagi tubuh. Makanan yang tidak tercerna merupakan sesuatu yang tidak dapat diadsorbsi secara tepat dan hanya terbuang secara tidak berguna melalui sistem ekskresi di dalam tubuh (Kent-Jones dan Amos, 1967). Kandungan serat yang tinggi pada tepung jagung kuning dapat menurunkan *digestibility* dari tepung jagung kuning. Kandungan serat kasar pada tepung jagung mencapai 0,8%, tepung beras 0,3%, dan tepung terigu (untuk 80% ekstraksi jenis *white wheat*) 0,4% (Woot dan Wu, tanpa tahun). Menurut Snow dan O'Dea (1981) dalam Marsono (1998) bahwa, serat pangan dapat mempengaruhi pencernaan pati hanya bila serat tersebut menyebabkan penghalang secara fisik terhadap kontak enzim amilase terhadap pati. Kent-Jones dan Amos (1967) mengkorelasikan antara penurunan *digestibility* dengan peningkatan kandungan serat. Peningkatan serat sebesar 0,15% akan menyebabkan penurunan *digestibility* sebesar 1,1%. Selain itu juga dilaporkan bahwa peningkatan serat yang mencapai 0,2% menyebabkan penurunan *digestibility* sebesar 1,1%.

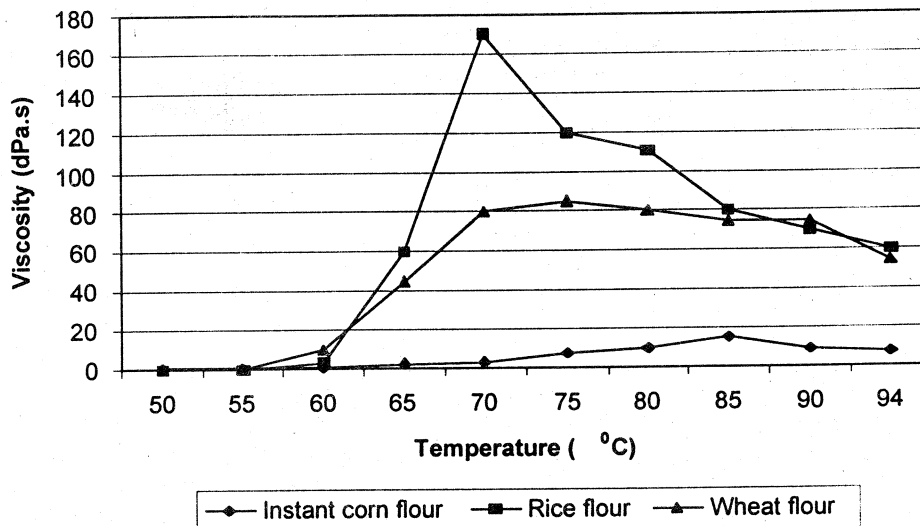


Figure 1. Viscosity of instant corn flour, rice flour and wheat flour suspension at various temperatures

Pada awal pemanasan, viskositas tepung jagung kuning lebih besar daripada tepung terigu dan tepung beras. Hal ini disebabkan oleh lebih tingginya kandungan amilosa tepung jagung kuning dibandingkan dengan tepung beras dan tepung terigu. Amilosa mempunyai rantai lurus yang memudahkan terbentuknya jaringan tiga dimensi. Antara molekul pati (amilosa dan amilopektin) terikat melalui ikatan hidrogen. Apabila dipanaskan dalam medium air, ikatan antara molekul pati menjadi lemah sehingga molekul air dengan mudah masuk di antara molekul-molekul pati dan terikat kuat serta terkurung membentuk jaringan tiga dimensi (Meyer, 1960). Dengan terbentuknya jaringan tiga dimensi ini, maka viskositas sistem dispersi pati-air meningkat (Kerr and Rapl, W., 1950). Akan tetapi seiring dengan kenaikan suhu, viskositas tepung jagung kuning menjadi lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu dan tepung beras. Demikian juga dengan viskositas puncak yang dihasilkan oleh tepung jagung kuning lebih rendah dari tepung terigu dan tepung beras.

#### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk perebusan adalah 90 menit dengan konsentrasi larutan kapur sebesar 3% b/b. Tepung jagung pramasak yang dihasilkan akan mempunyai rendemen sebesar 89%. Data analisis proximat tepung jagung pramasak menunjukkan: tepung jagung kuning pramasak mempunyai kadar protein 9,15(%db), kadar lemak 5,40(%db), kadar pati 69,78(%db), kadar amilosa 26,24(%db), kadar abu 2,55(%db) dan kadar air 10,67(%db). Sifat fisik tepung jagung kuning instant meliputi warna dengan nilai (L 84,23; a -0,12; b +24,50), bulk density 606 kg/m<sup>3</sup>, angle of repose 36,49°, swelling power 7,03g/g, WHC 617% dan digestability 58,69% selama 6 jam.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggara dengan pembiayaan RUSNAS Diversifikasi Pangan Pokok 2003, Kementerian Riset dan Teknologi. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada saudara Hagung Eko Pawoko dan Nurul Hidayati atas bantuan yang diberikan selama penelitian berlangsung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1970., *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemist*. Washington, D.C.
- Boumans, G., 1985., *Grain Handling and Storage*. Elsevier Science Publisher, Belgium.
- Collison, R., 1968., *Swelling and Gelation of Starch*. Di dalam Radley, J. A., 1984. *Starch and It's Derivatives, Vol. II Third Edition*. John Willey and Sons Inc., New York.
- Dekie Rawung, 1988., *Kajian Sifat Fungsional Tepung Pisang dan Tepung Campurannya*. Thesis S2, Fakultas Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Genyi, Z., Bruce R. H., 1998., *Low $\alpha$ -Amylase Starch Digestibility of Cooked Sorghum Flours and the Effect of Protein*. Cereal Chem. 75 (5) : 710-713.
- Gomez, M. H., McDonough, C. M. Rooney, L. W., and Waniska, R. D., 1989., *Changes in corn and sorghum during nixtamalization and tortilla baking*. J. Food Science 54: 330-336.
- Haryadi, 1999., *Hidrokoloid Gel*. Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UGM, Yogyakarta.
- Horiuchi, H., 1967., *Studes on the Cereal Starches*. Di dalam Houston, D. F., 1972. *Rice, Chemistry, and Technology*. American Association of Cereal Chemist. St. Paul, Minnesota.
- Juliano, B. O., 1971., *A Simplified Assay for Milled Rice Amylose*. The AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut.
- Kent-Jones and Amos, 1967., *Modern Cereal Chemistry*. Food Trade Press Ltd., London.

- Kerr and Rapl, W., 1950., *Chemistry and Industry of Starch*. Academic Press, New York.
- Kim, W. S., and Seib, P. A., 1993., *Apparent Restriction of Starch Swelling in Cooked Noodles by Lipids in Some Commercial Wheat Flours*. *Cereal Chemistry*, 70 (4) : 367-372.
- Kulp, K., Joseph, G., and Ponte, Jr., 2000., *Handbook of Cereal Science and Technology Cereal*. Second Edition, Revised and Expanded. Marcell Dekker Inc., New York-Basel.
- Lewis, M. J., 1987., *Physical Properties of Foods and Food Processing System*. Ellis Horwood Ltd., Chichester, England.
- Lii, C.Y., and Chang, S.M., 1981, *Characterization of Red Bean. Starch and Its Noodle Quality*. *Journal of Food Science*, volume 46.
- Marsono, Y. 1998., *Resistant Starch : Pembentukan, Metabolisme, dan Aspek Gizinya*, *Agritech*. 18 : 29-35.
- Martinez, R., Mendoza, S., Reguera, E., Ortiz, P. and de-la-Luz-Martinez, J., 2001, *Kinetic approach to nixtamalization of corn pericarp*, *Cereal Chem*. 78(5):107-110.
- McCormick, K. M., Panozzo, J. F., and Hong, S. H., 1991., *A Swelling Power Test for Selecting Potential Noodle Quality Wheats*. *Aust. J. Agric. Res.* 42 : 317-323.
- Meyer, C. N., 1960., *Food Chemistry*. Affiliated East, West Press Ltd., New York.
- Rooney, L. W. and Serna-Saldar, S. O., 1987., *Food uses of whole corn and dry milled fractions*. Pp. 399-429. In **Corn: Chemistry and Technology (S. A. Watson and Ramsted, P. E., ed.)**. AACC, St. Paul, MN.
- Toro-Vazquez, J. F. and Gomez-Aldapa, C. A., 2001., *Chemical and physicochemical properties of maize starch after industrial nixtamalization*. *Cereal Chem*. 78(5):543-550.
- Trejo-Gonzales, A., Feria Morales, A., Wild Altamirano, C., 1982., *The Role of Lime in the Alkaline Treatment of Maize and Tortilla Production, Modification of Proteins : Food, Nutritional, and Pharmacological Aspects*. Di dalam Whitaker, J. R., Feeney R. E. *Advance in Chemistry*. Am. Chem. Soc., Washington D.C.
- Woot-Tsuen, Wu Leung, (tanpa tahun). *Food Composition Table for Use in East Asia*. Part I. Food Policy and Nutrition Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations.