

# EVALUASI TEKNOLOGI TEPUNG INSTAN DARI JAGUNG BRONDONG DAN MUTUNYA

B.A.S. Santosa, Sudaryono dan S. Widowati

*Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian*

Jagung mempunyai potensi besar untuk ditingkatkan dan dikembangkan, baik sebagai bahan pangan, pakan maupun bahan baku industri. Salah satu bentuk pangan jagung adalah tepung jagung instan, yang merupakan salah satu bahan setengah jadi untuk bahan baku industri pangan dalam pengolahan lanjut. Dalam penelitian ini, tepung jagung instan dibuat dengan alat pembuatan brondong sebagai berikut: Empat ratus gram jagung pipilan dengan kadar air 9,0-10,0% diolah menjadi jagung brondong. Kemudian jagung brondong digiling menggunakan *disc mill* menjadi tepung jagung instan dan lolos 80 mesh. Percobaan disusun dalam rancangan petak terpisah (*split plot design*). Petak utama adalah waktu proses pembrondongan (4,5; 5,0 dan 5,5 menit). Sebagai anak petak adalah tekanan udara akhir proses pembrondongan (10,0; 10,5; 11,0; dan 11,5 kg/cm<sup>2</sup>). Pengamatan dilakukan pada bahan dasar dan tepung jagung instan dan analisis dilakukan terhadap sifat fisik, kimia dan sifat reologinya (*amilografi*). Hasil penelitian menunjukkan profil *amilografi* pada perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit mempunyai nilai viskositas balik 100 BU, dan sesuai digunakan sebagai pengental dan penstabil. Perlakuan lain mempunyai viskositas balik berkisar antara 50 –80 BU. Perlakuan teknologi brondong dengan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 4,5 menit menunjukkan karakteristik tepung jagung instan terbaik, yaitu densitas kamba 5,06 kg/hl, derajat putih 45,20%, rendemen 98,18%, kadar pati 73,40%, serat makanan 12,99%, kadar abu 1,14%, kadar protein 14,63%, kadar lemak 5,39% dan kadar karbohidrat 74,97% dan absorpsi air 2,5 g/g bahan serta absorpsi minyak 1,1 g/g bahan. Proses pembuatan tepung jagung instan dengan sistem brondong, meningkatkan derajat putih sebesar 13,65% (dari derajat putih awal 39,77-45,20%), dan proses tekanan dan waktu di dalam alat brondong memberikan warna yang lebih cerah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan acuan, baik mutu maupun karakteristik yang tepat dalam pemanfaatan tepung instan untuk produk siap saji

**Kata kunci:** tepung, instan, teknologi brondong, jagung

**ABSTRACT.** B.A.S. Santosa, Sudaryono and S.Widowati. 2005. **Technology evaluation of popcorn instant flour and its quality.** Corn has potential to be developed as food, feed as well as raw material for industry. Utilization of this commodity increased every year. Popcorn flour is a kind of intermediate product of corn and can be used as raw material in food industries. As an intermediate product, popcorn flour could be used as raw material of food processing industries. Popcorn processing was conducted as followed: Four hundred grams of corn seed with 9.0-10.0% moisture content were processed into popcorn, then milled and screened through 80 mesh. Research was designed as split plot. The main plot was popping time (4.5; 5.0 and 5.5 minutes). The sub-plot was final pressure of popping (10.0; 10.5; 11.0 and 11.5 kg/cm<sup>2</sup>). Three replications were conducted for raw material and instant flour, and analysis of their physico-chemical as well as amylography properties. Results showed that amylography profile of the treatment of 10.5 kg/cm<sup>2</sup> pressure for 4.5 minute has set back viscosity 100 BU, it means suitable as thickener and stabilizer usage. While other treatments were ranging from 50-80 BU. Popcorn processing with 10.5 kg/cm<sup>2</sup> pressure for 4.5 minute was the best characteristic of instant flour, in the aspect of bulk density (5.06 kg/hl), whiteness degree (45.20%), yield recovery (98.18%), starch content (73.40%), dietary fiber (12.99%), ash (1.14%), protein (14.63%), fat (5.39%), carbohydrate (74.97%) as well as water absorption (2.5 g/g) and oil absorption (1.1 g/g). Processing of instant corn flour by using popping technology could improved whiteness degree up to 13.65% (from 39.77 to 45.20%), and brighter the flour due to pressure and time of processing inside the machine. It is recommended to be used as a guidance for the both quality and appropriate characters of the instant corn flour to produce ready to serve products.

**Keywords :** flour, instant, popping technology, corn.

## PENDAHULUAN

Di Indonesia jagung mempunyai potensi yang besar untuk dapat ditingkatkan dan dikembangkan, baik sebagai bahan pangan, pakan maupun industri dan pertumbuhan konsumsi jagung dari tahun ke tahun semakin meningkat, hal ini tidak diimbangi dengan pertumbuhan produksi jagung itu sendiri, sehingga untuk memenuhi kebutuhan

dalam negeri diperlukan impor. Jagung dikonsumsi antara lain dalam bentuk jagung pipilan, jagung muda, dan tepung jagung. Konsumsi per kapita jagung dalam bentuk biji utuh (pipilan) mencapai 2,22 kg per tahun, sedangkan dalam bentuk tepung cukup beragam, yaitu berkisar dari 0,052 – 8,424 kg per tahun per kapita.

Pengolahan produk setengah jadi dalam bentuk tepung merupakan salah satu cara pengawetan hasil panen, terutama untuk komoditas yang berkadar air tinggi

termasuk jagung. Keuntungan lain dari pengolahan produk setengah jadi yaitu dapat sebagai bahan baku yang fleksibel untuk industri pengolahan lanjutan, aman dalam distribusi, dan menghemat ruangan serta biaya penyimpanan. Teknologi tepung merupakan salah satu proses alternatif produk setengah jadi yang disarankan, karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit atau bahan makanan campuran), luwes dan mudah dibuat aneka ragam (diversifikasi) produk, mudah ditambahkan zat gizi (fortifikasi) dan lebih cepat dimasak sesuai keinginan konsumen dalam kehidupan modern dan praktis (Widowati *et al.*, 2002)

Tepung jagung sudah banyak diproduksi, tetapi tepung jagung yang bersifat instan masih belum dilakukan. Salah satu upaya untuk membuat tepung jagung instan adalah proses brondong yang merupakan suatu proses ekspansi mendadak dari uap atau uap air yang berada dalam celah granula pati. Metode proses brondong dapat dibedakan atas dua tipe yaitu : (1) *Atmospheric pressure procedures*. Cara ini berdasar pada aplikasi panas yang tiba-tiba untuk memperoleh penguapan air dengan cepat dan (2) *Pressure drop processes*. Cara ini berkaitan dengan transfer yang tiba-tiba dari partikel basah yang telah panas ke ruang bertekanan yang lebih rendah. Dalam kasus ini penurunan tekanan dapat dilakukan dengan melepaskan tutup silinder yang berisi produk yang telah dipanaskan dengan uap bersuhu tinggi, atau dengan mensterilkan material panas dari tekanan atmosfer ke ruang yang telah dihampakan. Partikel brondong dibentuk dalam keadaan berkembang dari hidrasi yang dihasilkan oleh difusi yang cepat dari uap air yang keluar (Matz, 1959).

Cara pembuatan brondong dari sereal di klasifikasikan menjadi tiga sesuai dengan peralatan yang digunakan, yaitu alat brondong, oven dan ekstruder. Beberapa parameter yang perlu dikontrol dalam pembuatan brondong, yaitu tekanan, suhu dan waktu pemasakan untuk menghindari ekspansi yang tidak optimal atau gosong (Lue *et al.*, 1994). Faktor-faktor yang mempengaruhi ekspansi antara lain meliputi cara pengolahan, bentuk dan ukuran biji, tingkat kematangan, kadar air, elastisitas endosperm, dan varietas (Lue, *et al.*, 1994). Produk tepung brondong jagung belum banyak mengalami perkembangan. Keterbatasan informasi teknologi dan karakteristik fisiko-kimiawi merupakan salah satu penyebab kurang berkembangnya tepung brondong dan produk olahan lanjutnya.

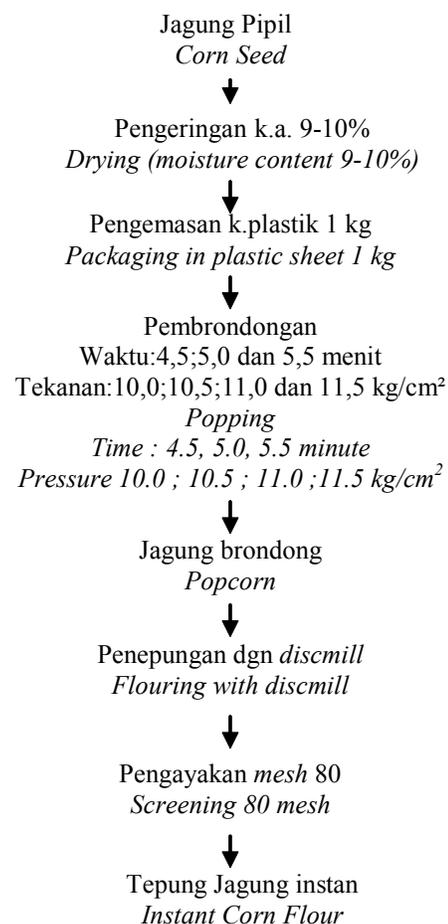
Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi teknologi pengolahan tepung instan dari brondong jagung dengan perlakuan tekanan dan waktu, serta karakterisasi mutu produknya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi pengguna untuk mengembangkan aneka ragam produk berbasis tepung jagung instan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan alat.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pascapanen Karawang, Laboratorium Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Bogor dan Laboratorium Rekayasa Pangan, FATETA-IPB, Bogor. Bahan baku yang digunakan adalah jagung varietas Bima hasil panen bulan Juli 2005 dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat. Bahan penunjang yang digunakan adalah bahan-bahan kimia untuk analisis bahan dasar dan produk tepung brondong.

Alat yang digunakan terdiri dari alat brondong dengan spesifikasi buatan lokal (dari pengrajin Sukamandi, Jawa Barat) dengan silinder metal bagian dalam 175 mm, lubang untuk memasukkan jagung, yang dilengkapi tutup metal secara mekanis dengan pelepasan tekanan yang cepat dan waktu yang ditentukan. Kapasitas alat sebesar 1 – 2 kg bahan baku. Selain itu digunakan alat penepung tipe Disk Mill, model FFA-23A, serta alat peneraan derajat putih Kett Whiteness-meter, dengan standar derajat putih  $BaSO_4 = 87,0$ .



Gambar 1. Diagram alir pengolahan tepung instan.  
Figure 1. Flow chart of instant flour processing

### Metode penelitian penepungan jagung.

Pembuatan tepung jagung instan dilakukan melalui dua tahap, yaitu pembuatan brondong dan tahap penepungan. Tahap pertama, jagung pipil sebanyak 400 gram dengan kadar air 9,0 sampai 10,0% diolah menjadi jagung brondong. Kemudian jagung brondong yang dihasilkan digiling sehingga menghasilkan tepung instan, yang lolos ayakan 80 mesh (Gambar 1).

Perlakuan yang diterapkan terdiri atas:

A = waktu pembrondongan : 4,5; 5,0 dan 5,5 menit

B = tekanan pada akhir proses pembrondongan : 10,0; 10,5; 11,0 dan 11,5 kg/cm<sup>2</sup>.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan petak terpisah (*split plot design*) dengan ulangan tiga kali. Petak utama (*main plot*) adalah waktu proses pembrondongan dan sebagai anak petak (*sub plot*) adalah tekanan akhir pembrondongan.

Pengamatan dilakukan terhadap sifat fisik dan kimiawi dari jagung pipil sebagai bahan baku dan tepung jagung instan yang dihasilkan. Pengamatan sifat fisik bahan baku meliputi panjang, lebar dan tebal berat 100 biji, sedangkan sifat fisik tepung jagung instan yang diamati adalah derajat putih, rendemen tepung, densitas kamba menggunakan alat densito meter, serta absorpsi air dan minyak. Sifat kimiawi dilakukan terhadap kadar air dengan cara oven pada suhu 105°C sampai bobot konstan, kadar abu dianalisis dengan cara pengabuan didalam Tanur, dengan

suhu pemanasan 500-600°C selama 6 jam (SNI01-2891-1992). Penetapan kadar lemak dengan cara Soxhlet menggunakan petroleum ether sebagai pelarut, penetapan protein dilakukan dengan cara mikro kjeldhal. dan total protein dihitung menggunakan faktor 6,25. Kadar serat makanan dilakukan dengan menghidrolisa sampel dengan larutan asam, kemudian dengan larutan basa encer (SNI 01-2891-1992), dan kadar pati dilakukan dengan cara hidrolisis asam Sifat reologinya dilakukan terhadap jagung pipil dan tepung jagung instan dengan alat *brabender amilograf*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik amilografi tepung jagung instan

Tabel 1 menunjukkan bahwa proses pembrondongan dengan perlakuan tekanan dan waktu yang berbeda, memberikan pengaruh terhadap sifat amilografi tepung instan yang dihasilkan. Interaksi proses pembrondongan dengan perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 5,0 menit menghasilkan tepung instan yang mempunyai suhu gelatinisasi 87,0°C. Pada perlakuan tekanan 11,0 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 5,0 menit, gelatinisasi terjadi pada suhu 88,3°C, sedangkan perlakuan lain, suhu gelatinisasi yang tidak terdeteksi, karena tepung brondong sudah masak atau sudah bersifat instan.

Tabel 1. Amilografi tepung jagung instan  
Table 1. Amylography properties of instant corn flour

Tekanan/ waktu Pressure/ Time (Kg/cm <sup>2</sup> & minute)	Suhu Gelati nisasi (°C) / Temp of gelatina (°C)	Suhu puncak (°C) / Peak temp (°C)	Visk. Puncak (BU) / Peak viscosity (BU)	Visk.93 °C (BU) / Viscosity 93°C (BU)	Visk.93°C /20 menit (BU) / Viscosity 93°C/ 20 minute (BU)	Visk.50°C (BU) /Viscosity 50°C (BU)	Vis.50°C/ 20menit (BU) /Viscosity 50°C/ 20 minute (BU)
10,0/4,5	-	-	-	10	20	60	70
10,0/5,0	-	-	-	10	30	70	80
10,0/5,5	-	-	-	-	10	50	70
10,5/4,5	-	-	-	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
10,5/5,0	87,0	-	-	20	30	75	80
10,5/5,5	-	-	-	10	20	50	60
11,0/4,5	-	-	-	5	<b>10</b>	40	50
11,0/5,0	88,3	-	-	15	20	55	60
11,0/5,5	-	-	-	5	15	<b>40</b>	<b>50</b>
11,5/4,5	-	-	-	10	20	60	80
11,5/5,0	-	-	-	5	15	40	50
11,5/5,5	-	-	-	10	20	40	60

Keterangan : Data rata-rata dari tiga ulangan ; - : tidak terdeteksi

Remark : Mean of three replication ; - : undetectable

Viskositas 93°C menunjukkan viskositas tepung brondong setelah pemanasan beberapa menit hingga mencapai suhu 93°C. Pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa viskositas 93°C masing-masing perlakuan berbeda, berkisar antara 5 – 25 BU, dengan rata-rata 15 BU. Viskositas tertinggi (25 BU) terjadi pada interaksi proses perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 4,5 menit. Pemanasan pada suhu 93°C selama 20 menit menghasilkan viskositas antara 10-40 BU, dan viskositas tertinggi terjadi pada interaksi proses pembrondongan dengan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 4,5 menit (40 BU). Perlakuan tersebut juga menghasilkan viskositas balik tertinggi (100 BU). Perlakuan lain menghasilkan viskositas balik tepung instan berkisar antara 50-80 BU. Berdasarkan karakteristik amilografinya, tepung instan yang dihasilkan dari proses pembrondongan dengan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 4,5 menit, sangat baik diaplikasikan untuk produk pengental dan penstabil, antara lain sup dan es krim.

Sifat amilografi merupakan salah satu sifat fisiko-kimiawi tepung dan meliputi suhu gelatinisasi, suhu puncak, viskositas puncak, viskositas pada suhu 93°C, viskositas 93°C dengan waktu 20 menit, viskositas 50°C dan viskositas 50°C dengan waktu 20 menit. Sifat-sifat tersebut adalah indikator perubahan-perubahan konsistensi gel atau pasta selama proses pemanasan, pemasakan dan pendinginan. Suhu gelatinisasi adalah suhu mulai terjadi gelatinisasi granula pati. Suhu gelatinisasi dengan viskositas mempunyai hubungan yang erat sekali, bila proses gelatinisasi berlangsung cepat pada suhu tertentu, maka proses penyerapan air oleh pati akan lebih cepat, sehingga air yang bebas diluar molekul pati masuk kedalam pati, maka viskositas meningkat. Banyak faktor yang mempengaruhi viskositas, antara lain kadar air bahan, lemak dan amilosa (Antarlina dan Ginting, 1992). Tepung brondong yang masak juga mengakibatkan tidak terdeteksi suhu puncak dan viskositas puncak, karena granula pati telah mengalami gelatinasi saat proses pembrondongan. Viskositas puncak menunjukkan granula pati mulai pecah, sehingga tepung yang masak sudah terjadi pemecahan granula pati. Pada saat mencapai suhu 93°C granula pati telah kehilangan sifat *birefringence*-nya dan granula sudah tidak mempunyai kristal lagi. Komponen yang berpengaruh terhadap sifat kristal dan *birefringence* adalah amilopektin (Ortega *et al.*, 1986; Dowd *et al.*, 1999). Viskositas maksimum, yaitu pada suhu 93°C sangat mempengaruhi produk olahan (Mercier dan Feillet, 1975). Viskositas balik yaitu viskositas pada suhu 50°C dengan waktu 20 menit menggambarkan kemampuan asosiasi atau retrogradasi molekul pati pada proses pendinginan (Mercier dan Feillet, 1975). Viskositas balik yang tinggi tidak diharapkan untuk produk tertentu antara lain kue, cake, dan roti (Santosa dan Resmisari, 2005), karena

akan menyebabkan kekerasan sesudah produk dingin tetapi sebagai bahan pengisi dan pengental justru lebih baik karena akan menghasilkan produk yang stabil (Mercier dan Feillet, 1975).

Hal yang perlu diperhatikan dan ditindak lanjuti adalah bagaimana pemanfaatan tepung instan yang sesuai untuk pengolahan pangan lebih lanjut di dalam bahan makanan siap saji dan implikasi dalam agroindustri tepung instan. Sebagai contoh, tepung instan yang dihasilkan dari proses pembrondongan dengan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 4,5 menit akan sesuai untuk diaplikasikan sebagai bahan pengental dan penstabil. Sedangkan untuk produk roti akan lebih sesuai digunakan tepung instan yang viskositas puncak maupun viskositas baliknya rendah, antara lain yang dihasilkan dari proses pembrondongan dengan tekanan 11 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 4,5 menit.

#### **Karakteristik fisik dan kimiawi tepung instan yang dihasilkan.**

##### **Rendemen.**

Rendemen tepung instan berkisar dari 96,63-98,62% dengan nilai rata-rata rendemen 97,38%. Pada perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit didapat rendemen sebesar 98,18% dan densitas kamba 5,06 kg/hl yang menunjukkan bahwa produk tepung tidak berbeda nyata dengan rendemen tertinggi yaitu 98,62% yang diperoleh dari perlakuan (Tabel 2). Proses pembrondongan dengan interaksi beberapa tekanan dan dengan variasi waktu berpengaruh terhadap rendemen yang dihasilkan. Rendemen tertinggi adalah 98,62% dan terendah 96,60% Penggilingan biji jagung brondong menghasilkan tepung instan siap saji, tepung ini sudah siap disajikan untuk disantap dengan hanya menambahkan air panas. Rendemen tepung instan tergantung pada kadar pati yang tergelatinisasi, dimana proses gelatinisasi sempurna, yang akan menghasilkan rendemen yang tinggi.

##### **Derajat putih.**

Derajat putih dari tepung yang dihasilkan berkisar antara 41,43 – 45,40% dan derajat putih tersebut dipengaruhi sangat nyata oleh interaksi tekanan dan waktu proses pembrondongan (Tabel 2). Interaksi perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit mempunyai derajat putih 45,20% (termasuk katagori derajat putih tertinggi), sedangkan rendemen terendah pada perlakuan tekanan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,5 menit. Derajat putih merupakan salah satu sifat fisik yang mengalami perubahan akibat interaksi perlakuan atau aplikasi tekanan dan waktu pada proses pembrondongan dan proses

tersebut sekaligus dapat memisahkan benda-benda asing dan membersihkan produk dari partikel lain. Munarso *et al.*, (2004) menyebutkan bahwa kenaikan derajat putih tepung beras dapat dilakukan secara fisik dan kimiawi, antara lain proses pencucian dan aplikasi POCl, dimana interaksi pada aplikasi dari kedua cara tersebut cenderung melarutkan kotoran dan berdampak membersihkan partikel asing dari tepung.

### Daya absorpsi.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa interaksi tekanan dan waktu proses pembrondongan memberikan pengaruh terhadap kapasitas daya absorpsi air dan absorpsi minyak. Tepung jagung instan mempunyai absorpsi air berkisar antara 2,5-4,4 g/g bahan. Absorpsi air terendah adalah 2,5 g/g bahan, yaitu pada perlakuan pembrondongan dengan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 4,5 menit. Nilai absorpsi minyak berkisar antara 1,1-2,1 g/g bahan, dan nilai terendah adalah 1,1 g/g bahan pada perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit. Nilai absorpsi minyak perlakuan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit berbeda sangat nyata dengan perlakuan tekanan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,0 menit, sedangkan dengan perlakuan yang lain tidak berbeda nyata (Tabel 2).

Daya absorpsi air dari tepung instan jagung brondong perlu diketahui, karena jumlah air yang ditambahkan pada bahan yang berpati atau berkarbohidrat mempengaruhi sifat dari sistem pati (Richana dan Sunarti, 2004). Granula pati dapat menyerap air dan membengkak tetapi tidak dapat kembali seperti semula (Mercier dan Feillet, 1975). Air yang terserap didalam molekul pati dapat menyebabkan granula pati mengembang, akibatnya dalam proses gelatinisasi terjadi pengrusakan ikatan hidrogen intramolekuler. Ikatan hidrogen mempunyai peranan mempertahankan struktur integritas granula pati, sehingga terdapatnya gugus hidroksil yang bebas akan menyerap air, maka terjadi pembengkakan granula pati (Gomez dan Aguilera, 1983). Dengan demikian banyak jumlah gugus hidroksil dari molekul pati akan berkemampuan menyerap air semakin tinggi. Oleh karena itu absorpsi air sangat berpengaruh terhadap viskositas tepung instan. Absorpsi minyak adalah salah satu indikator kualitas tepung instan dimana campuran minyak dan pati akan mempengaruhi sifat fisik pati karena minyak atau lemak dapat membentuk kompleks dengan amilosa yang menghambat pembengkakan granula pati sehingga pati sulit tergelatinisasi.

Tabel 2. Karakteristik fisik tepung instan dari jagung brondong.  
Table 2. Physico characteristics of instant flour from popcorn.

Tekanan / Pressure (kg/cm <sup>2</sup> ) & waktu (menit) /Time (minute)	Derajat Putih (%) / Whiteness (%)	Rendemen Tepung (%) / Flour recovery (%)	Densitas kamba (kg/hl) / Density (kg/hl)	Absorpsi (g/g bahan) / Absorption of (g/g raw material)	
				Air / Water	Minyak / Oil
10,0/4,5	44,93bc	98,27c	5,10b	4,4b	1,9ab
10,0/5,0	45,40c	96,85bc	5,03b	3,9ab	1,5ab
10,0/5,5	44,13b	98,62c	5,03b	3,1ab	1,2a
10,5/4,5	45,20c	98,18bc	5,06b	2,5a	1,1a
10,5/5,0	44,90b	96,83bc	5,03b	3,8ab	1,3a
10,5/5,5	44,67b	96,71b	4,60a	3,1ab	1,9ab
11,0/4,5	44,07ab	98,18c	4,63a	3,6ab	1,7ab
11,0/5,0	44,33b	97,38bc	4,73a	3,1ab	2,0ab
11,0/5,5	44,83b	97,89bc	4,56a	3,2ab	1,9ab
11,5/4,5	43,67a	96,63a	5,10b	2,9a	2,0ab
11,5/5,0	41,43a	97,24b	4,57a	3,4ab	2,1b
11,5/5,5	43,12a	96,82bc	4,47a	3,4ab	1,8ab
Rata-rata	44,22	97,38	4,83	3,37	1,70

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5% menurut uji Duncan  
Remark : Numbers followed by the same letters in the same column were not significantly different at 5% by Duncan.

### Densitas kamba.

Interaksi perlakuan proses pada tekanan 10,0 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5; 5,0; dan 5,5 menit, serta tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 dan 5,0 menit mempunyai densitas kamba lebih tinggi daripada perlakuan 11,0 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5; 5,0; dan 5,5 menit dan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,0 dan 5,5 menit dan nilai densitas pada perlakuan tersebut menunjukkan perbedaan sangat nyata pada uji Duncan (Tabel 2). Nilai densitas kamba pada tekanan 10,0 kg/cm<sup>2</sup> dan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu proses yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan nilainya, sehingga pada tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit mempunyai nilai densitas kamba tinggi (5,06 kg/cm<sup>2</sup>) dan derajat putih yang tinggi juga yaitu 45,20%. Pada dasarnya, densitas kamba ditentukan oleh pengembangan volume, semakin besar pengembangan dalam proses brondong, maka semakin tinggi nilai densitas kambanya. Densitas kamba tergantung pada kadar pati yang mempengaruhi produk tepung instan selama proses (Villareal dan Juliano, 1987). Dengan pertimbangan nilai densitas kamba, absorpsi air dan minyak serta profil fisik rendemen 98,18%, derajat putih 45,20%; maka perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit merupakan perlakuan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 2).

### Kadar air.

Kadar air tepung instan dari brondong jagung mempunyai perbedaan yang nyata dari bahan awal jagung pipil. Kadar air tepung instan yang dihasilkan dipengaruhi oleh interaksi tekanan dan waktu selama proses pembrondongan. Tabel 3. menunjukkan bahwa tepung jagung instan mempunyai kadar air rata-rata 3,51%, berarti lebih rendah dibandingkan dengan kadar air awal jagung pipil (rata-rata 9,23%) (Tabel 4). Analisis statistik menunjukkan bahwa interaksi tekanan dan waktu proses brondong memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air produk tepung instan (Tabel 3). Produk tepung instan dengan interaksi perlakuan proses pembrondongan pada tekanan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 5,5 menit mempunyai kadar air terendah yaitu 3,09% dan semakin tinggi tekanan dan waktu proses brondong kadar air cenderung lebih rendah. Sedangkan pada tekanan 10,0 kg/cm<sup>2</sup> dan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu yang berbeda tidak memberikan perbedaan kadar air yang nyata, begitu juga tekanan 11,0 kg/cm<sup>2</sup> dan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> tidak berbeda nyata, kecuali pada tekanan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,5 menit (Tabel 3). Kadar air yang bervariasi disebabkan oleh interaksi perlakuan tekanan dan waktu yang berbeda-beda pada proses pembrondongan (*popcorn*) dan kadar air akhir

Tabel 3. Karakteristik kimiawi tepung jagung instan  
Table 3. Chemical characteristic of instant corn flour

Tekanan / Pressure (kg/cm <sup>2</sup> ) & waktu (menit)/ minute	K a d a r / Content of (%)						
	Pati/ Starch	Serat Makanan/ Dietary fiber	Air/ Water	Abu/ Ash	Protein/ Protein	Lemak/ Fat	Karbohidrat/ Carbohydrate
10,0/4,5	75,93bc	12,43b	3,67ab	1,17bc	14,08bc	4,43a	76,69bc
10,0/5,0	73,65a	12,67b	3,43ab	1,10a	14,92bc	5,03b	74,46a
10,0/5,5	73,60a	13,09bc	3,66ab	1,12ab	13,69ab	5,42bc	76,24b
10,5/4,5	73,40a	12,99bc	3,78ab	1,14b	14,63bc	5,39bc	74,97ab
10,5/5,0	73,96ab	11,95a	3,84ab	1,11ab	13,82ab	5,24bc	75,13b
10,5/5,5	73,26a	13,15c	3,29ab	1,22c	15,09c	5,46c	74,61a
11,0/4,5	75,40b	11,77a	4,29c	1,06a	13,86ab	3,99a	76,22bc
11,0/5,0	73,87a	12,94b	4,13bc	0,92a	14,35bc	4,38a	75,09b
11,0/5,5	75,34b	11,31a	3,37ab	1,16ab	13,94bc	4,68ab	76,29bc
11,5/4,5	75,10b	12,62b	3,64ab	1,04a	13,84ab	4,14a	76,47bc
11,5/5,0	73,68a	12,97bc	3,87ab	1,07a	14,69bc	5,22bc	74,52a
11,5/5,5	76,82c	11,93ab	3,09a	1,12ab	12,76a	4,56ab	77,72c
Rata-rata	74,75	12,49	3,51	1,10	14,14	4,83	75,70

Keterangan : Huruf yang sama dalam kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada level 5% uji Duncan

Remark : The same notation at same column showed that no significance different at Duncan test 5%.

berpengaruh terhadap produk tepung instan (Tabel 3), dimana kadar air akhir yang lebih tinggi akan mempengaruhi daya simpan dan penurunan produk yang lebih cepat selama penyimpanan

### Kadar protein.

Tabel 3 menunjukkan bahwa interaksi tekanan dan waktu selama proses pembrondongan berpengaruh terhadap kadar protein. Kadar protein tepung jagung instan berkisar antara 12,76-15,09%. Perlakuan tekanan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,5 menit mengandung protein paling kecil, dan berbeda nyata dengan perlakuan tekanan 10,0 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 dan 5,0 menit, serta 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,5 menit. Interaksi beberapa tekanan dan waktu menunjukkan bahwa produk tepung jagung instan dengan kadar protein terendah adalah 12,76% yang dihasilkan dari perlakuan tekanan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,5 menit dan tertinggi kadar protein 15,09% pada perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,5 menit. Perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit tidak berbeda nyata dengan perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,5 menit, maupun dengan yang lain, kecuali dengan perlakuan tekanan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,5 (Tabel 3).

Teknologi proses pembrondongan yang dilanjutkan dengan penepungan memperlihatkan kenaikan kadar protein pada tepung instan yang dihasilkan. Interaksi proses pembrondongan dengan perlakuan tekanan dan waktu memberikan pengaruh nyata terhadap kadar protein, hal ini kemungkinan disebabkan terjadinya protein yang terdenaturasi pada suhu dan waktu yang lebih tinggi dan terjadinya penurunan komponen air karena proses penguapan. Interaksi tekanan dan waktu proses pembrondongan memberikan pengaruh terhadap kadar protein pada tepung instan yang dihasilkan.

### Kadar lemak

Tabel 3 memperlihatkan bahwa interaksi proses pembrondongan dengan beberapa tekanan dan waktu memberikan pengaruh terhadap kadar lemak. Kadar lemak

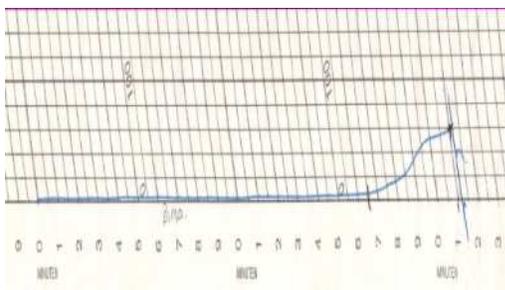
dari tepung jagung instan yang dihasilkan berkisar antara 3,99-5,46%. Kadar lemak tertinggi (5,46%) dihasilkan dari perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 5,5 menit, sedangkan kadar lemak terendah (3,99%) pada produk dengan perlakuan tekanan 11,0 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 4,5 menit (Tabel 3). Tepung jagung instan hasil perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 4,5 menit mempunyai kadar lemak 5,39%. Kadar lemak tepung instan merupakan salah satu indikator sifat fisik tepung, karena lemak dapat membentuk senyawa kompleks dengan senyawa lain, misalnya pati, khususnya amilosa yang dapat menghambat pemecahan molekul lemak, sehingga menghambat juga pengembangan granula pati sehingga sukar terjadi proses gelatinisasi (Munarso *et al.*, 2004).

### Kadar serat makanan.

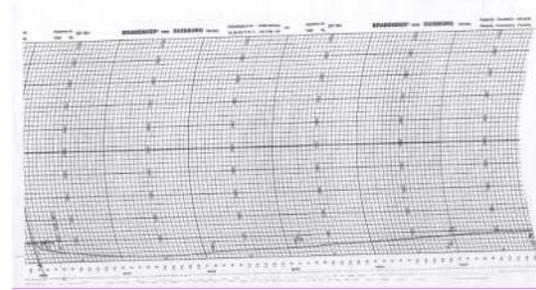
Kadar serat makanan tertinggi (13,15%) pada produk dengan interaksi proses perlakuan pada tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 5,5 menit dan perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan tekanan 10,0 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 5,5 menit, dan perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 4,5 menit serta perlakuan tekanan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 5,0 menit. Hal ini disebabkan kemungkinan perbedaan proses tekanan yang tinggi dan waktu yang lebih lama akan menghasilkan perubahan kadar serat pada produk akhir.

### Kadar pati

Kadar pati merupakan salah satu indikator profil tepung instan. Interaksi proses pembrondongan dengan beberapa tekanan dan waktu berpengaruh terhadap kadar pati tepung jagung instan yang dihasilkan. Kadar pati tepung jagung instan yang dihasilkan, bervariasi antara 73,26-76,82% (Tabel 3). Perlakuan tekanan 11,5 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 5,5 menit menghasilkan produk dengan kadar pati tertinggi yaitu 76,82% dan perlakuan ini berbeda nyata dibandingkan proses pembrondongan dengan perlakuan tekanan 10,0 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu 5,0 menit, dan perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5; 5,0 dan 5,5 menit.



Gambar 2. Amiologafi biji jagung varietas Bima  
Figure 2. Amylogram of Bima corn seed variety



Gambar 3. Amiologafi tepung brondong jagung varietas Bima  
Figure 3. Amylogram of Bima popcorn flour variety

Tabel 4. Karakteristik fisik, kimiawi dan amilografi dari jagung pipil, tepung jagung instan, dan tepung jagung  
 Table 4. *Physicochemical and amylography properties of shelled corn, instant corn flour and corn flour.*

Komponen/Components	Jagung pipil*/ <i>shelled corn</i>	Tepung jagung instan**/ <i>instant corn flour</i>	Jagung***/ <i>shelled corn</i>	Tepung Jagung****/ <i>corn flour</i>
<b>Fisik/Physical:</b>				
Panjang/ <i>length</i> (cm)	0,87	-	-	-
Lebar / <i>wide</i> (cm)	0,76	-	-	-
Tebal/ <i>thick</i> (cm)	0,33	-	-	-
Berat 100 biji/ <i>weight of 100 kernels</i> (g)	30,95	-	-	-
Derajat putih / Whiteness (%)	39,77	45,20	-	-
<b>Kimiawi/Chemical:</b>				
Kadar air / <i>Moisture content</i> (%)	9,23	3,78	13,5	12
Kadar abu/ <i>Ash</i> (%)	1,03	1,14	1,4	-
Kadar protein / <i>Protein</i> (%)	9,08	14,63	10	9,2
Kadar lemak/ <i>Fat</i> (%)	3,88	4,39	4	3,9
K.karbohidrat/ <i>Carbohydrate</i> (%)	76,80	74,97	68,4	73,7
<b>Amilografi/Amylograph:</b>				
Waktu Gelatinisasi (menit)/ <i>gelatinization time</i> (minute)	18	-	-	-
Suhu Gelatinisasi/ <i>Gelatinization temp.</i> (°C)	57	-	-	-
Waktu pd 93°C/ <i>Time at 93°C</i> (BU)	21,5	-	-	-
Viskositas 93°C/ <i>Viscosity in 93°C</i> (BU)	60	25	-	-
Viskositas puncak/ <i>Peak viscosity</i> (BU)	-	-	-	-

Keterangan/Remarks : \*Rata-rata dari tiga ulangan analisis (*Mean of three replications*)

\*\* Rata-rata dari tiga ulangan hasil perlakuan terbaik  
 (*Mean of three replications from the best treatment*)

Sumber/source : \*\*\* : Suprpto, (2004), \*\*\*\* : Anonymous (1992), - : tidak terdeteksi / *undetectable*

Kadar pati yang terendah adalah perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 5,5 menit.

Berdasarkan pertimbangan sifat kimiawi (kadar protein, pati, air, abu dan serat makanan), sifat amilografi serta waktu proses, maka perlakuan terbaik adalah proses brondong bertekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit. Kadar pati mempengaruhi sifat fisik tepung instan, karena pati dapat membentuk kompleks dengan senyawa lain, khususnya amilosa yang berpengaruh pada pembengkakan granula pati sehingga sukar terjadi gelatinisasi, apabila bersinergi dengan senyawa lain (Mercier dan Feillet, 1975).

Dari hasil-hasil tabel 2 dan 3 menunjukkan bahwa perlakuan teknologi brondong tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit mendapat karakteristik tepung instan yang terbaik, pada aspek rendemen 98,18%, densitas kamba 5,06 kg/hl, derajat putih 45,20%, kadar

pati 73,40%, serat makanan 12,99%, kadar abu 1,14%, kadar protein 14,63%, kadar lemak 3,39% dan kadar karbohidrat 74,97% dan kadar air 3,78%. Perlakuan ini juga memenuhi standar SNI 01-3727-1995 antara lain kehalusan lolos mesh 80, kadar air abu dan warna. Proses pembrondongan merubah sifat fisik dan kimiawi produk tepung yang dihasilkan. Tekanan dan waktu selama proses pembrondongan telah membentuk ruang udara pada hasil brondong jagung, sehingga merubah sifat fisik dan kimiawi antara lain protein, lemak dan pati sehingga meningkat persentasenya. Analog dengan proses pembrondongan jagung, terjadi juga pada proses pembrondongan beras. Proses pembrondongan beras juga merubah sifat fisiko-kimiawi. Suhu dan tekanan yang tinggi dari uap panas dalam beras telah menggelatinisasi, memecah komponen granula pati dan membentuk ruang udara, sedangkan protein, lemak dan dinding sel tertutup

pati dan saling berinteraksi membentuk matrik film, sehingga akan mengkonsentrasikan komponen kimiawi yang terkandung (Nuryadi, 1989).

#### Sifat fisik, kimiawi dan amilografi dari jagung pipil.

Tabel 4 menunjukkan karakteristik fisik dan kimia serta amilografi dari jagung pipil sebagai bahan baku, tepung brondong yang dihasilkan dari penelitian, jagung pipil dari Suprpto dan Marzuki, (2004) dan tepung jagung secara umum (Anonymous, 1992). Komposisi kimia jagung dari kedua sumber tersebut (Suprpto dan Marzuki, 2004 dan Anonymous, 1992) berbeda dengan hasil penelitian. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh varietas jagung yang berbeda. Faktor-faktor yang menentukan kualitas tepung jagung instan adalah varietas, kadar air, proses penguapan karena suhu dalam alat brondong, tekanan dan waktu pemanasan jagung (Anderson *et al.*, 1989). Dengan teknologi proses tekanan dan waktu, derajat putih meningkat sebesar 13,65% (dari derajat putih awal 39,77 menjadi 45,20%), dan pengolahan dengan alat brondong memberikan warna yang lebih cerah. Derajat putih diukur dengan *whiteness tester* dengan standar barium sulfat = 87,0.

Kadar air awal jagung pipil adalah 9,23% sebagai awal proses “pembrondongan” dengan alat brondong. Proses teknologi tepung jagung instan menurunkan kadar air sebesar 61,97%. Tepung instan dari brondong jagung dikendalikan oleh sejumlah air yang diikat oleh senyawa matriks film. Pengendalian kadar air dalam tepung instan merupakan suatu titik kritis dalam mempertahankan kualitas tepung instan (Carrilo, *et al.*, 2004). Kadar air tepung instan dari brondong jagung harus dikendalikan dibawah atau sama dengan 3,51%, hal ini disebabkan karena kadar air yang rendah atau lebih rendah dari 4% dapat mempertahankan produk yang aman dalam kualitas untuk penyimpanan jangka panjang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama penyimpanan tiga bulan terjadi kenaikan kadar air dari 13,75% menjadi 15,48%, sehingga menurunkan kualitas tepung yang dihasilkan, karena selama penyimpanan tersebut terjadinya kontaminasi hama dan cendawan. Penelitian Soeharmadi dan Setyono, (1990) menunjukkan bahwa selama penyimpanan jagung terjadi kenaikan kadar air bahan dan ada kecenderungan terjadi keseimbangan dengan kelembaban sekelilingnya. Lebih lanjut dilaporkan bahwa penyimpanan jagung pipil dengan perlakuan kontrol dapat bertahan sampai tiga bulan, tetapi perlakuan gas CS<sub>2</sub> dengan konsentrasi 0,5 ml/kg dapat digunakan sebagai fumigan dan daya simpan mencapai satu tahun. Hal ini menunjukkan bahwa ada kecenderungan apabila ditepungkan hasil tepung yang terjadi sudah menurun kualitasnya, karena sudah terkontaminasi dengan hama.

Variabel tekanan, suhu dan waktu pemanasan dalam

proses pembrondongan merupakan faktor yang saling terkait satu sama lain dalam menentukan profil kualitas tepung instan. Profil kenaikan ditunjukkan pada kadar protein dan lemak, tetapi turun pada kadar karbohidrat. Kenaikan protein dan lemak, masing-masing adalah 55,73% dan 24,48%, sedangkan karbohidrat turun 1,45%. Hal ini disebabkan karena proses tekanan dan waktu penguapan air di dalam proses brondong, terjadi perubahan kuantitas di dalam profil kimiawi dan fisik (Tabel 4). Profil amilografi sesudah proses pembrondongan menunjukkan pola amilografi yang berbeda (Gambar 2 dan 3), dengan jagung pipil. Perbedaan profil amilografi dan fisiko-kimiawi terjadi berkaitan dengan teknologi proses beberapa tekanan dan waktu selama dilakukan pembrondongan (Tabel 4).

## KESIMPULAN

1. Profil amilografi pada perlakuan tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit mempunyai nilai viskositas balik 100 BU. Profil seperti ini cocok untuk bahan pengental atau penstabil. Viskositas balik dari perlakuan lain berkisar antara 50-80 BU.
2. Perlakuan teknologi brondong terbaik pada tekanan 10,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan waktu 4,5 menit. Tepung jagung instan tersebut mempunyai karakteristik densitas kamba 5,06 kg/hl, derajat putih 45,20%, rendemen 98,18%, kadar air 3,78%, kadar pati 73,40%, serat makanan 12,99%, kadar abu 1,14%, kadar protein 14,63%, kadar lemak 5,39% dan kadar karbohidrat 74,97%, absorpsi air 2,5 g/g bahan dan absorpsi minyak 1,1 g/g bahan.
3. Proses penepungan biji jagung pipil menjadi jagung brondong, meningkatkan derajat putih sebesar 13,65% (dari derajat putih awal 39,77 menjadi 45,20%), dengan warna yang lebih putih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1992. Daftar komposisi bahan makanan. Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan R.I. Bhratara. Jakarta.
- Anderson, R.A., H.F. Conway., P.F. Pfeifer and F.L. Griffin. 1989. Gelatinization of corn gritz by roll and extrusion cooking. *Cereal Sci. Today*. 14:4-7.
- Antarlina, S.S. dan E. Ginting. 1992. Pembuatan kue basah dari tepung jagung komposit. *Penelitian Palawija*, vol.7 No.1 & 2: 34-45.
- Carrilo, J.M., R.G. Dorado., E.O.C. Rodriguez, J.A.G. Tizuado and C.R. Moreno. 2004. Nixtamalized flour from quality protein maize (*Zea Mays L.*) Optimilization of alkaline processing. *Plant Foods for Human Nutrition*. 59:35-44.
- Chinnaswamy, R. and M.A. Hanna. 1987. Nozzle dimension effects on expansion of extrusion cooked corn starch. *J. of Food Sci.* 52(6):1746-1747.

- Dowd, M.K., M. Radosav Ljevic, and J. Jane. 1999. Characterization of starch recovered from wet-millet corn fiber. *Cereal Chem.* 76(1):3-5.
- Fletcher, S.I.; T.J. Mc Master; P. Richmond and A.C. Smith. 1984. Physical and rheological Assessment of extrusion cooked maize. *In Thermal Processing and Quality of Foods.* (Editors P. Zeuthen; J.C. Cheftel; C. Erickson; M. Jul; H. Leniger; P. Linko; G. Varela and G. Vos) Elsevier Applied Science Publisher. London.
- Gomez, M.H. and J.M. Aguilera. 1983. Change in the starch fraction during extrusion cooking of corn. *J. of Food Sci.* 48:378-381.
- Jane, J., Y.Y. Chen, L.F. Lee, A.E. McPherson, K.S. Wong, M. Radosavljevic, and T. Kasemsuan. 1999. Effect of amylopectin chain length and amylase content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chem.* 76(5):629-637.
- Jugenheimer, R.W. 1976. Corn, improvement seed production and uses. John Wiley and Sons, London.
- Lue, S.; F. Hsieh and H.E. Huff. 1994. Modelling of twin-screw extrusion of corn meal and sugar beet fibre mixtures. *J. of Food Eng.* 21:263-289.
- Matz, B.A. 1959. Manufacture of breakfast cereal. *Di dalam* S.A. Matz (ed). The chemistry and technology of cereal as food and feed. The Avi Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Mercier, C. and Feillet. 1975. Modification of carbohydrate component by extrusion cooking of cereal product. *Cereal Chem.* 52:283-297.
- Muchtadi, T.R., Purwiyatno dan A. Basuki. 1988. Teknologi pemasakan ekstrusi. PAU. Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Munarso, S.J., D. Muchtadi, D. Fardiaz, dan R. Syarif. 2004. Perubahan sifat fisikokimia dan fungsional tepung beras akibat proses modifikasi ikat-silang. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian.* 1(1):22-28.
- Nuryadi, E. 1989. Pengaruh perbedaan varietas dan penambahan garam terhadap sifat mutu brondong beras (Poprice). Skripsi Sarjana teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ortega, E.I., Villegas, E. And S.K. Assal. 1986. A Comparative study of protein changes in normal and quality protein maize during tortilla making. *Cereal Chem.* 63:446-451.
- Richana, N. dan T.C. Sunarti. 2004. Karakterisasi sifat fisikokimia tepung umbi dan tepung pati dari umbi Ganyong, Suweg, Ubi Kelapa dan Gembili. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian.* 1(1):29-37.
- Santosa, B.A.S. dan A. Resmisari. 2005. Review: Tepung jagung komposit, pembuatan dan pengolahannya. Prosiding Seminar Nasional: Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri berbasis Pertanian. Penyunting: Joni Munarso, S. Prabawati, Abubakar, Setyadjit, Risfaheri, F. Kusnandar dan F. Suaib. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hal. 450-470.
- Santosa, B.A.S., *et al.*, 2005. Penelitian dan pengembangan teknologi pengolahan jagung terpadu. Laporan akhir Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian.
- Soeharmadi dan A. Setyono. 1990. Uji coba penyimpanan jagung dengan CS<sub>2</sub> pada skala menengah. *Prosiding hasil Penelitian Pascapanen Karawang* 10 Feb. 1990. Hal 86-92.
- Suprpto, H.S. dan H.A.R. Marzuki. 2004. Bertanam jagung. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Villareal, C.F. and B.O. Juliano. 1987. Varietal differences in quality characteristics of puffed rice. *Cereal Chem.* 64:337-342.
- Widowati, S.; Suismono; Suarni; Sutrisno, dan O. Komalasari. 2002. Petunjuk teknis : proses pembuatan aneka tepung dari bahan sumber karbohidrat lokal. Penyunting: S. Widowati, B. Widodo, P. Raharto dan H. Pramuji. Balai Penelitian Pascapanen Pertanian. Badan Litbang Pertanian. 37 hal.