

## **KAJIAN PENAMBAHAN GUAR GUM, TAWAS, DAN AIR TERHADAP KARAKTERISTIK MUTU FISIK MI JAGUNG BASAH METODE EKSTRUSI**

### **STUDY OF GUAR GUM, ALUM, AND WATER ADDITION ON PHYSICAL CHARACTERISTICS OF EXTRUDED WET CORN NOODLE**

**Aminullah<sup>1a</sup>, T Muhandri<sup>2</sup>, Subarna<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Studi Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda Bogor, Jl Tol Ciawi, No 1 Ciawi, Kode Pos 16720, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Indonesia

<sup>a</sup> Korespondensi: Aminullah, E-mail: aminullah@unida.ac.id

(Diterima: 22-12-2018; Ditelaah: 24 -12-2018; Disetujui: 05-01-2019)

#### **ABSTRACT**

Corn noodle was a form of food diversification, especially food that usually used wheat flour as its raw material. The objective of this research was to study the effects of guar gum, alum, and water addition on physical properties of extruded wet corn noodle. It was made by mixing wet and dried flours, steaming dough, pressing it using a paste extruder, and steaming the noodles. The alum, guar gum, and water concentrations were 0% and 0.01%; 0%, 1%, and 2%; and 60%, 70%, and 80%, respectively. The physical analysis of wet corn noodle were color, elongation, hardness, adhesiveness, and cooking loss analysis. The analysis showed that wet corn noodles have a reddish yellow color with °Hue of 83.21° - 86.42°. The statistical analysis showed that the higher the guar gum concentration led to the lower the hardness and cooking loss of wet corn noodle, while the greater the elongation. Alum addition increased the hardness and elongation of wet corn noodles, while it decreased the adhesiveness.

*Keywords:* Extrusion, physical characteristics, wet corn noodle.

#### **ABSTRAK**

Mi jagung merupakan bentuk diversifikasi pangan khususnya panganan mi yang biasanya menggunakan tepung gandum sebagai bahan bakunya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan guar gum, tawas, dan kadar air terhadap karakteristik mutu fisik mi jagung basah dengan menggunakan ekstruder pasta. Pembuatan mi jagung basah meliputi tahap penentuan proporsi tepung jagung kering dan basah, pengukusan adonan, pencetakan untaian mi dengan ekstruder pasta, dan pengukusan mi. Konsentrasi tawas yang digunakan adalah 0% dan 0.01%, sedangkan konsentrasi guar gum adalah 0%, 1%, dan 2% dengan kadar air 60%, 70%, dan 80%. Analisis produk meliputi analisis warna, persen elongasi, kekerasan, kelengketan, dan kehilangan padatan akibat pemasakan. Hasil analisis warna menunjukkan bahwa mi jagung basah memiliki warna kuning kemerahan dengan nilai °Hue sebesar 83,21° - 86,42°. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi guar gum menyebabkan tingkat kekerasan dan nilai kehilangan padatan mi menjadi menurun, sedangkan persen elongasi mi menjadi meningkat. Penambahan tawas meningkatkan kekerasan dan persen elongasi mi jagung basah sedangkan kelengketan mi relatif menurun.

*Kata kunci:* Ekstrusi, mi jagung, mi basah, karakteristik mutu fisik.

Aminullah., Muhandri, T., & Subarna. (2019). Kajian Penambahan Guar Gum, Tawas, dan Air Terhadap Karakteristik Mutu Fisik Mi Jagung Basah Metode Ekstrusi. *Jurnal Pertanian*, 10(1), 36-42.

## PENDAHULUAN

Mi jagung termasuk ke dalam mi berbasis non terigu atau mi non gluten yang telah dikembangkan sebagai diversifikasi produk pangan. Mi jagung sebagai sumber karbohidrat memiliki beberapa keunggulan diantaranya nilai kalori yang lebih besar daripada nasi, singkong, dan ubi jalar serta mendekati nilai kalori mi terigu (Juniawati, 2003). Selain itu, mi jagung memiliki kadar lemak yang lebih rendah dibandingkan dengan mi berbasis terigu dan memiliki warna kuning alami yang berasal dari pigmen kuning jagung, yaitu  $\beta$ -karoten, lutein, dan zeaxanthin (Scott and Eldridge, 2005; Perry et al., 2009; Moreau et al., 2007; Muzhingi et al., 2008).

Berbeda halnya dengan mi terigu, pembuatan mi jagung dilakukan dengan tahapan pemasakan sebelum dilakukan pencetakan. Hal ini disebabkan ketiadaan gluten pada jagung yang dapat membuat adonan menjadi kohesif dan plastis. Tahapan ini bertujuan untuk membuat adonan menjadi tergelatinisasi sehingga kondisi plastis dan kohesif terpenuhi untuk membentuk untaian mi. Selain melakukan tahap pemasakan adonan, pemberian bahan tambahan seperti guar gum sebagai penstabil dan pengental juga dilakukan untuk tekstur mi jagung yang lebih baik. Pencetakan untaian mi dilakukan dengan sistem ekstrusi yang terdiri dari empat tahapan yaitu pencampuran, pemasakan, pembentukan, dan pengembangan (puffing atau expanding) (Matz, 1984). Sistem ini lebih sederhana karena tidak terdapat tahapan proses sheeting dan slitting seperti pada sistem calendering.

(Hou dan Kruk, 1998) mengategorikan mi berdasarkan prosesnya menjadi empat tipe, yaitu mi mentah (mi yang tidak mengalami proses lebih lanjut setelah proses pengadonan, pembentukan lembaran, dan pemotongan), mi kering (mi mentah yang dikeringkan secara alami di bawah sinar matahari atau dalam ruang terkontrol), mi matang (mi mentah dilakukan tahap perebusan setengah matang atau matang sempurna), dan mi kukus (mi mentah yang dikukus lebih lanjut). Menurut (Astawan, 2004), mi basah merupakan jenis mi yang dilakukan pemasakan setelah proses pemotongan. Karakteristik mutu fisik mi basah meliputi kekerasan, kelengketan, persen elongasi, kehilangan padatan akibat pemasakan (KPAP), dan warna. Penelitian ini bertujuan untuk

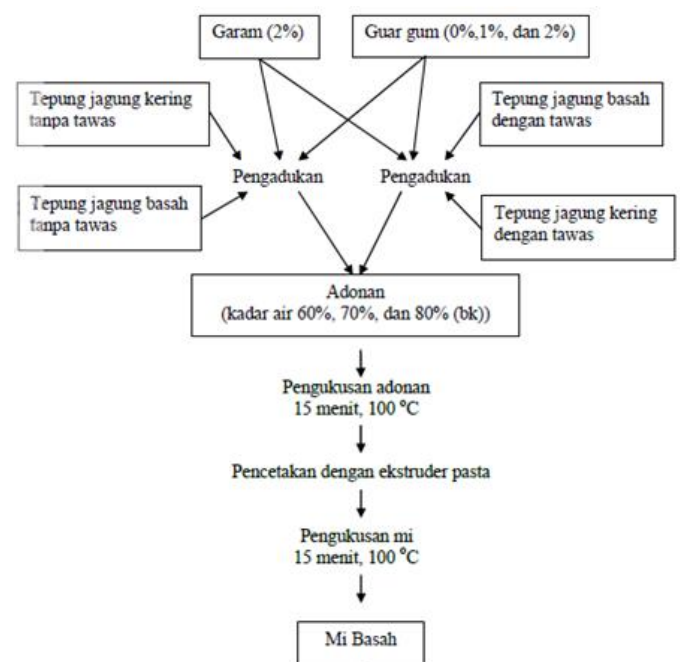
mengkaji pengaruh penambahan guar gum, tawas, dan kadar air terhadap karakteristik mutu fisik mi jagung basah yang dibuat dengan sistem ekstrusi.

## MATERI DAN METODE

### Pembuatan mi Jagung basah

Pembuatan mi basah diawali dengan penentuan proporsi tepung jagung kering dan basah (Aminullah et al., 2016) yang selanjutnya dicampur hingga terbentuk adonan dengan kadar air yang mencapai 60%, 70% dan 80% (bk) dengan perlakuan penambahan guar gum (0%, 1%, dan 2% dari berat total adonan) dan garam (2% dari berat total adonan). Setelah itu, adonan dikukus pada suhu 100oC selama 15 menit yang kemudian dicetak menjadi untaian mi dengan alat ekstruder pasta, dan dikukus kembali pada suhu 100oC selama 15 menit Gambar 1.

Gambar 1. Diagram alir pembuatan mi jagung



### Analisis karakteristik mutu fisik mi jagung basah

#### Analisis warna (hutching,1999)

Analisis dilakukan dengan cara menembakkan *Chromameter* CR-200 yang sebelumnya telah dikalibrasi pada sampel. Hasil yang diperoleh (nilai Y, x, dan y) dikonversi ke sistem Hunter

(nilai L, a, b, dan °Hue) dengan menggunakan persamaan (1), (2), (3), dan (4).

$$L = 10 Y^{1/2} \quad (1)$$

$$a = 17.5 (1.02X - Y) Y^{1/2} \quad (2)$$

dimana  $X = Y (x/y)$

$$b = 7.0 (Y - 0.847Z) Y^{1/2} \quad (3)$$

dimana  $Z = Y \{ [1 - (x+y)] / y \}$

$$^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1} (b/a) \quad (4)$$

### Analisis persen elongasi (Inglet et al, 2005)

Satu untai mi yang telah direbus selama 4 menit dililitkan pada probe dengan jarak antar probe sebesar 2 cm dan kecepatan probe 0.3 cm/s. Persen elongasi dihitung menurut persamaan (5).

$$E (\%) = \frac{\text{waktu putus sampel (s)} \times 0.3 \text{ cm/s}}{2 \text{ cm}} \times 100\%$$

### Analisis kekerasan dan kelengketan (Chen et al., 2002)

Mi basah direhidrasi dengan cara direbus selama 2 menit di dalam air mendidih, kemudian seuntai sampel mi yang telah direhidrasi dengan panjang yang melebihi diameter *probe* diletakkan di atas landasan lalu ditekan *probe* dengan setting up as follows: pre test speed 2.0 mm/s, test speed 0.1 mm/s, post test speed 2.0 mm/s, rupture test distance 1.0 mm, distance 75 mm, force 100 g, time 5 s, and count 2. Gaya yang diperlukan untuk deformasi diukur. Hasilnya berupa kurva yang menunjukkan hubungan antara gaya untuk mendeformasi dan waktu. Nilai kekerasan ditunjukkan dengan *absolute (+) peak* yaitu gaya maksimal, dan nilai kelengketan ditunjukkan dengan *absolute (-) peak*.

### Analisis Kehilangan Padatan Akibat Pemasakan (KPAP) (Oh et al., 1985)

Mi basah sebanyak 5 gram direbus dalam 150 ml air mendidih selama 3 menit lalu mi ditiriskan, kemudian dikeringkan pada suhu 100°C sampai beratnya konstan, lalu ditimbang kembali. Nilai KPAP dihitung melalui persamaan (6).

$$KPAP = 1 - \left[ \frac{d}{e(1-f)} \right] \times 100\% \quad (6)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Warna

Tabel 1 menunjukkan pengukuran warna dimana mi jagung basah pada penelitian ini untuk semua perlakuan memiliki warna kuning kemerahan. Hal ini berdasarkan (Hutching, 1999) yang menjelaskan bahwa nilai °Hue pada rentang 54° - 90° memiliki warna kuning kemerahan. Selain itu, warna kuning kemerahan mi jagung basah ini disebabkan kandungan snyawa karoten yang tinggi. (Suarni dan Widowati, 2016) melaporkan bahwa kandungan karotenoid pada jagung biji kuning berkisar antara 6,4-11,3 µg/g, di mana 22% di antaranya adalah betakaroten dan 51% kriptosantin.

Tabel 1. Hasil pengukuran warna mi jagung basah

Kadar tawas (%)	Kadar air (%)	Kadar guar gum (%)	°HUE	Interpretasi warna
0	60	0	85,14	Kuning kemerahan
0	60	1	85,26	Kuning kemerahan
0	60	2	84,02	Kuning kemerahan
0	70	0	85,55	Kuning kemerahan
0	70	1	84,94	Kuning kemerahan
0	70	2	83,21	Kuning kemerahan
0	80	0	86,42	Kuning kemerahan
0	80	1	83,38	Kuning kemerahan
0	80	2	83,78	Kuning kemerahan

0.01	60	0	84,66	Kuning kemerahan
0.01	60	1	84,57	Kuning kemerahan
0.01	60	2	83,70	Kuning kemerahan
0.01	70	0	85,80	Kuning kemerahan
0.01	70	1	84,82	Kuning kemerahan
0.01	70	2	83,42	Kuning kemerahan
0.01	80	0	86,20	Kuning kemerahan
0.01	80	1	85,80	Kuning kemerahan
0.01	80	2	85,10	Kuning kemerahan

dibandingkan mi dengan kadar air 60%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air maka semakin tinggi pertambahan panjang maksimum mi yang mengalami tarikan sebelum putus. Mi dengan kadar air lebih rendah menciptakan mi yang keras atau kaku sehingga akan mudah putus jika mengalami tarikan. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa mi dengan konsentrasi guar gum 2% memiliki persen elongasi yang lebih tinggi dibandingkan mi dengan konsentrasi guar gum 0%. Guar gum dapat menyebabkan menstabilkan matriks mi sehingga matriks mi akan menjadi lebih lentur yang berakibat pada mi tidak mudah putus ketika mendapat gaya tarikan. Selain itu, penambahan tawas pun akan meningkatkan elongasi mi di mana tawas seperti halnya guar gum dapat menstabilkan matriks mi (Lii and Chang, 1991). Muhandri et al (2011) dan Subarna et al. (2012) melaporkan bahwa persen elongasi mi jagung basah berkisar pada nilai 108.46% dan 120.00%, masing-masing.

### Analisis persen elongasi

Tabel 2 menunjukkan bahwa mi dengan kadar air 70% memiliki persen elongasi yang lebih tinggi

Tabel 2. Persen elongasi mi jagung basah

Kadar air (%)	Kadar tawas (%)	Kadar guar gum (%)			Kadar air	Kadar tawas
		0	1	2		
60	0	163.410 <sup>f</sup>	155.635 <sup>f</sup>	179.990 <sup>ef</sup>	175.321 <sup>x</sup>	216.766 <sup>i</sup>
	0.01	168.145 <sup>f</sup>	182.280 <sup>ef</sup>	202.465 <sup>e</sup>		232.291 <sup>j</sup>
70	0	249.855 <sup>bc</sup>	248.015 <sup>bc</sup>	257.045 <sup>abc</sup>	251.086 <sup>y</sup>	
	0.01	259.375 <sup>abc</sup>	254.295 <sup>abc</sup>	237.930 <sup>cd</sup>		
80	0	203.610 <sup>e</sup>	209.885 <sup>de</sup>	283.445 <sup>a</sup>	247.178 <sup>y</sup>	
	0.01	250.875 <sup>bc</sup>	278.740 <sup>ab</sup>	256.510 <sup>abc</sup>		
Kadar guar gum		215.878 <sup>p</sup>	221.475 <sup>p</sup>	236.231 <sup>q</sup>		

### Analisis kekerasan dan kelengketan

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pengaruh dari tawas tidak signifikan terhadap nilai kekerasan mi jagung basah. Selain itu, hasil uji statistik juga menunjukkan bahwa konsentrasi guar gum dan kadar air memberikan pengaruh yang signifikan pada taraf 5% seperti yang terlihat dalam Tabel 3. Terlihat bahwa kadar air 60% memberikan mi dengan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar 70%. Penurunan kadar air dalam mi basah akan menyebabkan mi menjadi lebih keras atau kaku. Selain itu, peningkatan konsentrasi guar gum dari 0% ke 2% akan menyebabkan mi basah menjadi

lebih lunak dengan nilai kekerasan sebesar 3036.850 dan 2819.983 gF. Penambahan guar gum akan menstabilkan matriks bahan sehingga tekstur (kekerasan) mi akan menjadi kurang kaku. Interaksi tawas dan kadar air, guar gum dan kadar air, dan guar gum, tawas, dan kadar air memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekerasan mi basah yang ditunjukkan dengan nilai  $p < 0.05$ , sedangkan interaksi guar gum dan tawas tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kekerasan. Hal ini menunjukkan bahwa kesinergisan faktor-faktor terhadap hasil kekerasan mi basah jika kadar air terlibat di dalamnya sehingga mi basah yang dibuat harus memperhatikan air yang akan ditambahkan dalam bahan.

Tabel 3. Tingkat kekerasan mi jagung basah

Kadar air (%)	Kadar tawas (%)	Kadar guar gum (%)			Kadar air	Kadar tawas
		0	1	2		
60	0	2732.250 <sup>def</sup>	2684.550 <sup>ef</sup>	2632.500 <sup>f</sup>	3015.308 <sup>x</sup>	2975.083 <sup>i</sup>
	0.01	3837.950 <sup>a</sup>	3476.650 <sup>ab</sup>	2727.950 <sup>def</sup>		2894.761 <sup>i</sup>
70	0	2552.650 <sup>f</sup>	3054.350 <sup>cde</sup>	3208.700 <sup>bc</sup>	2807.033 <sup>y</sup>	
	0.01	2670.000 <sup>ef</sup>	2680.300 <sup>ef</sup>	2676.200 <sup>ef</sup>		
80	0	3737.400 <sup>a</sup>	3120.200 <sup>bcd</sup>	3053.150 <sup>cde</sup>	2982.425 <sup>x</sup>	
	0.01	2690.850 <sup>ef</sup>	2671.550 <sup>ef</sup>	2621.400 <sup>f</sup>		
Kadar guar gum		3036.850 <sup>p</sup>	2947.933 <sup>q</sup>	2819.983 <sup>q</sup>		

Kelengketan mi basah dipengaruhi secara signifikan pada taraf 5% oleh konsentrasi tawas dan kadar air, sedangkan konsentrasi guar gum tidak berpengaruh secara signifikan. Uji lanjut Duncan yang terlihat pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai kelengketan pada kadar air 80% lebih tinggi dibandingkan kadar air 70%. Kadar air yang semakin tinggi akan menyebabkan difusi yang lebih tinggi sehingga permukaan bahan pangan akan menjadi lebih lengket dibandingkan dengan kadar air yang lebih rendah. Mi basah tanpa menggunakan tawas terlihat lebih lengket dibandingkan dengan tawas 0.01%. Tawas memiliki peran sebagai pengikat komponen-

komponen dalam adonan, sehingga komponen-komponen tersebut tidak lepas ketika mi dimasak dan sebagai penguat tekstur mi. Fadlillah (2005) dan Kusnandar (1998) menjelaskan penggunaan tawas dapat membuat tekstur mi menjadi lebih baik seperti menurunkan kelengketan mi. Selain itu, berdasarkan hasil statistik juga kelengketan dipengaruhi secara signifikan oleh interaksi tawas dan kadar air serta interaksi tawas, kadar air, dan guar gum dimana  $p < 0.05$  dengan taraf 5%. Lii and Chang (1991) menjelaskan bahwa tawas memiliki sinergisitas dengan air di mana tawas dapat mengurangi daya serap air mi sehingga kelengketan pada mi dapat berkurang.

Tabel 4. Tingkat kelengketan mi jagung basah.

Kadar air (%)	Kadar tawas (%)	Kadar guar gum (%)			Kadar air	Kadar tawas
		0	1	2		
60	0	-1150.885 <sup>efg</sup>	-1085.415 <sup>fg</sup>	-1297.840 <sup>cdefg</sup>	-1354.993 <sup>xy</sup>	-1408.582 <sup>i</sup>
	0.01	-1796.610 <sup>ab</sup>	-1629.240 <sup>bc</sup>	-1169.970 <sup>efg</sup>		-1278.785 <sup>j</sup>
70	0	-1196.790 <sup>defg</sup>	-1595.660 <sup>bcd</sup>	-1541.300 <sup>bcde</sup>	-1235.888 <sup>x</sup>	
	0.01	-1001.700 <sup>g</sup>	-1110.380 <sup>fg</sup>	-969.495 <sup>g</sup>		
80	0	-2017.435 <sup>a</sup>	-1453.555 <sup>bcd</sup>	-1338.360 <sup>cdefg</sup>	-1440.170 <sup>y</sup>	
	0.01	-1197.980 <sup>defg</sup>	-1269.485 <sup>cdefg</sup>	-1364.205 <sup>cdefg</sup>		
Kadar guar gum		-1393.567 <sup>p</sup>	-1357.289 <sup>p</sup>	-1280.195 <sup>p</sup>		

### Analisis kehilangan padatan akibat pemasakan (KPAP)

(Hou dan Kruk, 1998) menjelaskan bahwa KPAP atau *cooking loss* merupakan salah satu parameter terpenting untuk produk mi basah dalam bentuk matang di mana mi tersebut dikatakan memiliki tekstur yang baik dan homogen jika nilai KPAP mi tersebut rendah. Menurut (Chen et al, 2003) KPAP terjadi karena pada saat pemasakan sebagian kecil pati dari untaian mi terlepas ketika dilakukan proses pemasakan. Peningkatan konsentrasi guar

gum pada mi jagung basah cenderung menurunkan nilai KPAP mi (Tabel 5) yang mana hal ini disebabkan guar gum yang dapat berfungsi sebagai pengikat komponen-komponen adonan, sehingga tidak lepas ketika mi dimasak. Semakin tinggi konsentrasi guar gum, semakin besar kemampuan pengikatan. Tabel 5 juga menunjukkan pengaruh penambahan air pada mi jagung basah di mana semakin tinggi kadar airnya cenderung menurunkan nilai KPAP mi. Mi yang memiliki kadar air lebih rendah menciptakan mi yang cenderung keras atau kaku dan matriks yang belum kompak sehingga ketika dimasak atau

direbus maka kehilangan padatan akan semakin tinggi. Selain itu, Tabel 5 menunjukkan nilai KPAP mi jagung basah yang berkisar antara 4.60-6.91%. (Muhandri et al, 2011) dan (Subarna et al, 2012) melaporkan bahwa nilai KPAP (cooking loss) mi jagung basah sebesar 7.19% dan 4.80%, masing-masing.

Tabel 5. KPAP mi jagung basah

Kadar air (%)	Kadar guar gum (%)			Kadar air
	0	1	2	
60	6.845 <sup>a</sup>	6.914 <sup>a</sup>	5.470 <sup>bc</sup>	6.409 <sup>x</sup>
70	5.476 <sup>bc</sup>	5.664 <sup>b</sup>	4.756 <sup>bc</sup>	5.299 <sup>y</sup>
80	4.596 <sup>c</sup>	4.918 <sup>bc</sup>	5.186 <sup>bc</sup>	4.900 <sup>y</sup>
Kadar guar gum	5.639 <sup>p</sup>	5.832 <sup>p</sup>	5.137 <sup>q</sup>	

### KESIMPULAN

Hasil uji statistik penambahan guar gum, tawas, dan air terhadap karakteristik mutu fisik mi jagung basah menunjukkan interaksi konsentrasi guar gum, tawas, dan kadar air berpengaruh nyata terhadap kelengketan, kekerasan, dan persen elongasi. Sedangkan pada kehilangan padatan akibat pemasakan (KPAP), interaksi antara konsentrasi guar gum dan kadar air berpengaruh nyata. Konsentrasi guar gum yang semakin meningkat menyebabkan menurunnya tingkat kekerasan dan tingkat KPAP mi serta meningkatnya persen elongasi mi. Penambahan tawas pada mi jagung basah menyebabkan mi relatif menjadi lebih *rigid*/keras dengan nilai kelengketan dan kekenyalan mi yang relatif menurun serta menyebabkan persen elongasi menjadi meningkat.

### DAFTAR PUSTAKA

Aminullah, Muhandri, T, dan Subarna. 2016. Optimasi pengolahan mie jagung secara giling basah berbahan baku jagung jenis pioneer-21 dengan metode ekstrusi. *Jurnal Agroindustri Halal*. 2 (1): 43-50.

Astawan, M. 2004. Membuat mi dan bihun. Penebar Swadaya, Jakarta.

Chen Z, Sagis L, Legger A, Linssen JPH, Schols HA, and Voragen AGJ. 2002. Evaluation of starch noodles made from three typical Chinese sweet potato starches. *J Food Sci*. 67: 3342-3347.

Chen, Z., Schols H.A., and Vorgaren A.G.J. 2003. Starch granule size strongly determines starch noodle processing and noodle quality. *Journal Food Chamisry and Toxicology*. 68: 1584-1589.

Fadlillah, H. N. 2005. Verifikasi formulasi mi jagung instan dalam rangka penggandaan skala. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Hou, G. and M. Kruk. 1998. Asian Noodle Technology. <http://www.secure.aibonline.org/catalog/example/V20Iss12.pdf>. [28 Juni 2008].

Hutching, J. B. 1999. Food Color and Appearance, 2nd ed. Aspen publisher, Inc, Gaithersburg, Maryland.

Inglet GE, Peterson SC, Carriere CJ, and Maneepun S. 2005. Rheological, textural, and sensory properties of Asian noodles containing an oat cereal hydrocolloid. *J Food Chem*. 90: 1-8.

Juniawati. 2003. Optimasi proses pengolahan mi jagung instan berdasarkan kajian preferensi konsumen. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Kusnandar F. 1998. Effect of processing conditions, additives and starch substitution on the quality of starch noodle. Thesis. Faculty of Food Science and Biotechnology. Universiti Putra Malaysia.

Lii, C.Y. and Chang, Y.H. 1991. Study of Starch In Taiwan. *Food Review International* Vol. 7, P. 186-203.

Matz, S. A. 1984. Snack Food Technology, 2nd edition. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.

Muzhingi T, Yeum KJ, Russell RM, Johnson EJ, Qin J, and Tang G. 2008. Determination of carotenoids in yellow maize, the effects of saponification and food preparations. *Int. J. Vitam. Nutr. Res*. 78 (3): 112-120.

Moreau RA, Johnston DB, and Hicks KB. 2007. A Comparison of the levels of lutein and zeaxanthin in corn germ oil, corn fiber oil and corn kernel oil. *J Am Oil Chem Soc*. 84:1039-1044.

- Muhandri T, Ahza AB, Syarief R, Sutrisno. 2011. Optimasi proses ekstrusi mi jagung dengan metode respon permukaan. *J Teknol dan Industri Pangan*. 22(2):97-104.
- Oh, N. H., P. A. Seib, and D. S. Chung. 1985. Effect of processing variables on the quality characteristic of dry noodles. *Cereal Chem*. 62(6): 437-440.
- Perry A, Rasmussen H, and Johnson EJ. 2009. Xanthophyll (lutein, zeaxanthin) content in fruits, vegetables, and corn, and egg products. *Journal of Food Composition and Analysis*. 22: 9-15.
- Scott CE and Eldridge AL. 2005. Comparison of carotenoid content in fresh, frozen, and canned corn. *Journal of Food Composition and Analysis*. 18: 551-559.
- Suarni dan Widowati S. 2016. Struktur, Komposisi, dan Nutrisi Jagung. Di dalam: Jagung, Teknik Produksi dan Pengembangan. Jakarta (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Hal 410-426
- Subarna, Muhandri T, Nurtama B, dan Firlieyanti AS. 2012. Peningkatan mutu mi kering jagung dengan penerapan kondisi optimum proses dan penambahan monogliserida. *J Teknol dan Industri Pangan*. 23(2): 146-152.