

STUDI EKSPERIMENTAL PROTOTIP I MESIN EKSTRUDER MIE JAGUNG

Halomoan P. Siregar¹, Satya A. Putra¹, Andi Taufan¹, Novrinaldi¹, Yose R. Kurniawan¹

¹ Staf Peneliti – Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI

Keywords :

*Extruder machine
Corn noodles
Experimental studies
Small industry*

Abstract :

Experimental study have been done on the first prototype extruder machine for processing corn noodle. The materials that are extruded noodles made from whole corn flour mixed with water and salt to form a dough reaches the water content of 90% dry basis and 70% dry basis each. Pretreatment of corn flour dough made by the process of steaming for 20 minutes, then put into the hopper of extruder machine to undergo the extrusion process to produce noodles. Experiments performed with several variations of the rotation extruder shaft machine by setting on the instrument frequency rate inverter used is at 15, 25, 35 and 45 Hz and produces shaft extruder rotation, 38, 55, 78, 101 rpm respectively. Parameters recorded include noodles capacity generated, the amount of current amperes happens, residence time, solid loss due to cooking or KPAP, water content of noodles, noodles elongation and diameter of noodles. Prime mover of extruder machine used is 3 phase electric motor and transmitted to the shaft with gear reduction extruder machine 1: 10 with a V-belt and then connected to the engine shaft by transmission chain clutch. The experimental results show that the results of an extruder machine is selected and considered optimum to be operated in small industry was on lap 35 rpm with a resulting capacity of approximately 25-50 kg / h and the electric motor power 6.5 kW propulsion needed. In addition to performance extruder machines, will be presented also the characteristics of the resulted noodles.

PENDAHULUAN

Salah satu diversifikasi pengolahan jagung menjadi produk pangan antara lain mie jagung, nasi jagung dan lain sebagainya. Jagung memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi tapi rendah serat. Untuk menghemat waktu penyajiannya maka perlu disiapkan dalam bentuk instan. Pada penelitian ini akan dikembangkan produk pangan jagung yang memiliki serat cukup, kaya nutrisi, dan mudah/praktis dalam penyajiannya. Untuk menciptakan usaha yang menghasilkan suatu produk yang berkualitas diperlukan sistem produksi yang bisa diterapkan pada usaha kecil menengah (UKM). Pada penelitian ini sasaran kegiatan adalah melakukan studi eksperimen mesin ekstruder skala UKM hasil rancangan program sebelumnya, yang merupakan salah satu peralatan utama sistem produksi pangan jagung instan.

Ketertarikan Indonesia terhadap beras masih tinggi, yaitu sebesar 104.2 kg/kap/thn (Deptan, 2008); 139.3 kg/kap/th (BPS, 2008) meskipun produksi beras nasional tahun 2008 (59.88 juta ton) meningkat 11.51% dari tahun 2004 (53.7 juta ton) (BPS, 2008). Salah satu kebijakan pembangunan pangan dalam mencapai ketahanan pangan adalah melalui diversifikasi pangan, yang dimaksudkan untuk memberikan alternatif bahan pangan sehingga mengurangi ketergantungan terhadap beras. Dalam rangka mencapai ketahanan pangan, pemerintah Indonesia melalui kebijakan pengembangan pangan

tahun 2005-2010 menargetkan swasembada lima komoditas strategis, yang salah satunya adalah jagung (www.litbang.deptan.go.id). Produksi jagung pada tahun 2009 diprediksi mencapai 17.041.215 kuintal dengan luas panen 4.096.838 hektar (Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, 2009). Jagung merupakan salah satu komoditas unggulan nasional. Pengembangan pengolahan pangan berbasis jagung sejauh ini mengarah pada makanan ringan (*snack*) dan *intermediate product* (*High Fructose Syrup/HFS*, pati, dan sebagainya). Dalam rangka meningkatkan ketahanan pangan untuk memenuhi kebutuhan pangan pokok maka perlu adanya pengembangan produk pangan pokok selain beras. Salah satu komoditas yang prospektif untuk dikembangkan adalah jagung antara lain menjadi mie jagung. Jagung memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi tapi rendah serat (Suarni dan S. Widowati, 2006).

Di lain pihak peralatan mesin pengolahan pangan jagung khususnya di UKM masih belum begitu banyak berkembang. Peralatan mesin masih banyak diimpor, walaupun di dalam negeri sudah mulai berkembang pembuatan mesin pengolah pangan jagung ini, tetapi masih relatif mahal dan belum memberikan hasil yang diharapkan. Diperlukan pengembangan mesin-mesin pengolah pangan khususnya produk jagung untuk diversifikasi produk pangan yang sudah ada, untuk membuka peluang bagi UKM. Oleh karena itu, telah dirancang

bangun konstruksi mesin *extruder* ulir tunggal untuk produk pangan jagung yang sesuai penggunaannya di UKM. Proses ekstruksi pangan untuk membentuk suatu produk akhir, merupakan salah satu tahapan proses paling penting dalam pengolahan pangan jagung menjadi bentuk produk olahan instan. Mesin ekstruder adalah alat untuk mencetak bahan melalui proses ekstrusi (Harper, 1981) Proses ekstrusi terdiri dari beberapa kombinasi proses antara lain proses *mixing*, *cooking*, *kneading*, *shearing* dan *forming* (Fellows, 1990). Inti peralatan extruder terdiri dari *screw pump* atau *screw press*, dimana bahan adonan makanan dikompres membentuk massa *semi-solid* di dalam ruang silinder (*barrel*) memanjang dan dipaksa keluar melalui lobang pembukaan yang terbatas (*die*) pada sisi ujung pengeluaran dari *screw*. Apabila bahan makanan dipanaskan, maka disebut *extrusion cooking* atau *hot extrusion*. Panas yang digunakan dalam proses pemasakan dapat berasal dari injeksi uap (secara langsung), dari jaket pemanas (secara tidak langsung), dan dapat juga dilakukan dengan memanaskan adonan sebelum dimasukkan ke mesin ekstruder disamping berasal dari energi panas yang timbul dari gesekan adonan selama proses ekstrusi (Harper, 1981).

Ekstruder berulir tunggal terdiri atas ulir yang berputar pada *barrel* silinder. Ekstruder ulir tunggal dapat diklasifikasikan menjadi : *high shear extruder* (untuk produk-produk sereal sarapan pagi dan makanan ringan), *medium shear extruder* (untuk produk-produk semi basah), dan *low shear extruder* (untuk pasta dan produk-produk daging). Biaya investasi dan biaya operasi ekstruder berulir tunggal lebih rendah daripada biaya ekstruder berulir ganda, selain itu tidak dibutuhkan tenaga ahli untuk pengoperasian dan perawatan *extruder* berulir tunggal (Fellows, 2000).

Pada tulisan ini akan dipaparkan studi eksperimental mesin ekstruder prototip I untuk produksi mie jagung basah untuk dapat diimplementasikan di UKM. Penggerak mesin ekstruder pada eksperimen ini adalah motor listrik 3 fasa ditransmisikan ke poros mesin ekstruder dengan rodagigi reduksi 1 : 10 dengan V-belt dan selanjutnya disambung ke poros mesin dengan transmisi kopling rantai. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa hasil mesin ekstruder yang dipilih dan dianggap optimum untuk dioperasikan di industri kecil adalah pada putaran 35 rpm dengan kapasitas yang dihasilkan kurang lebih 25 - 50 kg/jam dan daya motor listrik penggerak dibutuhkan 6,5 kW. Selain kinerja mesin ekstruder, akan dipaparkan juga karakteristik mie yang dihasilkan.

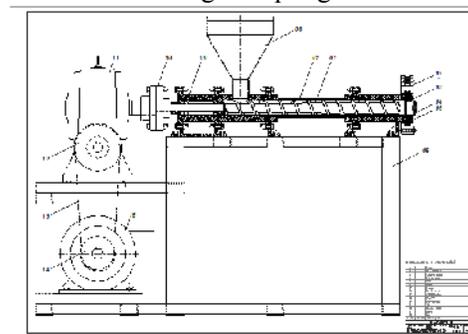
METODOLOGI PENELITIAN

Bahan mie yang di-ekstrusi terbuat dari tepung jagung murni seluruhnya dicampur dengan air dan garam secukupnya membentuk adonan. Adonan pertama menggunakan tepung dengan kehalusan 100 *mesh*, dibuat mencapai kadar air 90 % basis kering

dan adonan kedua mencapai 70 % basis kering. Perlakuan awal terhadap masing-masing adonan tepung jagung dengan proses pengukusan selama 20 menit. Eksperimen dilakukan dengan beberapa variasi putaran poros mesin ekstruder 38, 55, 78, 101 rpm yang diatur dengan instrumen *inverter* terhadap kedua macam adonan diatas. Banyak bahan yang digunakan pada setiap variasi putaran eksperimen adalah 2 kg tepung jagung. Parameter yang dicatat antara lain kapasitas mie yang dihasilkan, besaran arus listrik yang terjadi untuk menghitung daya yang dibutuhkan, waktu tinggal (*resident time*), rendemen, kehilangan padatan akibat pemasakan atau KPAP, kadar air mie, elongasi mie serta diameter mie. Teknik pengukuran kapasitas mesin ekstruder dilakukan dengan menimbang mie yang dihasilkan per menit dan diambil besaran rata-rata pada kondisi stabil kemudian dilakukan ekstrapolasi. *Die* yang digunakan pada eksperimen ini mempunyai lobang sebanyak 24 buah dengan diameter lobang 2 mm.

Mesin ekstruder prototip I yang dilakukan pengujiannya mempunyai ulir tunggal dirancang untuk *medium shear extruder* untuk produk-produk semi basah, beroperasi pada rentang tekanan *barrel* 588 – 6178 kPa (Riaz M.N., 2000). Berikut gambar skema mesin ekstruder prototip I pada Gambar 1 dan foto hasil konstruksi pada Gambar 2 dengan komponen utama terdiri dari poros *screw* atau ulir yang semakin membesar diameternya kearah ujung, tetapi diameter ulir tetap sama, *barrel* (silinder yang menyelubungi ulir), *breaker plate* (penyearah aliran adonan) berada di depan ujung ulir kemudian *die* (cetakan) di depan *breaker plate* dan corong pemasukan adonan pada sisi awal ujung *barrel*. Silinder *barrel* dibuat 3 (tiga) bagian mulai dari corong pemasukan hingga ujung *barrel* masing-masing berfungsi sebagai tahap *feeding* pencampuran, kompresi dan *metering* (tahap *cooking* dan kontrol tekanan) pada bagian ujung sebelum *die*.

Sistem transmisi 2 tingkat yaitu dari motor listrik penggerak ke *gearbox* dengan puli – V belt kemudian dari *gearbox* ke poros *screw* mesin ekstruder dengan kopling rantai.



Gambar 1 . Gambar teknik mesin ekstruder Jagung

Karakteristik mie hasil ekstrusi terutama ditentukan oleh angka KPAP dan elongasi. Pengukuran elongasi dilakukan dengan menggunakan alat *rheoner*. Elongasi dinyatakan dalam satuan persen (%). Nilai elongasi mie basah jagung mulai dari yang tertinggi berturut-turut adalah 20,04% (pengukusan 10 menit); 19,78% (pengukusan 7 menit); 18,29% (pengukusan 3 menit) dan 14,24% (pengukusan 5 menit). Data tersebut menunjukkan bahwa secara umum peningkatan nilai elongasi berbanding lurus dengan semakin lamanya waktu pengukusan. Proses pengukusan bertujuan untuk membentuk pati tergelatinisasi. Lebih lanjut, pati tergelatinisasi ini dapat menjadi zat pengikat

antar granula pati di dalam adonan tepung sehingga meningkatkan elongasi ini.



Gambar 2. Foto konstruksi mesin ekstruder

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut data hasil eksperimen mesin ekstruder prototip I Tabel 1 dan Tabel 2,

Tabel 1. Data hasil eksperiment mesin ekstruder dengan bahan adonan kadar air 90 % basis kering. *

No	Setting Freq. (Hz)	Putaran Screw (Rpm)	Kapasitas (kg/jam)	Daya Motor Rata2 (kW)	Resident time (detik)	Rendemen (%)	KPAP (%)	K.A (%)	Elongasi (%)	Dia. mie (mm)
1	15	38	38,4	4,2	68	75,6	10,2	46,2	18,7	2,23
2	25	55	60,14	4,8	37,9	76,4	12,6	46,8	18,4	3,5
3	35	78	84,46	5,5	27,7	75,5	13,7	47,6	18,8	2,06
4	45	101	104,84	6,7	19,2	74,3	11,6	48,0	18,3	2,3

*Laporan Monev tengah semester, 2013

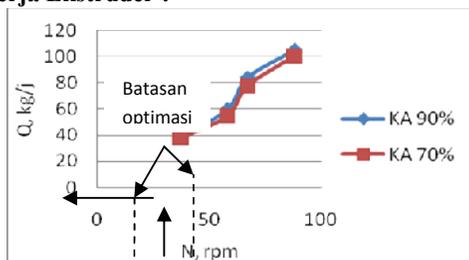
Tabel 2. Data hasil pengujian mesin *extruder* dengan bahan adonan pada kadar air 70 % basis kering *

No	Setting Freq. (Hz)	Putaran Screw (Rpm)	Kapasitas (kg/jam)	Daya Motor Rata2 (kW)	Resident time (detik)	Rendemen (%)	KPAP (%)	K.A (%)	Elongasi (%)	Dia. mie (mm)
1	15	38	37,2	3,7	61,8	80,45	12,4	47,2	16,22	-
2	25	55	57,5	4,8	38,5	80,19	13,3	46,7	18,77	-
3	35	78	66,6	6,6	25,9	86,05	9,5	39,7	19,37	-
4	45	101	85,77**	6,55	23,5**	86,88	7,5**	40,2	20,46**	-

* Laporan monev tengah semester, 2013

**Penyimpangan-data

Kinerja Ekstruder :

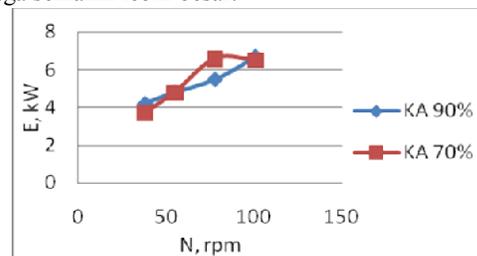


Makin besar kecepatan putar makin besar kapasitas dihasilkan, sehingga pemilihan putaran penting untuk menyesuaikan kapasitas produksi yang diinginkan.

Pada adonan 70 % KA juga hampir sama performansinya. Dengan batasan (*constraint*) industri kecil, maka *area* operasi ekstruder dipilih antara kapasitas 25 – 50 kg/jam.

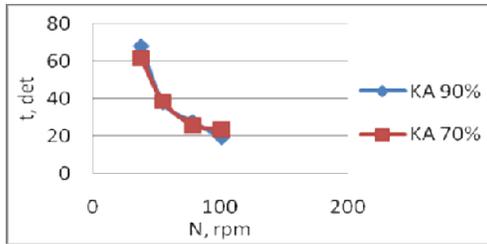
Demikian juga makin besar putaran *screw* maka daya dibutuhkan juga makin besar atau makin besar

kapasitas ekstruder, maka daya yang dibutuhkan juga semakin lebih besar.



Grafik daya vs putaran

Makin besar putaran *screw* maka *residence time* makin kecil, sedangkan pengaruh putaran pada elongasi tidak begitu berarti. Resident time tidak begitu berpengaruh pada KA 90 dan 70 %.



Grafik residence time vs putaran

Optimasi

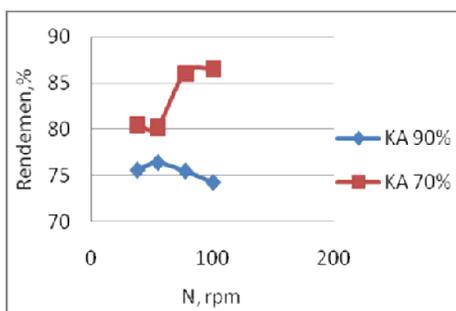
Dalam hal ini optimasi dimaksudkan terhadap parameter *power* penggerak, kapasitas dan putaran *screw* dengan kendala batasan penggunaan pada industri kecil. Optimasi terhadap geometri *screw* tidak dilakukan dan konstan, perubahan dimensi kemungkin pada perbaikan dimensi yang dianggap masih berlebihan serta penggunaan jenis bahan yang sesuai untuk pangan..

Specific Energy Consumption (SEC)

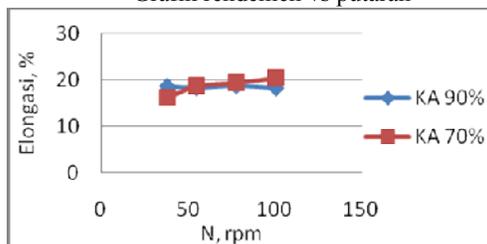
Specific energy consumption merupakan konsumsi energi langsung pada proses ekstrusi pada adonan melalui, *die* ditentukan oleh rasio daya *input* terhadap kapasitas. Besaran *specific energy consumption* pada skala kapasitas UKM adalah 0,12 – 0,22 kWh per kg adonan yang diproses, relatif kecil.

Rendemen

Rendemen dimaksudkan adalah rendemen penggunaan bahan, yaitu sisa bahan adonan yang tertinggal dalam scre dan ruang penekanan die. Dalam hal ini pada adonan KA 70 % relatif lebih sedikit dari pada adonan 90 %, kemungkinan akibat adonan yang lebih lengket pada KA 90 %.

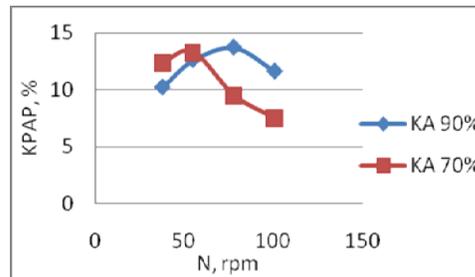


Grafik rendemen vs putaran



Grafik elongasi vs putaran

KPAP (kehilangan padatan akibat pemasakan) :



Grafik KPAP vs putaran

Pengaruh putaran pada KPAP : makin besar putaran makin besar KPAP.

Pengukuran KPAP / cooking loss (Oh et al., 1985) Penentuan KPAP dilakukan dengan cara merebus 5 gram mie dalam 150 ml air. Setelah mencapai waktu optimum perebusan, mie ditiriskan dan disiram air, kemudian ditiriskan kembali selama 5 menit. Mie kemudian ditimbang dan dikeringkan pada suhu 100°C sampai beratnya konstan, lalu ditimbang kembali. KPAP dihitung dengan rumus berikut:

$$KPAP(\%) = \frac{\text{berat pada tan yang terlepas}}{\text{berat ker insampel}}$$

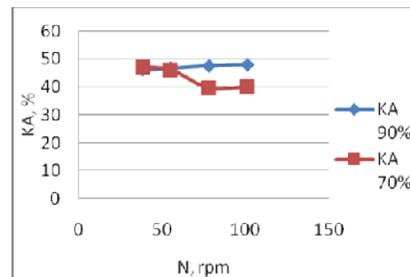
Hou dan Kruk (1998) menyatakan bahwa parameter fisik terpenting untuk mie basah adalah elongasi (ekstensibilitas) dan KPAP. Semakin rendah nilai KPAP mie matang menunjukkan bahwa mie tersebut memiliki tekstur yang baik dan homogen.

Elongasi

Elongasi menggambarkan kemampuan mie untuk meregang (memanjang) dari ukuran awal pada saat menerima tekanan.

Pada pengujian mie jagung yang dilakukan mempunyai angka 16 – 20 %, dan angka ini masih di dalam rentang angka tersebut diatas dan cukup baik.

Kadar air mie



Kadar air mie dihasilkan dalam rentang 40 - 48 %.

Table 3. Spesifikasi desain mesin ekstruder prototip I untuk UKM

Parameter Desain	Besaran	Keterangan
Capacity, kg/hr	25 – 50	
Screw rotation, rpm	30 - 50	
Screw shaft diameter, mm	65	
Power input, kW	6,5	
Length of screw, mm	730	
Barrel diameter, mm	95	
Helix angel	17.6 ⁰	
Flight height, H, mm	8.0	
Radial screw clearance, δ , mm	0,2	
Flight width, e, mm	50	
Barrel pressure, kPa	588 – 6178	
Product density	320 – 800 grams/L	
Die hole	circular	



Gambar 3. Foto kegiatan eksperimen mesin Ekstruder

KESIMPULAN

Dari studi eksperimen yang dilakukan terhadap mesin ekstruder mie jagung, maka beberapa hal dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kapasitas operasional mesin ekstruder untuk skala UKM dipilih pada kapasitas 25 – 50 kg/jam, dengan daya motor listrik penggerak kurang lebih 4,5 - 6,5 kW dan putaran poros screw 30 – 50 rpm.
2. Pada kadar air adonan 70 dan 90 % basis kering, pengaruhnya terhadap KPAP dan elongasi mie relatif hampir sama..
3. *Specific Energy Consumption* dari mesin ekstruder relatif kecil yaitu 0,12 – 0,22 kWh per kg adonan.

4. Kadar air mie dihasilkan 40 - 48 % basis basah.
5. Rendemen penggunaan bahan pada adonan KA 70 % lebih rendah dari pada adonan 90 %. Cenderung makin rendah rendemen apabila adonan lebih diturunkan. Dalam hal ini perlu penelitian lebih lanjut.
6. Diperlukan penelitian lanjut untuk pemakaian tepung pada angka *mess* yang lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Riaz M.N., 2000, *Extruders in Food Application*, CRC Press. Inc., Boca Raton Florida
- Fellow P.J., (1990), *Food Processing Technology*, Ellis Horwood Ltd., USA.
- Heldman, D. R., 2007, *Handbook of Food Engineering*, CRC Press, New York USA
- Harper, M.J., 1981, *Extrusion of Foods*. Vol. I: CRC Press. Inc., Boca Raton Florida.
- Atoyán S.V., Generalov M.B., Trutnev N.S., 2000, *Input Power Required for Compaction of Powdered Materials in Screw Presses*, Chemical and Petroleum Engineering, Vol. 36, Nos. 3- 4, 20 Mei 2013, link.springer.com/..pdf
- Siregar H.P, Yose R. Kurniawan, Andi Taufan and Satya A. Putra, "Design Optimization Study of Food Extruder Machine for Small and Middle Industry". Proceeding International Conference and Exhibition on Sustainable Energy and Advance Materials, Fakultas Teknik Mesin – page 342 – 347, UNS, 3 – 4 October 2011.
- Novrinaldi, Satya A. Putra, Andi Taufan, Halomoan P. Siregar, "Studi Desain Screw Feeder untuk Mesin Extruder Mie Jagung untuk Industri Kecil", Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin 8 (SNTM 8), hal. D24 s/d D28, Fakultas Teknik – Univ. Kristen Petra, Surabaya, 20 Juni 2013.
- Ang H.G., Kwik C.Y., Lim Th.K.K., *High Protein Extruded Snackfood*, Asean Protein Project Occasional Paper No. 1, 1984.
- N.H. Oh, P.A. Seib, C.W. Deyoe dan A.B. Ward, *Noodles I, Measuring The Textural Characteristics of Cooked Noodles*, Cereal Chem. 60 : 433, 1983