

MEKANISME PROSES PEMBUATAN MI BERBAHAN BAKU JAGUNG

Tjahja Muhandri

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, FATETA - IPB

Peneliti SEAFast Center - IPB

Email : cahyomuhandri@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian tentang proses pembuatan mi berbasis jagung, secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga metode yaitu kalendering, ekstrusi pencetak dan ekstrusi pemasak-pencetak. Meskipun demikian belum semua penelitian yang dilakukan dapat menghasilkan mi yang baik, yaitu yang memiliki *cooking loss* rendah dan elongasi tinggi. Tujuan dari makalah ini adalah mengkaji berbagai mekanisme proses untuk menghasilkan mi jagung yang bermutu tinggi, termasuk mekanisme adonan selama proses pembuatan mi. Mi berbasis tepung jagung memiliki karakteristik unik yang berbeda dibandingkan dengan mi dari pati dan mi dari tepung terigu. Mi dari tepung jagung memerlukan mekanisme gelatinisasi, pemecahan granula tepung dan retrogradasi. Tahapan proses tersebut memerlukan kadar air, tekanan dan tekanan geser (*shear stress*) pada adonan yang optimum, sehingga mi dari tepung jagung memiliki *cooking loss* yang tinggi dan elongasi yang rendah.

Kata kunci: Mi jagung, mekanisme proses, pemecahan granula, tekanan, tekanan geser

ABSTRACT. Tjahja Muhandri. 2012. **Mechanism of Process Noodle From Corn.** The research on corn noodle process could be classified to three types, i.e. calendering, forming extrusion, and cooking-forming extrusion. However, not all the researches can determine the optimum corn noodle characteristics i.e. lower *cooking loss*, and higher elongation. The objective of this paper is to review characteristics of process in producing an optimum corn flour noodle including dough properties mechanism during noodle processing. Corn flour noodle has the specific process characteristics compare to wheat flour noodle and starch noodle. Corn flour noodle need gelatinization, rupture of flour granule, and retrogradation mechanisms. These mechanisms need optimum moisture content, compression, and *shear stress* on the corn flour dough.

Key words: Corn noodle, mechanism of process, rupture, *shear stress*

PENDAHULUAN

Pembuatan mi dari tepung jagung berbeda dengan pembuatan mi dari terigu. Tam et al. ¹ menjelaskan bahwa mi yang dibuat dari bahan berpati termasuk tepung jagung mengandalkan proses gelatinisasi dan mekanisme retrogradasi untuk membentuk jaringan struktur mi yang kokoh.

Pembuatan mi dari bahan baku tepung non terigu (jagung, beras, sorgum) telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Teknik pembuatan yang dapat menghasilkan produk mi dengan mutu yang baik (elongasi tinggi dan *cooking loss* rendah) telah dilaporkan yaitu mi jagung dengan ekstruder pencetak yang diberikan dorongan pada adonan ², mi jagung dengan ekstruder pemasak-pencetak ³, mi sorgum dengan ekstruder pencetak ⁴, bihun sagu dengan ekstruder pencetak ⁵, mi ubi jalar

dengan ekstruder pencetak ⁶ dan vermiselli beras dengan ekstruder pemasak pencetak ⁷.

Karakteristik mutu mi berbahan tepung non terigu yang baik dapat dicapai jika adonan tepung mengalami gelatinisasi, tekanan dan *shear stress* yang cukup ^{7,8,9}. Marti et al. ⁸ menyatakan bahwa produk mi (dari tepung beras) yang diproses dengan ekstruder pemasak-pencetak memiliki *cooking loss* sebesar 4,2%, jauh lebih rendah dibandingkan dengan *cooking loss* pasta yang dibuat dengan ekstruder pencetak (ekstruder pasta) yaitu 15,9%. Hal ini disebabkan oleh kecukupan proses gelatinisasi dan *shear stress*.

Suhendro et al. ⁶ melaporkan bahwa mi sorgum yang baik dihasilkan dari tiga kali melewati adonan pada ekstruder. Marti et al. ⁸ menyatakan bahwa selama proses *extrusion-cooking* pasta, suhu tinggi dan *shear stress* menyebabkan

terjadinya gelatinisasi dan pemecahan granula pati. Setelah retrogradasi, polimer pati akan berikatan ulang dan menghasilkan struktur matrik yang baru.

Teknologi yang sama juga dapat dilakukan untuk pembuatan mi jagung. Beberapa tipe ekstruder telah digunakan diantaranya adalah ekstruder pasta atau ekstruder pencetak^{10, 2} dan ekstruder pemasak-pencetak³. Putra¹² mengembangkan teknologi gabungan antara ekstruder dan kalendering.

Seluruh penelitian yang telah dilakukan memiliki tujuan untuk menghasilkan mi jagung dengan karakteristik mutu utama yang baik yaitu *cooking loss* yang rendah dan elongasi yang cukup tinggi⁸. Namun demikian, belum semua penelitian yang telah dilakukan dapat menghasilkan mi jagung dengan mutu yang baik. Belum ada penelitian atau tulisan yang menjelaskan tentang mekanisme proses yang harus dipenuhi untuk dapat menghasilkan mi jagung dengan mutu yang baik, namun Tam *et al.*¹ menjelaskan bahwa mi yang dibuat dari pati (*starch noodle*) mengandalkan proses gelatinisasi dan mekanisme retrogradasi untuk membentuk jaringan struktur mi yang kokoh. Makalah ini bertujuan untuk menganalisis berbagai teknologi pembuatan mi yang telah dikembangkan, karakteristik mi yang dihasilkan dan mengungkap karakteristik proses yang harus dipenuhi untuk dapat menghasilkan mi jagung dengan mutu yang baik, serta mengungkap perbedaan mekanisme perubahan adonan antara mi dari tepung dan mi dari pati.

TEKNIK PENGOLAHAN MI JAGUNG DAN KARAKTERISTIKNYA

Pengolahan mi jagung dapat dilakukan dengan beberapa teknik. Teknik-teknik yang telah dikembangkan oleh peneliti adalah teknik kalendering, ekstrusi dan gabungan antara teknik ekstrusi dengan teknik kalendering.

Teknik Kalendering

Teknik kalendering merupakan proses pembuatan mi jagung yang dimodifikasi dari pembuatan mi terigu. Bahan-bahan dicampur dan adonan dibentuk menjadi lembaran tipis kemudian dipotong menjadi mi. Pada teknik kalendering ini bahan baku yang digunakan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu (1) seluruh bahan adalah tepung jagung dan (2) campuran tepung jagung dengan tepung terigu (substitusi).

Mi dari tepung jagung yang dihasilkan dengan teknik kalendering memiliki karakteristik yang belum sesuai dengan karakteristik mi yang baik (Tabel 1), yaitu *cooking loss* yang rendah dan elongasi yang tinggi¹³. Hasil penelitian menggunakan teknik kalendering menunjukkan bahwa mi jagung yang dihasilkan memiliki karakteristik *cooking loss* yang tinggi dan beberapa peneliti tidak melakukan pengukuran obyektif (menggunakan alat ukur) terhadap elongasi produk mi jagung¹⁴.

Tabel 1. Pembuatan mi jagung dengan teknik kalendering dan karakteristik produk yang dihasilkan

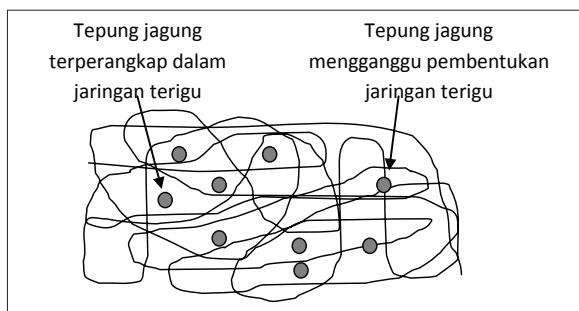
Table 1. The Characteristic of corn noodle processed with calendering method

No.	Peneliti	Produk	Bahan Baku Utama	Karakteristik Utama Mi
1.	Fitriani (2004)	Mi instant	Tepung jagung	<i>Cooking loss</i> 8,35% Elongasi tidak diukur
2.	Rianto (2006)	Mi basah	Tepung jagung	<i>Cooking loss</i> 17,79% Elongasi 20,05%

Pada pembuatan mi substitusi terigu, jaringan matriks struktur mi yang kokoh dibentuk oleh kinerja protein gluten terigu (glutenin dan gliadin) yang menerima tekanan dan pelumatan ketika pembentukan lembaran. Protein ini meskipun secara alami merupakan individu yang terpisah dari pati terigu, namun dengan adanya tekanan dan pelumatan akan membentuk ikatan yang kuat. Tepung jagung merupakan "materi asing" berukuran besar yang terperangkap dalam struktur matriks dan bersifat mengganggu dalam kinerja protein gluten. Ilustrasi keberadaan tepung non terigu dalam matriks yang dibentuk oleh protein terigu disajikan pada Gambar 1.

Kemampuan matriks jaringan terigu untuk memerangkap tepung non terigu bersifat terbatas, sehingga hal ini menyebabkan mi dengan tingkat substitusi yang tinggi akan mudah luruh ketika dimasak dan *cooking loss* mi menjadi tinggi. Selain itu, tepung non terigu menghalangi terbentuknya ikatan antar jaringan protein terigu, sehingga mi mudah patah ketika dimasak.

Pada teknik kalendering (substitusi) dimana adonan mi diproses dalam kondisi dingin,



Gambar 1. Keberadaan tepung jagung dalam matriks jaringan terigu

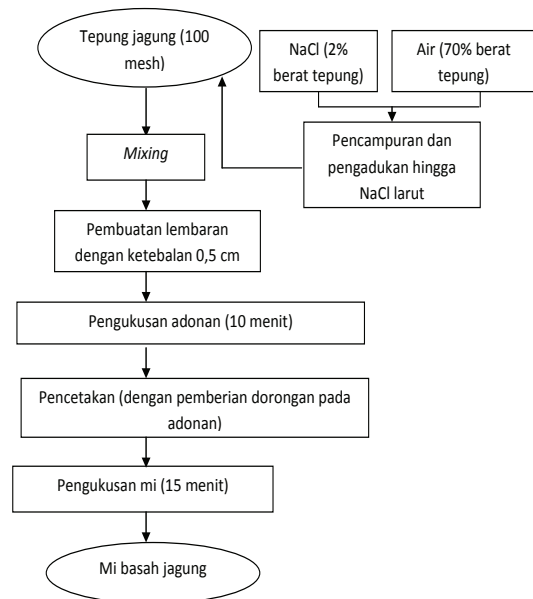
Figure 1. Corn flour in the wheat dough matrix

karakteristik protein yang dimiliki oleh tepung non terigu tidak mampu menghasilkan adonan yang elastis, sehingga pada teknik kalendering, adonan tepung non terigu perlu digelatinisasi terlebih dahulu. Pada teknik kalendering, dimana adonan tepung non terigu telah digelatinisasi, kendala yang dihadapi adalah mengkondisikan suhu dan kelembaban ruangan agar sesuai dengan kondisi adonan tepung non terigu yang telah digelatinisasi. Pada kondisi suhu ruang, suhu adonan mengalami penurunan dengan cepat dan uap air keluar dari adonan, retrogradasi terjadi sebelum proses *sheeting* selesai sehingga adonan menjadi kering dan pecah. Kelemahan lain adalah proses kompresi yang diterima adonan akibat kerja dua silinder dalam alat kalendering belum cukup untuk membuat adonan menjadi kompak.

Teknik Ekstrusi

Pembuatan mi kering jagung dengan bahan baku jagung ukuran tepung (lolos ayakan 80 mesh) dan *maize meal* (lolos ayakan 40 mesh) telah dilakukan oleh Waniska *et al.*¹⁰. Jenis ekstruder yang digunakan adalah ekstruder pencetak, memiliki 24 lubang *die* dengan diameter *die* 1,5 mm, *chamber* berukuran diameter 45 mm dan panjang 85 mm. Namun mi jagung yang dihasilkan memiliki *cooking loss* yang terlalu tinggi yaitu di atas 47%.

Muhandri *et al.*² membuat mi basah dari tepung jagung (lolos ayakan 100 mesh) menggunakan ekstruder pasta yang sama dengan yang digunakan oleh Waniska *et al.*¹⁰, tetapi dengan pemberian dorongan ketika adonan masuk zona kompresi. Mi basah jagung yang dihasilkan memiliki karakteristik *cooking loss* yang cukup rendah ($7,15 \pm 0,11\%$) dan elongasi yang tinggi ($108,46 \pm 2,78\%$). Diagram alir proses pembuatan mi jagung dengan ekstruder pencetak disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan mi jagung menggunakan ekstruder pencetak (Muhandri *et al.*,²)

Figure 2. Flowchart processing of corn noodle using forming extruder (Muhandri *et al.*,²)

Kelemahan pada teknik pembuatan mi dari tepung non terigu dengan teknik pencetakan menggunakan ekstruder pasta adalah kesulitan untuk memasukkan adonan ke dalam zona pengumpanan di dalam ekstruder. Kondisi ini terjadi karena adonan sudah digelatinisasi terlebih dahulu sehingga memiliki sifat panas dan lengket. Kecepatan ulir bersifat konstan (tidak dapat diatur) dan disain ulir pada ekstruder pasta yang memiliki permukaan halus menyebabkan adonan mengalami selip dan tidak terdorong secara maksimal menuju *die*. Ulir tipe *constant root* (besarnya diameter sumbu ulir sama) dengan jarak antar sayap ulir yang sama, sehingga tidak memiliki daerah kompresi (pemampatan).

Charutigon *et al.*⁷ menggunakan ekstruder pemasak-pencetak ulir tunggal dengan dua buah *die* yang berukuran 0,6 mm dan menghasilkan vermiselli beras yang memiliki *cooking loss* 14,2% dan dapat diterima oleh panelis terlatih pada kecepatan ulir 50 rpm (kecepatan aliran sekitar 750 gr/jam). Pada kecepatan aliran 400-700 vermiselli tidak diterima oleh panelis.

Muhandri *et al.*³ meneliti pembuatan mi kering jagung dengan ekstruder pemasak-pencetak ulir tunggal dengan *die* berjumlah 8 buah, bentuk *elliptical die* dengan ukuran 1 mm diameter pendek dan 1,5 mm diameter panjang. Mi jagung yang

dihasilkan, setelah rehidrasi selama 8 menit pada air mendidih, memiliki karakteristik *cooking loss* 4,80% dan elongasi 120%. Kondisi ini diperoleh dari karakteristik proses suhu ekstruder 90°C dan kecepatan ulir ekstruder 75 rpm, dengan penambahan air 80% dan garam 2% pada adonan. Pada teknik ini gelatinisasi terjadi di dalam laras ekstruder. Proses pembuatan mi jagung dengan ekstruder pemasak-pencetak disajikan pada Gambar 3. Perbandingan karakteristik mi yang dihasilkan dari teknik ekstrusi disajikan pada Tabel 2.

Teknik Gabungan Ekstrusi dan Kalendering

Putra ¹² mengembangkan mi kering jagung dengan teknologi yang merupakan gabungan antara ekstrusi dan kalendering. Sebagian adonan (70%) digelatinisasi terlebih dahulu, dicampur dengan adonan mentah, campuran adonan diekstrusi kemudian diproses menggunakan teknik kalendering (Gambar 4).

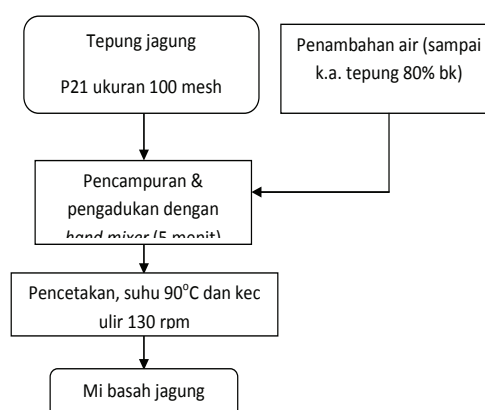
Proses ekstrusi dilakukan untuk memberikan efek tekanan (kompresi) dan *shear stress* pada adonan sehingga adonan mengalami pelumatan dan homogenisasi, tepung jagung mengalami pecah (*rupture*), amilosa yang sebelumnya telah keluar dari granula pati (tetapi masih terjebak dalam granula tepung) dapat menyebar ke seluruh bagian adonan dan membentuk struktur matriks yang kokoh melalui ikatan hidrogen ketika retrogradasi. Mekanisme tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Putra ¹² yang menyebutkan bahwa mi terbaik diperoleh dari adonan yang mengalami proses ekstrusi sebanyak 3 kali ulangan melewati ekstruder. Jumlah ulangan yang kurang menyebabkan *rupture* granula tepung belum terjadi secara sempurna. Jika ulangan dilanjutkan, mutu mi akan menurun karena adonan menjadi dingin dan kering karena air keluar dari adonan. Adonan menjadi sangat keras dan sulit untuk diproses menggunakan teknik kalendering. Proses kalendering bertujuan untuk

menghasilkan mi dengan bentuk yang konvensional (bergelombang). Mi kering jagung yang dihasilkan memiliki karakteristik yang cukup baik yaitu *cooking loss* 8,21% dan elongasi 219,96%.

Kusnandar *et al.* ¹⁵ juga mengembangkan teknologi pembuatan mi berbahan baku tepung jagung dan tepung jagung termodifikasi (*Heat Moisture Treatment*). Mi yang dihasilkan memiliki karakteristik *cooking loss* yang cukup bagus (6,12-7,92%). Namun karakteristik elongasi tidak diukur (Tabel 3).

MEKANISME PROSES YANG DIPERLUKAN UNTUK MENGHASILKAN MI JAGUNG YANG BERMUTU TINGGI

Berbagai penelitian di atas menunjukkan bahwa terdapat karakteristik yang harus dipenuhi untuk menghasilkan mi jagung yang baik, yaitu gelatinisasi, kompresi dan *shear stress* yang cukup. Proses pembuatan (dengan teknik ekstruder)



Gambar 3. Diagram alir pembuatan mi jagung menggunakan ekstruder pemasak-pencetak (Subarna *et al.*, ¹¹)

Figure 3. Flowchart processing of corn noodle using cooking-forming extruder (Subarna *et al.*, ¹¹)

Tabel 2. Pembuatan mi jagung dengan teknik ekstrusi dan karakteristik produk yang dihasilkan

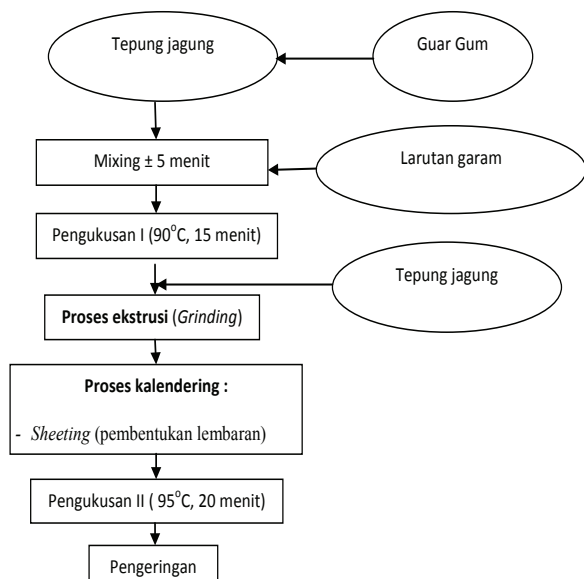
Table 2. The Characteristics of corn noodle processed with extrusion method

No.	Peneliti	Produk	Bahan Baku	Jenis Ekstruder	Karakteristik Utama Mi
1.	Waniska <i>et al.</i> (1999)	Mi kering	Tepung jagung	Ekstruder pencetak	<i>Cooking loss</i> > 47% Elongasi tidak diukur
2.	Muhandri <i>et al.</i> (2011)	Mi basah	Tepung jagung	Ekstruder pencetak	<i>Cooking loss</i> 7,19% Elongasi 108,46%
3.	Subarna <i>et al.</i> (2012)	Mi basah	Tepung jagung	Ekstruder pemasak-pencetak	<i>Cooking loss</i> 4,80% Elongasi 120,00%

Tabel 3. Pembuatan mi jagung dengan teknik gabungan antara ekstrusi dan kalendering serta karakteristik produk yang dihasilkan

Table 3. The characteristics of corn noodle using extrusion processed with calendering method

No.	Peneliti	Produk	Bahan Baku	Karakteristik Utama Mi
1.	Putra ⁽¹²⁾	Mi kering	Tepung jagung	<i>Cooking loss</i> 8,21% Elongasi 219,96%
2.	Kusnandar et al. (2009)	Mi kering	Tepung jagung, tepung jagung HMT	<i>Cooking loss</i> 6,12-7,92% Elongasi tidak diukur



Gambar 4. Diagram alir pembuatan mi jagung dengan teknik gabungan ekstrusi dan kalendering (Putra, ¹²⁾

Figure 4. Flowchart processing of corn noodle using extrusion and calendering methods (Putra, ¹²⁾

untuk menghasilkan mi jagung yang bermutu baik, dapat dilakukan melalui proses teksturisasi yang dihasilkan dari gelatinisasi pati, dikombinasikan dengan mengatur tekanan, serta intensitas proses pencampuran dan pengadonan di dalam laras ekstruder. Pengaturan kombinasi faktor-faktor tersebut dapat menghasilkan struktur mikro matriks yang kokoh.

Proses pembentukan struktur matriks yang kompak dan kontinyu dapat ditunjukkan dari hasil-hasil fotomikrografi mi jagung (Muhandri *et al.* ²⁾). Penelitian ini menunjukkan bahwa pada kondisi adonan yang diberikan dorongan (tekanan), kecepatan aliran meningkat dari 105 g/menit menjadi 120 g/menit, sehingga kompresi dan tekanan geser juga meningkat. Struktur mikro mi terlihat lebih kompak dibandingkan dengan tanpa

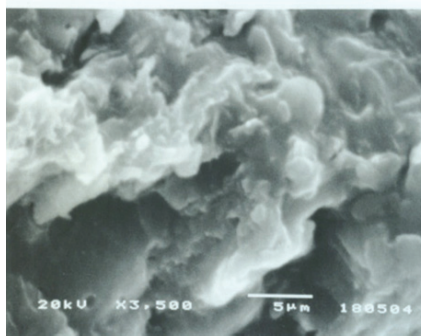
pemberian dorongan (Gambar 5). Hasil penelitian ini juga memperlihatkan alasan mi jagung hasil penelitian Waniska *et al.* ¹⁰⁾, memiliki *cooking loss* yang terlalu tinggi.

Jika kondisi proses yang diterapkan tidak optimal (kompresi dan tekanan geser tidak cukup), maka proses gelatinisasi yang terjadi tidak memungkinkan terbentuknya struktur mikro yang baik. Struktur mikro yang terbentuk pada umumnya menjadi tidak kompak dan memperlihatkan banyaknya partikel atau granula tepung yang tidak membentuk struktur matriks yang kontinyu (Gambar 5.b).

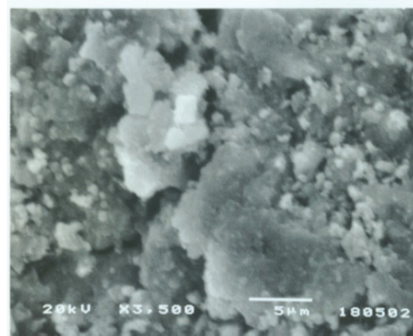
Pada kondisi proses dengan kompresi dan tekanan geser yang tidak cukup, granula tepung jagung masih terlihat sebagai individu yang tidak menyatu dengan yang lain. Granula pati tidak terpisah secara sempurna dari granula tepung. Ketika mi jagung mengalami retrogradasi pada saat pendinginan, ikatan hidrogen yang berfungsi untuk membentuk struktur matriks mi, tidak terjadi pada semua molekul pati, tetapi hanya terbatas pada molekul pati yang terpisah dari granula tepung jagung saja.

Pada kondisi proses optimum menggunakan ekstruder pemasak-pencetak (suhu ekstruder 90°C, kadar air adonan 70% dan kecepatan ulir ekstruder 130 rpm), adonan menerima kompresi dan tekanan geser serta mengalami gelatinisasi yang cukup, sehingga ikatan hidrogen antar granula pati terjadi dengan baik ³⁾. Gambar 6 menunjukkan hasil foto SEM mi jagung yang dihasilkan dari proses optimum menggunakan ekstruder pemasak-pencetak dan mi basah terigu. Struktur matriks mi jagung dengan ekstruder pemasak-pencetak, terlihat lebih kompak dibandingkan dengan struktur matriks mi jagung yang dihasilkan dari ekstruder pencetak (Gambar 5).

Pada pembuatan mi dari tepung jagung dengan ekstruder pemasak-pencetak, adonan tidak mengalami hambatan untuk masuk ke dalam ekstruder, dan mengalami kompresi yang cukup

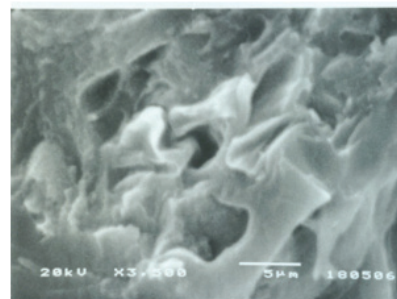
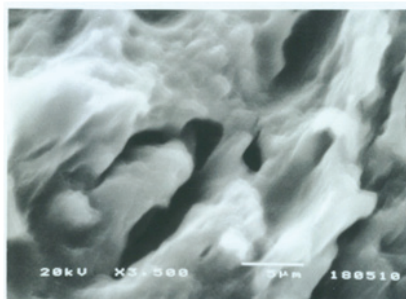


a. Kecepatan adonan 120 g/menit



b. Kecepatan adonan 105 g/menit

Gambar 5. Pengaruh kecepatan adonan terhadap mikrostruktur mi jagung (Muhandri *et al.*,²⁾
Figure 5. Effect of feeding rate on corn noodle microstructure (Muhandri et al.,²⁾



Gambar 6. Mikrostruktur mi jagung menggunakan ekstruder pemasak-pencetak (a) dan mi terigu (b) (Muhandri *et al.*,²⁾

Figure 6. Microstructure of corn noodle using cooking-forming extruder (a) and wheat noodle (b) Muhandri et al.,²⁾

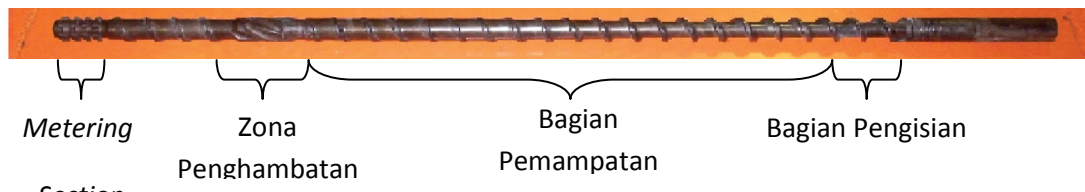
besar. Efek kompresi dan tekanan geser pada adonan terjadi karena konfigurasi pada ekstruder yang digunakan (Gambar 7), dimana *increasing root* (peningkatan besarnya diameter sumbu ulir) menyebabkan adonan mengalami tekanan (kompresi) yang cukup besar pada *compression section* (daerah pemampatan). Selain itu, pada ulir ekstruder terdapat zona penghambatan yang menyebabkan adonan mengalami kompresi dan tekanan geser yang besar.

Proses peningkatan tekanan dan kondisi teksturisasi di dalam ekstruder pemasak dan pencetak dihasilkan dari disain poros ulir yang meningkat diameternya dari sisi ulir pengangkut menuju ulir penghambat (Gambar 7) dan kecepatan putaran ulir serta adanya ulir penghambat, dan ulir pengaduk/pengarah pada sisi metering. Ulir penghambat berfungsi membuat laju adonan relatif lebih lambat, sehingga jika kecepatan ulir meningkat, maka tekanan yang dialami adonan pada sisi ulir penghambat akan lebih tinggi. Hal ini terjadi karena peningkatan kecepatan ulir akan

meningkatkan laju transfer masa adonan persatuan waktu dalam ruang laras ekstruder (yang tetap), sehingga mengakibatkan proses kompresi adonan lebih tinggi dibandingkan dengan laju putaran ulir yang rendah.

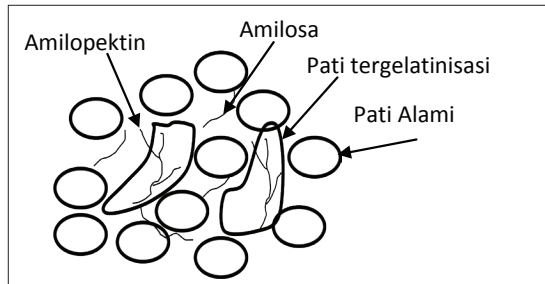
MEKANISME PEMBENTUKAN ADONAN PADA PEMBUATAN MI DARI TEPUNG NON TERIGU

Proses pembuatan mi dari tepung non terigu dengan teknik ekstrusi pemasak-pencetak memiliki kelebihan yaitu mampu menghasilkan mi dengan tekstur yang kokoh yang dicirikan dengan *cooking loss* yang rendah dan elongasi yang tinggi. Mekanisme teksturisasi melalui kombinasi gelatinisasi, kompresi dan tekanan geser pada ekstruder pemasak-pencetak, tidak terpenuhi dengan teknik kalendering (*rolling*) dan ekstruder pencetak (yang tidak dibantu dengan dorongan terhadap adonan untuk masuk ke dalam ekstruder), termasuk dengan teknik pembuatan mi dari pati



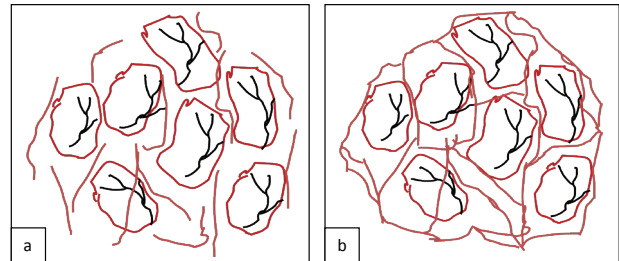
Gambar 6. Mikrostruktur mi jagung menggunakan ekstruder pemasak-pencetak (a) dan mi terigu (b) (Muhandri et al.,²)

Figure 6. Microstructure of corn noodle using cooking-forming extruder (a) and wheat noodle (b) Muhandri et al.,²)



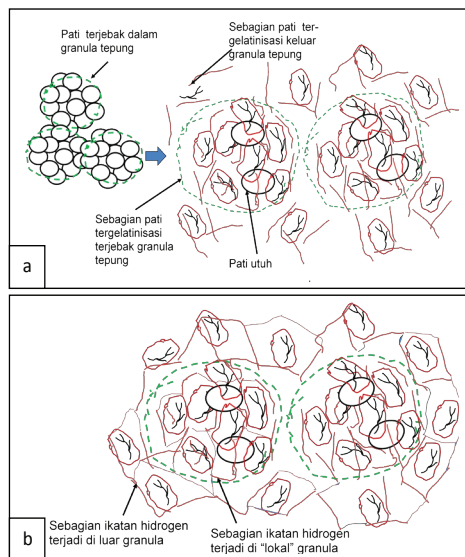
Gambar 8. Model adonan pati yang diusulkan pada pembuatan mi (Chen,¹⁶)

Figure 8. Dough model in the noodle starch processing (Chen,¹⁶)



Gambar 9. Perubahan granula pada pembuatan mi pati ketika mi dicetak masuk ke dalam air panas (a), dan ketika retrogradasi (b)

Figure 9. Starch granule mechanism in starch noodle processing, noodle extruded into boiled water (a), and retrogradation (b)



Gambar 10. Perubahan granula pada pembuatan mi jagung dengan tekanan dan *shear stress* yang tidak optimal ketika proses gelatinisasi (a) dan ketika retrogradasi (b)

Figure 10. Starch granule mechanism in corn noodle processing with low both compression and shear stress, gelatinization (a), and retrogradation (b)

(ekstruder piston) seperti yang dilakukan Chen Z¹⁶.

Kelebihan lain dari penggunaan ekstruder pemasak-pencetak adalah proses pemanasan untuk gelatinisasi tepung jagung terjadi di dalam ekstruder. Mekanisme ini berdampak pada proses gelatinisasi yang lebih sempurna karena penetrasi panas dan air terjadi secara simultan dengan pengadukan, pengadonan, kompresi dan tekanan geser. Selain itu, dengan teknik ekstruder pemasak-pencetak ini, mekanisme perubahan pada granula tepung akan berbeda dengan teknik kalendering, ekstruder pencetak dan ekstruder piston.

Pada teknik pembuatan mi (dengan teknik selain ekstruder pemasak-pencetak), proses gelatinisasi dilakukan terpisah dengan proses pencetakan (pembentukan mi) dan tidak dibarengi dengan proses pengadukan sehingga gelatinisasi tidak terjadi secara sempurna pada seluruh bagian adonan. Khusus untuk teknik ekstruder piston seperti yang disampaikan oleh Chen¹⁶, hanya cocok untuk pembuatan mi dari bahan baku pati. Pada teknik ekstruder piston, Chen¹⁶ mengusulkan model adonan pada pembuatan mi dari pati, seperti yang disajikan pada Gambar 8. Nampak bahwa amilosa keluar dari sebagian granula pati yang telah digelatinisasi. Bagian yang telah tergelatinisasi berfungsi seperti gluten pada mi terigu.

Pada saat adonan dicetak dan mi masuk ke dalam air panas, sebagian besar pati akan mengalami gelatinisasi (Gambar 9.a). Ikatan hidrogen yang terjadi dapat menyeluruh pada seluruh bagian adonan (Gambar 9.b). Struktur mi pati menjadi kokoh ketika dingin.

Model yang diusulkan oleh Chen ¹⁶ tidak dapat diterapkan pada pembuatan mi dari tepung non terigu. Pada pembuatan mi dari tepung non terigu, pati masih terjebak dalam granula tepung jagung sehingga mutlak membutuhkan mekanisme rupture pada granula tepung supaya pati dapat terpisah dari granula tepung dan tergelatinisasi dengan sempurna.

Pada proses pembuatan mi dari tepung non terigu dengan kompresi dan tekanan geser yang tidak optimal, model perubahan adonan yang diusulkan seperti yang disajikan pada Gambar 10. Hanya sebagian saja pati yang terlepas dari granula tepung dan mengalami gelatinisasi (Gambar 10.a), sedangkan sebagian pati yang lain masih terjebak dalam granula tepung. Ikatan hidrogen yang terbentuk pada saat retrogradasi, sebagian terjadi antar amilosa yang keluar dari granula tepung, sebagian lagi terjadi secara "lokal" dalam granula (Gambar 10.b). Karena itu struktur mi yang diproses dengan tekanan dan tekanan geser yang tidak cukup, bersifat lemah dan mi akan mudah patah atau luruh ketika dimasak ¹⁷.

Pada kondisi dengan kompresi dan tekanan geser yang cukup (Gambar 11), tepung akan mengalami *rupture* (pecah), sebagian besar pati telah terlepas dari granula tepung dan mengalami gelatinisasi. Pembentukan ikatan hidrogen ketika retrogradasi terjadi hampir pada seluruh bagian adonan. Jaringan mi jagung menjadi kokoh dan tidak mudah luruh ketika dimasak.

Namun pecah tepung ditentukan pula oleh ukuran tepung, dimana tepung yang ukurannya semakin besar semakin sulit untuk mengalami pecah. Semakin besar ukuran tepung akan menghasilkan mi yang kurang bagus ¹⁹.

KESIMPULAN

Karakteristik proses yang dibutuhkan dalam pembuatan mi dari tepung non terigu sangat berbeda dengan pembuatan mi dari pati maupun mi dari terigu. Pembuatan mi dari tepung non terigu membutuhkan mekanisme gelatinisasi, rupture granula tepung dan retrogradasi. Mekanisme tersebut dapat dipenuhi melalui pemanasan adonan dengan kadar air yang optimum serta

perlakuan kompresi dan *shear stress* pada adonan yang cukup. Tanpa mekanisme tersebut, mi yang dihasilkan tidak memiliki struktur matriks yang kokoh, sehingga *cooking loss* tinggi dan elongasi yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tam LM, Corke H, Tan WT, Li J, Collado LS. Production of bihon-type noodles from maize starch differing in amylose content. *Cereal Chem* 2004; 82(4):475-480.
2. Muhandri T, Subarna, Palupi NS. efek cara pengumpanan dan penambahan guar gum terhadap karakteristik mi basah jagung. *J Teknol dan Industri Pangan* 2012; 23(2):xxx-xxx (In-press).
3. Muhandri T, Ahza AB, Syarief R, Sutrisno. Optimasi proses ekstrusi mi jagung dengan metode respon permukaan. *J Teknol dan Industri Pangan* 2011; 22(2):97-104.
4. Suhendro EL, Kunetz CF, McDonough CM, Rooney LW, Waniska RD. Cooking characteristic and quality of noodles from food sorgum. *Cereal Chem* 2000; 77(2):96-100.
5. Herawati D, Kusnandar F, Sugiyono, Thahir R, Purwani EY. Pati sagu termodifikasi (Heat Moisture-Treatment) untuk peningkatan kualitas bihun sagu. *J Pascapanen* 2010; 7(1):7-15.
6. Richana N, Widaningrum. Penggunaan tepung dan pasta dari beberapa varietas ubi jalar sebagai bahan baku mi. *J Pascapanen* 2009; 6(1): 43-53.
7. Charutigon C, Jintana J, Pimjai N, Vilai R. Effects of processing conditions and the use of modified starch and monoglyceride on some properties of extruded rice vermicelli. *Swiss Society of F Sci Tech* 2007; 41:642-651.
8. Marti A, Seetharaman K, Pagani MA. Rice-based pasta: A comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking. *J Cereal Chem* 2010; 83:611-616.
9. Marti A, Pagani MA, Seetharaman K. Understanding starch organisation in gluten-free pasta from rice flour. *Carb polym* 2011; 84:1069-1074.
10. Waniska RD, Yi T, Wei L. Effects of preheating temperature, moisture, and sodium metabisulfite content on quality of noodles prepared from maize flour or meal. *J Food Sci. Technol* 1999; 5(4):339-346.

11. Subarna, Muhandri T, Nurtama B, Fierliyanti AS. Peningkatan mutu mi kering jagung dengan penerapan kondisi optimum proses dan penambahan monogliserida. *J Teknol dan Industri Pangan* 2012; 23(2): xxx-xxx (In-press).
12. Putra SN. 2009. Optimalisasi formula dan proses pembuatan mi jagung dengan metode kalendering [skripsi]. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
13. Rianto BF. Desain proses pembuatan dan formulasi mie basah berbahan baku tepung jagung [skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor; Bogor. 2006.
14. Fitriani D. Kajian pengembangan produk, mikrostruktur dan analisis daya simpan mie jagung instan [tesis]. Program Pascasarjana. Program Studi Ilmu Pangan – IPB; Bogor. 2004.
15. Kusnandar F, Palupi NS, Lestari OA, Widowati S. Karakterisasi tepung jagung termodifikasi heat moisture treatment (HMT) dan pengaruhnya terhadap mutu pemasakan dan sensori mi jagung kering. *J Pascapanen* 2009; 6(2):76-84.
16. Chen Z. Physicochemical properties of sweet potato starches and their application in noodle products [dissertation]. Wageningen University, The Netherlands. 2003.
17. Cheyne A, Barnes J, Gedney S, Wilson DI. Extrusion behaviour of cohesive potato starch pastes:II. Microstructure–process interactions. *J Food Engineering* 2005; 66:13–24.
18. Hormdok R, Noomhorm A. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. *LWT* 2007; 40:1723–1731
19. Chen JS, Fei MJ, Shi CL, Tian JC, Sun CL, Zhang H, Ma Z, Dong HX. Effect of particle size and addition level of wheat bran on quality of dry white Chinese noodles. *J of Cereal Sci* 2011; 53:217-224.