



Imajalah ilmiah ILMU dan WISATA UNIVERSITAS SAHID

ISSN : 0854 - 0241

Edisi No. 15 / Agustus 1997

DAFTAR ISI

Fathoni Moehtadi Pengembangan Pariwisata Yang Berorientasi Pasar ...	1
Ir. Maryadi, MA Peran Teknologi Dalam Industri Pariwisata	11
Hasan Taswin Arief, S.Sos Pengembangan Usaha Kawasan Pariwisata	18
Ir. H. Anton Gunarto, MS Mencermati Wisata Ziarah Di Arab Saudi	25
M. Ansorudin Sidik Minat Dan Motivasi Wisman Terhadap Obyek Wisata Di Bali	36
Drs. Nurdi <i>Human Relation</i> Mendorong Mekanisme Kerjasama Dan Pengaruhnya Terhadap Citra Hotel	51
Ir. Kholil dan Chandra Rudianto, ST Prediksi Kebutuhan Air Bersih Di Kebun Binatang Ragunan Jakarta Pada Tahun 2005	61
Ir. Giyatmi dan Dr. Ir. Hari Eko Irianto, Dipl. Tech. Pengolahan Produk Ekstrusi Dan Penerapannya Pada Produk Perikanan	71



Majalah Ilmiah

ILMU dan WISATA

Diterbitkan oleh Pusat Penelitian Pariwisata Indonesia

Universitas Sahid - Jakarta

Izin Terbit : STT No. No. 092/SK/PEG/92

P e m b i n a	:	Rektor USAHID Para Pembantu Rektor USAHID
Ketua Pengarah/Penyunting	:	Prof.Dr. Sudibyo Setyobroto
Pengarah	:	Para Dekan Fakultas USAHID
Sekretaris Penyunting	:	Dra. Sumiyati
Staf Penyunting	:	1. Drs. Mirza Ronda, MSi 2. Ir. Uuh Sukaesih, MSi 3. Ir. Kholil 4. Drs. Sis Gunawan
Sirkulasi/Tata Usaha	:	1. Dra. Sumiyati 2. Zulkifli
Alamat Redaksi & TU	:	Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat USAHID Jl. Prof. Supomo No. 84 Tebet Jakarta Selatan
Harga per eksemplar	:	Rp. 3.500,-

Dibayar dimuka untuk 3 (tiga) edisi (Rp. 10.500,-) melalui wesel pos ke Bagian TU
Majalah Ilmiah ILMU dan WISATA

Redaksi menerima tulisan, naskah minimal 10 halaman dan maksimal 15 halaman diketik dalam spasi rangkap. Tulisan/naskah dilengkapi dengan daftar pustaka. Redaksi berhak memperbaiki bahasa maupun teknis penulisan tanpa mengubah maksud tulisan dan materi yang dibahas. Tulisan yang dimuat akan diberi imbalan sepiantasnya, dan yang tidak dimuat akan dikembalikan bila disertai perangkat secukupnya.

PENGOLAHAN PRODUK EKSTRUSI DAN PENERAPANNYA PADA PRODUK PERIKANAN

Oleh: Ir. Glyatmi¹ dan Dr. Ir. Hari Eko Irianto, Dipl. Tech²

1. PENDAHULUAN

Produk ekstrusi telah banyak beredar di pasaran dan telah menjadi trend baru pada pengembangan produk pangan. Hal ini mengingat makanan yang cepat dalam penghidangannya semakin dibutuhkan. Diantara cara pengolahan makanan yang dapat memenuhi tuntutan tersebut adalah pengolahan dengan cara ekstrusi. Jenis makanan semacam ini telah berkembang pesat di luar negeri, sehingga pengembangan produk ekstrusi di Indonesia sekaligus juga dapat ditujukan untuk pemenuhan kebutuhan produk makanan orang asing atau wisatawan yang berkunjung di Indonesia.

Saat ini pemasakan ekstrusi telah menjadi semakin penting di dalam pengolahan makanan dan pakan. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya di dalam melakukan operasi, termasuk pemasakan, pencetakan, pembentukan tekstur dan dehidrasi bahan-bahan makanan, khususnya bahan-bahan yang berasal dari padi-padian, legum dan bijian-bijian. Operasi-operasi tersebut dilakukan oleh satu unit alat yang kompak, membuang sedikit energi dan hanya memerlukan ruangan yang kecil,

sehingga membuatnya sesuai untuk pabrik dengan skala yang kecil (Miller, 1993).

Kemungkinan penggunaan bahan mentah ikan pada pengolahan produk ekstrusi telah diteliti mulai awal tahun 1980-an (Choudhury dan Gogoi, 1995). Hal ini dilakukan dalam rangka diversifikasi produk olahan, terutama dengan mempertimbangkan nilai gizi dan penerimaan produk tersebut, dengan mengingat bahwa makanan tanpa penampakan, rasa, bau dan tekstur yang dapat diterima oleh konsumen menyebabkan makanan yang bernilai gizi tinggi menjadi tidak berguna. Dari pengalaman penelitian-penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan ikan pada pengolahan produk ekstrusi dapat menghasilkan produk dengan pengembangan yang baik (bisa mencapai expansion ratio 16.6), aktivitas protease pada daging ikan dapat dihambat secara sempurna dan struktur berserat dapat terbentuk pada ekstrudat daging ikan. Pengolahan ekstrusi telah diketahui kegunaannya pada restrukturisasi protein dan mempunyai potensi yang cukup baik untuk peningkatan pemanfaatan sumberdaya perikanan.

¹*Jurusan Teknologi Industri Makanan Fakultas Teknik, Universitas Sahid*

²*Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Jakarta*

2. SEJARAH PERKEMBANGAN EKSTRUSI

Pengolahan makanan dengan ekstrusi pertama kali menggunakan piston, yaitu alat penumbuk yang digunakan pada industri saus dan pengolahan daging. Kemudian berkembang dengan penggunaan ulir (screw) yang menekan bahan pangan melewati suatu cetakan (die) dengan bentuk tertentu (Harper, 1981).

Pada dasawarsa pertama tahun 1900, pemakaian silinder tak kontinyu dengan sistem hidrolik mulai meluas, terutama untuk mengolah jenis makanan "pressed macaroni". Tahun 1930-an merupakan awal penerapan ekstruder berulir tunggal (Single Screw Ekstruder) pada pengolahan "pressed pasta". Juga pada masa ini dikenal sejenis makanan yang disebut makanan siap santap (ready to eat), dimana adonan telah mengalami pemasakan ekstrusi.

Pada akhir tahun 1940, proses ekstrusi berkembang pada pengolahan pakan dan kemudian pada tahun 1960-an diperkenalkan penggunaan ekstruder untuk mengolah bahan dari biji-bijian. Setelah dilakukan penyempurnaan pada rancangan ekstruder, maka ditemukan jenis ekstruder berulir ganda (twin screw extruder) yang dapat memproduksi lebih baik dibandingkan ekstruder berulir tunggal. Hingga saat ini penelitian mengenai pengembangan cara ekstrusi makanan masih terus berlanjut.

Penelitian dasar yang dilakukan beberapa tahun silam telah memberi banyak sumbangan sehingga proses-proses ekstrusi dan rancangan alatnya dapat dipahami lebih jelas. Jadi industri ekstrusi makanan sekarang

ini dapat merancang alat untuk tujuan yang spesifik.

3. PROSES EKSTRUSI BAHAN PANGAN

Ekstrusi bahan pangan adalah suatu proses dimana bahan pangan dipaksa mengalir di bawah pengaruh satu atau lebih kondisi operasi seperti pencampuran (mixing), pemanasan dan pemotongan (shear), melalui suatu cetakan yang dirancang untuk membentuk hasil ekstrusi yang bergelembung kering (puff-dry).

⊕
Perkembangan penggunaan ekstruder sangat cepat disebabkan oleh keunggulan-keunggulan yang dimiliki oleh ekstruder adalah sebagai berikut (Smith, 1969):

- (1) serbaguna, sangat beragam jenis makanan yang dapat diproduksi dengan sistem pengolahan ekstrusi dengan menggunakan berbagai jenis bahan baku dan kondisi pengolahan.
- (2) produktivitasnya tinggi, ekstruder dapat memberikan sistem pengolahan kontinyu yang mempunyai kemampuan produksi yang lebih besar dibandingkan sistem pengolahan yang lain.
- (3) biaya produksi rendah, tenaga kerja dan ruangan yang diperlukan untuk tiap unit produksi lebih kecil dibandingkan dengan sistem pemasakan atau pengolahan yang lain.
- (4) bentuk-bentuk produk, ekstruder dapat menghasilkan bentuk-bentuk produk yang tidak mudah diperoleh dengan menggunakan metoda produksi yang lain.

- (5) mutu produk tinggi, proses pemanasan dengan suhu tinggi dan waktu pemanasan pendek (*high temperature short time/HTST*) dapat mengurangi degradasi nutrisi makanan dan memperbaiki sifat pencernaan melalui proses gelatinisasi pati dan denaturisasi protein. Perlakuan temperatur tinggi dalam waktu yang singkat juga dapat merusak sebagian besar faktor-faktor yang tidak diinginkan di dalam makanan. Faktor-faktor yang dapat rusak dengan panas adalah seperti enzim, faktor-faktor antinutrisi dan mikroorganisma.
- (6) efisien penggunaan energi, hal ini disebabkan sistem pemasakan ekstrusi bekerja dengan bahan mentah yang mempunyai kadar air relatif rendah.
- (7) produksi jenis makanan baru, ekstruder dapat memodifikasi sifat alami dari bahan pangan untuk menghasilkan berbagai macam produk makanan baru.
- (8) tidak ada buangan, hal ini disebabkan alat pengontrol yang ditempatkan pada tempat pengolahan dapat mengurangi terbuangnya polutan ke lingkungan.

3.1. Ekstruder

Harper (1981) mengklasifikasikan berbagai macam alat ekstrusi yang ada berdasarkan jenis produknya, sifat termodinamika dan jumlah air dari bahan yang diekstrusi. Sedangkan Rossen dan Miller (1973) membagi ke dalam dua golongan berdasarkan sifat termodinamika dan sifat perubahan tekanan.

Berdasarkan sifat termodinamikanya, alat ekstrusi dibedakan dalam tiga kelompok, yaitu autogenous, isothermal dan polytropic extruder. Sedangkan berdasarkan sifat tekanannya, alat ekstrusi dibedakan atas dua jenis, yaitu langsung (*positive displacement*) dan tidak langsung (*viscous drag*) (Rossen dan Miller 1973). Berdasarkan tipe alatnya ekstruder dapat digolongkan atas ekstruder piston, ekstruder roller dan ekstruder ulir (Haryadi, 1996). Muchtadi et al (1988) menggolongkan ekstruder berdasarkan jumlah ulir yang bekerja pada sistem ekstrusi, yaitu ekstruder berulir tunggal dan ekstruder berulir ganda. Ulir terdapat pada bagian dalam dari suatu wadah berbentuk silinder (laras/barrel).

3.1.1. Ekstrusi Berulir Tunggal

Pada umumnya operasinya sangat sederhana karena keterbatasan yang dimilikinya. Ekstruder berulir tunggal banyak yang masuk ke dalam kelompok biaya murah dan kebanyakan tidak disertai dengan unit-unit injeksi air maupun uap pada bagian larasnya. Jenis ekstruder berulir tunggal inilah yang banyak dipakai di Indonesia karena harganya jauh lebih murah jika dibandingkan dengan ekstruder berulir ganda. Bahkan yang banyak ditemui di Indonesia adalah jenis ekstruder biaya murah dengan ulir yang sangat pendek, dengan kecepatan ulir tinggi dan suhu ekstrusi yang relatif tetap. Jadi banyak kondisi dan parameter proses yang tidak dapat diatur dan divariasikan. Oleh karena itu untuk mencapai derajat mutu produk yang diinginkan, pengguna umumnya harus mengatur dan menyesuaikan kondisi bahan bakunya (Ahza, 1996). Aplikasi ekstruder berulir tunggal terbatas untuk bahan yang mengandung daging ikan dengan kadar air yang rendah

sampai sedang (Choudhury dan Gogoi, 1995).

3.1.2. Ekstruder Berulir Ganda

Ekstruder berulir ganda umumnya memiliki keunggulan dibandingkan dengan ekstruder berulir tunggal. Larasnya seringkali dijaketi dengan elemen pemanas dan atau pendingin, atau yang dapat berganti-ganti pemanas dan pendingin. Pada ekstruder jenis ini, ulir dapat diubah-ubah untuk mengalirkan lebih banyak bahan, meningkatkan peremasan adonan, pemotongan, tekanan dan pengisian ulir.

Kecepatan potong di dalam volume aliran mesin berulir ganda ini lebih merata daripada di dalam saluran mesin berulir tunggal. Oleh sebab itu "processing" tiap partikel makanan akan lebih konsisten sehingga diperoleh struktur dan tekstur yang lebih homogen. Keunggulan ekstruder berulir ganda termasuk (Muchjtadi et al, 1988):

- (a) Kontrol yang teliti untuk produk-produk yang spesifik
- (b) Ekstrusi untuk produk-produk yang peka terhadap panas
- (c) Mengurangi penguapan aroma
- (d) Proses kering terhadap bahan-bahan yang biasanya membutuhkan kelembaban tambahan
- (e) Memiliki karakteristik adukan bagian dalam yang baik.

Ekstruder berulir ganda berkonfigurasi sedemikian rupa sehingga masing-masing ulir bekerja saling membersihkan dan membentuk ruang ulir yang sinambung (*intermeshing*) sehingga lebih sesuai untuk restrukturisasi daging ikan (Choudhury dan Gogoi, 1991). Dengan konfigurasi seperti ini akan menyebabkan ekstrusi berulir ganda memiliki

daya dorong yang lebih besar dibandingkan ekstrusi berulir tunggal, tidak ada titik stagnasi, serta mampu membangkitkan daya pemompaan, tekanan dan proses transfer panas yang efisien. Pada bagian laras umumnya dilengkapi juga dengan lubang injeksi air atau uap dan memiliki bagian kondisioning yang dilengkapi lubang untuk penyuntikan ingredien cair, seperti minyak atau sirup (Ahza, 1996).

Sumber panas untuk proses pemasakan di dalam mesin ekstruder berasal dari tiga sumber yaitu:

- (a) jaket pemanas
- (b) perputaran ulir
- (c) uap panas langsung yang dapat disuntikan ke dalam bagian laras.

Meskipun pemanas laras digunakan, pada banyak kasus input panas yang utama adalah berasal dari akibat perputaran ulirnya. Bahan pangan yang berupa butiran itu akan diubah menjadi cairan lengket sangat kental di dalam ekstruder sehingga akan menahan rotasi ulir. Karena umumnya ekstruder menggunakan motor berdaya tinggi, maka resistensi (daya menahan ulir) cairan kental itu akan teratasi, sehingga menimbulkan sejumlah panas yang besar, yang berasal dari gesekan diantara produk, antara produk dengan ulir, dan antara produk dengan dinding laras.

Dengan demikian, sumber energi dalam pemasakan ekstrusi ini dapat dikelompokkan menjadi (Ahza, 1996):

- (a) konduksi panas ke dalam ekstruder dengan pemanasan langsung pada permukaan laras dan ulir.
- (b) konveksi uap panas ke dalam sistem ekstrusi, dimana uap/air panas yang disuntikan ke dalam laras akan

bercampur langsung dengan produk yang dimasak.

- (c) konversi energi mekanis dengan gesekan (friksi) produk dengan produk maupun antara produk dengan permukaan yang bergerak, seperti perputaran ulir dan elemen pengaduk.

3.2. Cetakan

Bentuk cetakan berpengaruh terhadap tekstur produk ekstrusi. Lubang cetakan yang runcing akan mengurangi kebutuhan tenaga balik, sehingga menghasilkan produk yang relatif lebih licin serta mengurangi kerusakan mekanik pada bahan-bahan yang diekstrusi (Muchtadi et al, 1988). Pelapisan mulut cetakan dengan teflon juga akan menghasilkan produk ekstrusi dengan permukaan yang relatif lebih licin. Cetakan yang mempunyai kecepatan potong lebih tinggi akan mempunyai efek terhadap tekstur yang lebih besar, yaitu menyebabkan rusaknya bentuk struktur produk, tekstur menjadi lunak dengan pori-pori lebih kecil dan kekuatan mekanis lebih rendah.

3.3. Cara Kerja Ekstruder

Proses pemasakan ekstrusi adalah suatu proses pemasakan atau pengolahan suhu tinggi waktu pendek (HTST). Berbagai tahapan proses dapat dilaksanakan dalam satu mesin pemasak dalam satu rangkaian dengan waktu yang singkat. Tahapan-tahapan proses yang biasanya dapat dilaksanakan dengan mesin ekstruder antara lain adalah (Ahza, 1996):

- * Proses membawa bahan secara kontinyu (*continuous conveying*)
- * Proses pencampuran dan pengadukan (*mixing*)

- * Proses penghomogenan (*homogenizing*) dan proses mereaksikan (*reacting*)
- * Proses penghantaran dan pembangkitan energi panas dan mekanis untuk memplastiskan bahan atau memodifikasi bahan-bahan biopolimer
- * Proses membentuk dan mencetak

Pada prinsipnya semua tenaga dari motor yang menggerakkan ulir akan diubah menjadi panas di dalam bahan yang diekstrusi. Selain membangkitkan panas, rotasi ulir itu sendiri akan mendorong produk disepanjang laras dan menghasilkan tekanan untuk mengatasi resistensi aliran pada sisi pengeluaran ekstruder. Sumber panas ketiga yang sering digunakan adalah uap panas (*steam*), bisa disuntikan langsung ke dalam produk di dalam laras ekstruder ke dalam laras unit pengkondisi (*pre-conditioning*) bahan sebelum masuk ke dalam laras ekstruder.

Dalam proses ekstrusi dapat dikatakan tidak ada hubungan-hubungan yang sederhana. Semua faktor yang terlibat dalam proses teksturisasi berkaitan dan saling mempengaruhi, sehingga kalau digambarkan dalam satu bagan, interaksi yang terjadi sangat rumit.

Ukuran pencetak (*die*) turut memegang peranan penting dalam proses pemasakan dengan ekstruder. Satu hal yang menentukan operasi ekstruder adalah keseimbangan antara aksi pengiriman ke depan oleh ulir dan aksi resistensi oleh pencetak. Tekanan yang cukup sangat diperlukan di dalam ekstruder untuk mengatasi resistensi pencetak yang biasanya terdiri dari satu atau lebih lubang kecil.

Lubang pencetak yang kecil membuat motor bekerja lebih keras dan sekaligus berfungsi untuk membangkitkan tekanan yang lebih besar agar produk dapat mengalami perbedaan tekanan yang besar. Oleh karena itu mesin ekstruder yang menggunakan prinsip pemanasan pada umumnya membutuhkan tenaga motor yang lebih besar. Namun demikian sebenarnya perubahan tekanan tiba-tiba tersebut dihasilkan selain oleh proses mekanis juga oleh air yang berada di ruang antar partikel dalam adonan berubah menjadi uap karena proses pemanasan.

Dalam kaitannya dengan mekanisme pembangkitan energi panas tersebut itulah maka jika diinginkan proses pemasakan dengan suhu yang tidak terlalu tinggi, maka kita dapat lakukan dengan menggunakan cetakan dengan lubang yang relatif agak besar. Resistensi aliran dan input energi mekanis yang tinggi diperlukan untuk menghasilkan produk yang mengembang (*puffed*).

Secara umum dapat dikatakan bahwa resistensi pencetak berbanding lurus dengan panjang (ketebalan) pencetak dan berbanding terbalik dengan pangkat empat dimensi penampang melintangnya.

Kondisi pemasakan yang perlu diperhatikan supaya produk yang dihasilkan dapat diterima oleh konsumen adalah:

- (a) Pengendalian kadar air dan pemilihan titik mana air perlu ditambahkan
- (b) Pengendalian suhu produk pada setiap titik dalam sistem ekstruder
- (c) Pemilihan ingredien atau campuran
- (d) Pengendalian pH ingredien atau campuran

- (e) Pemilihan komponen ekstruder
- (f) Bentuk dan ukuran cetakan
- (g) Laju alir bahan

4. EKSTRUSI BAHAN IKANI

Sebagian besar dalam penelitian makanan berprotein telah dilakukan untuk menemukan sumber-sumber baru untuk memenuhi kebutuhan manusia. Konversi protein menjadi produk-produk makanan yang dapat diterima secara organoleptik menjadi semakin penting akhir-akhir ini. Usaha-usaha nyata telah dilakukan untuk membuat *textured vegetable protein* menggunakan ekstruder. Penelitian pada pemasakan ekstrusi daging ikan pada awalnya ditujukan untuk memanfaatkan daging lumat yang mempunyai nilai gizi tinggi, tetapi studi ini tidak banyak yang berusaha mengungkap perubahan-perubahan fisiko-kimia yang terjadi selama proses ekstrusi. Sebagian penelitian lebih ditujukan terhadap tipe-tipe produk yang dihasilkan. Penelitian laboratorium ekstrusi daging ikan meliputi berbagai macam produk dengan kadar air rendah (di bawah 35%), sedang (35-50%) dan tinggi (di atas 50%) (Choudhury dan Gogoi, 1995).

4.1. Penelitian dengan Ekstrusi Berulir Tunggal

Sebagian besar penelitian pemasakan ekstrusi dengan ekstruder berulir tunggal menggunakan bahan ikani hanya terbatas pada campuran daging lumat dan bahan berpati dan atau bahan berprotein dengan selang kadar air mulai dari yang rendah sampai menengah. Penelitian-penelitian tersebut lebih ditujukan untuk melihat kemungkinan aplikasi pemasakan ekstrusi

pada pengolahan dengan menggunakan daging ikan dan pada umumnya diolah menjadi makanan ringan, seperti kerupuk dan mie dengan umur simpan sampai satu tahun. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh informasi bahwa ikan memperbaiki tekstur, mengurangi suhu yang diperlukan untuk teksturisasi yang optimal dan meningkatkan asam amino esensial. Produk ekstrusi dengan karakteristik tekstur dan kandungan gizi spesifik dapat diperoleh dengan mengontrol komposisi dan variabel pengolahan (Choudhury dan Gogoi, 1995).

Instalasi Penelitian Perikanan Laut Slipi telah melakukan penelitian pembuatan produk ekstrusi dengan menggunakan grit (tepung dalam bentuk kasar) dan tepung ikan mutu pangan. Grit maupun tepung ikan dapat ditambahkan sampai 15% dari total formula, tetapi sebaiknya tidak melebihi dari 10% (Fauzi, 1995; Fawzya et al, 1996).

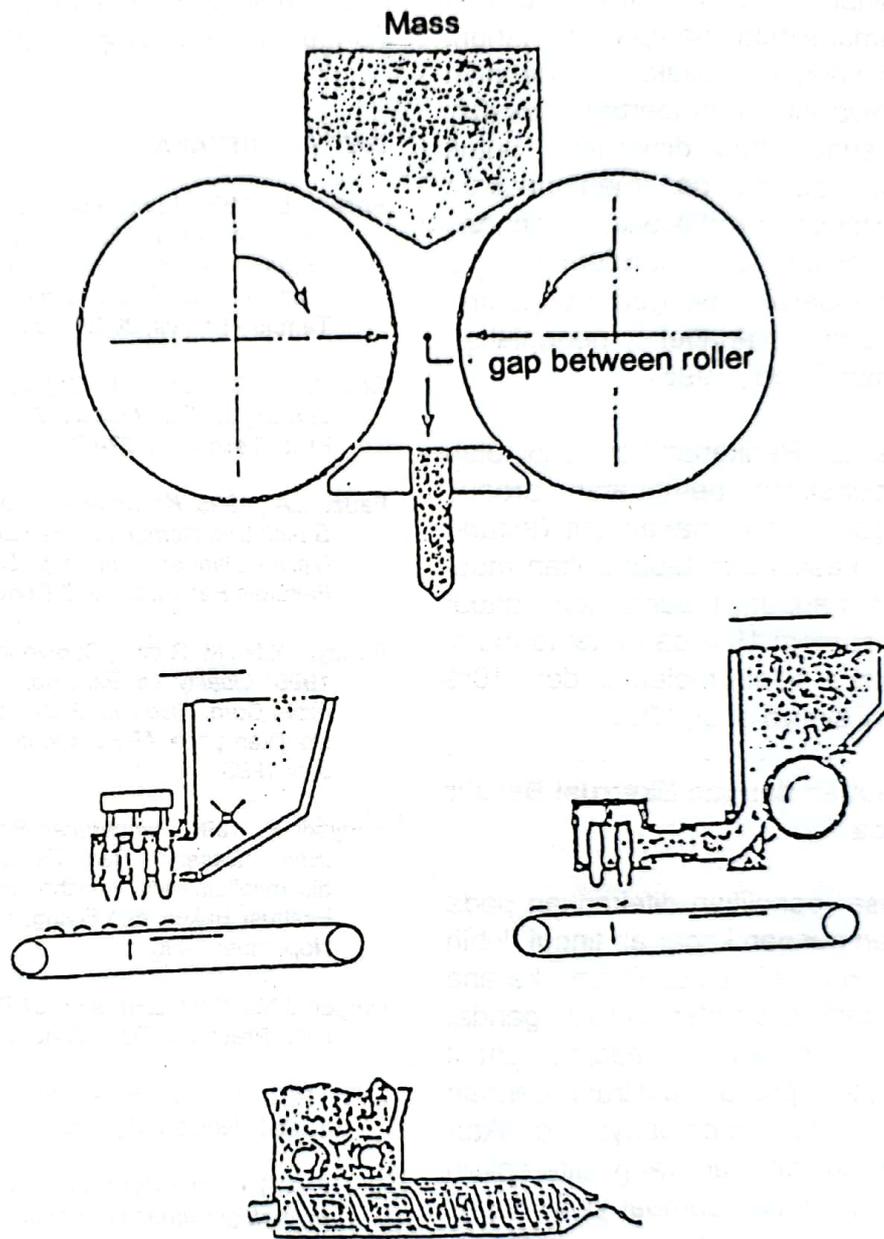
4.2. Penelitian dengan Ekstrusi Berulir Ganda

Sebagian besar penelitian ditekankan pada ekstrusi bahan dengan kadar air tinggi (lebih dari 50%). Hal ini disebabkan karena fleksibilitas dari ekstruder berulir ganda. Fokus dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan produk ekstrusi dengan bahan ikani yang mempunyai struktur berserat dan temperatur yang diterapkan mulai dari yang rendah sampai yang tinggi. Sebagai contoh pada produksi *fish meat sol* campuran daging ikan dan garam dilakukan pada kecepatan ulir dan suhu laras masing-masing adalah 100-400 rpm dan 5-25°C. *Fish meat sol* yang diperoleh dipanaskan pada suhu 50 atau 90°C akan membentuk gel yang teksturnya mendekati

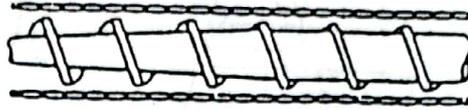
kamaboko. Selain itu dalam usaha untuk pembuatan camilan dengan ekstruder jenis ini dapat digunakan daging lumat sampai 50% (Choudhury dan Gogoi, 1995).

DAFTAR PUSTAKA

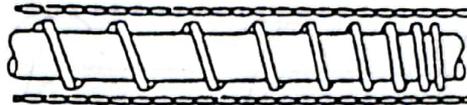
- Ahza, A.B., 1996. *Kondisi dan Parameter Operasional Pada Teknologi Ekstrusi, "Bakery", dan Penggorengan*, makalah disampaikan pada Pelatihan Produk-Produk Olahan Ekstrusi, Bakery dan Frying, Tambun-Bekasi, 28-29 Nopember 1996.
- Choudhury, G.S. dan B.K. Gogoi, 1995. *Extrusion Processing Of Fish Muscle: A review*, J. Aqua. Food Prod. Tech.4 (4): 37-67
- Fauzi, L.A., 1995. *Kajian Mutu Produk Ekstrusi Fish Snack Dari Kombinasi Ikan Layang Atau Ikan Nila Merah Dengan Singkong Dan Jagung*, Skripsi, Fakultas Perikanan, IPB Bogor.
- Fawzya, Y.N., M. Rufina, Sugiyono dan H.E. Irianto, 1996. *Quality Of Extrusion Food Product Made From Corn, Rice And Fish Flour Mixture*, makalah disajikan pada APFC Working Party di Colombo, Juni 1996.
- Hariyadi, P., 1996. *Pengenalan Peralatan Proses Ekstrusi, "Bakery" Dan Penggorengan*, makalah disampaikan pada Pelatihan Produk-Produk Olahan Ekstrusi, Bakery dan Frying, Tambun-Bekasi, 28-29 Nopember 1996.
- Harper, J.M., 1981. *Extrusion Of Foods I & II*, CRC Press Inc, Boca Raton, Florida.
- Miller, R.C., 1993. *A Primer On Cooking Extruders*, Sustain Notes 5 (3): 1-5.
- Muchtadi, T.R., Purwiyatno dan A. Basuki, 1988. *Teknologi Pemasakan Kestrusi*, PAU, IPB, Bogor.
- Rossen, J.L. dan R.C. Miller, 1973. *Food Extrusion*, Food. Tech. 28: 46-53.
- Smith, O.B., 1969. *History And Status Of Specific Protein Rich Food. Extrusion Processed Cereal Food In Protein Enriched Cereal Foods For World Feeds*. Milner, M., Am. Ass. Cereal Chem, St. Paul, Minnesota.



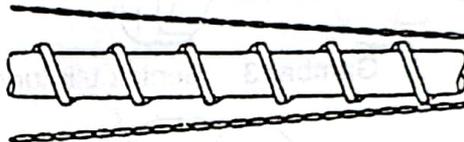
Gambar 1. Tipe-tipe ekstruder; meliputi ekstruder roller, ekstruder piston dan ekstruder ulir



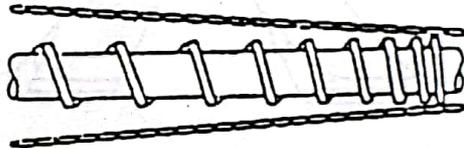
1. Increasing Root Diameter



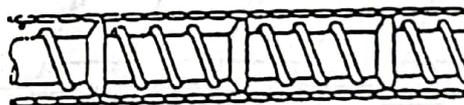
2. Decreasing Pitch, Constant Root Diameter



3. Constant Root Diameter Screw in Barrel with Decreasing Diameter

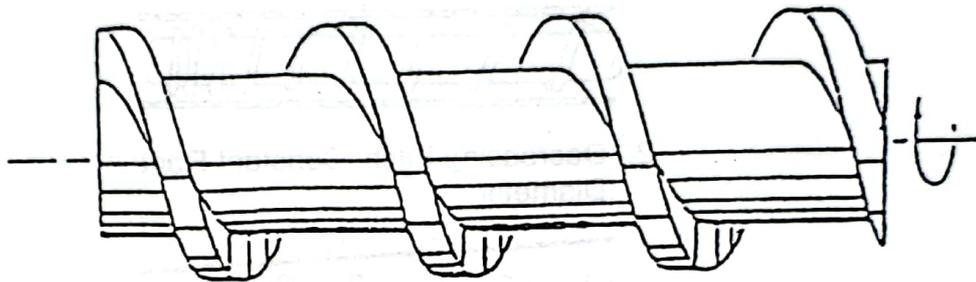
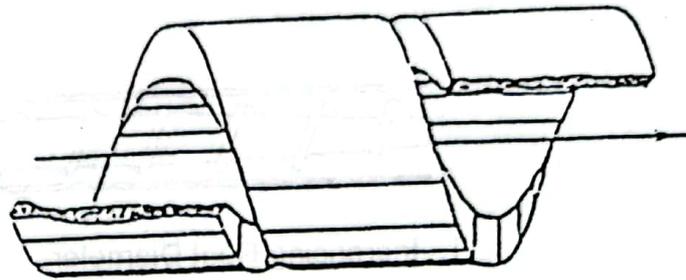


4. Constant Root Diameter, Decreasing Pitch Screw in Barrel with Decreasing Diameter

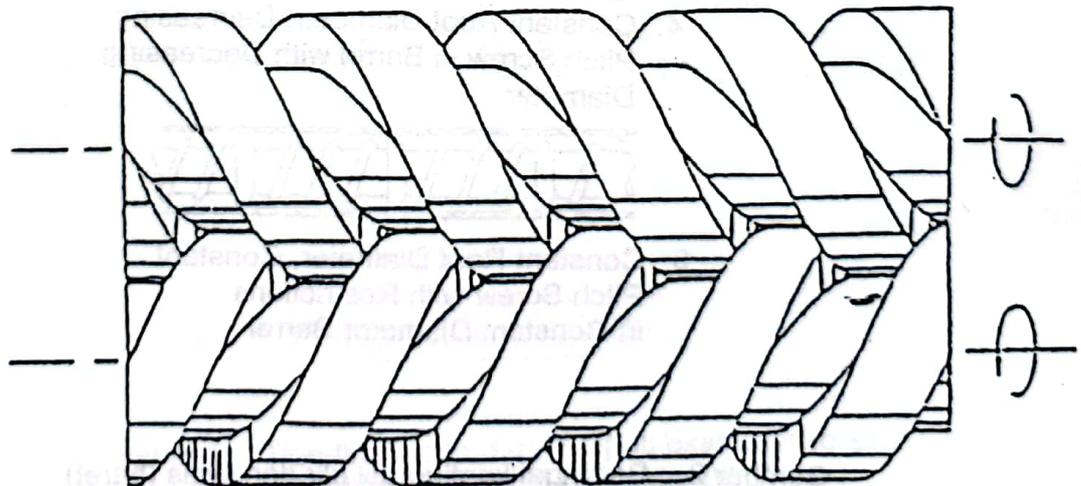
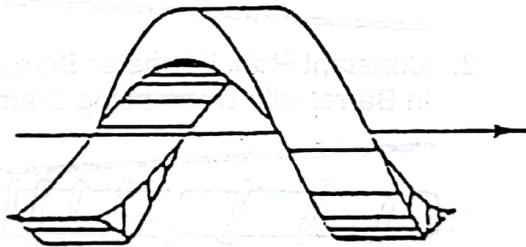


5. Constant Root Diameter, Constant Pitch Screw with Restrictions in Constant Diameter Barrel

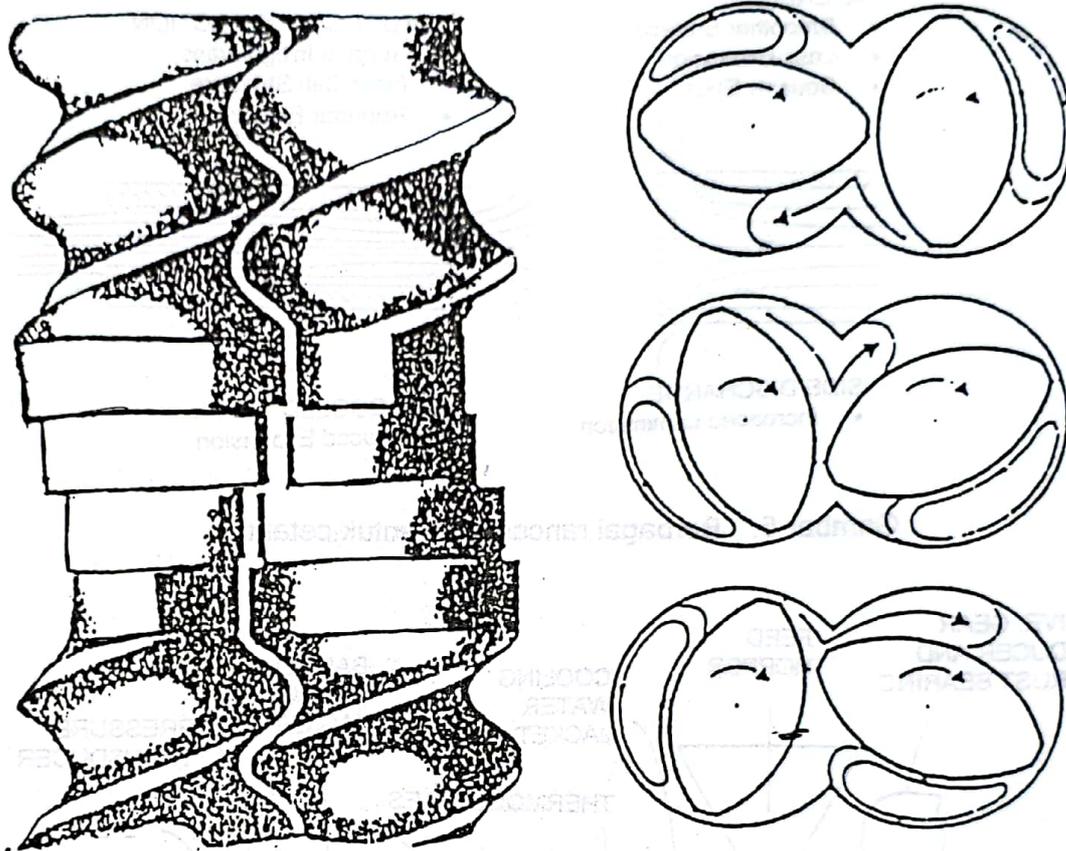
Gambar 2. Berbagai konfigurasi ulir dan laras (barel) yang dapat digunakan untuk memperoleh fungsi kompresi



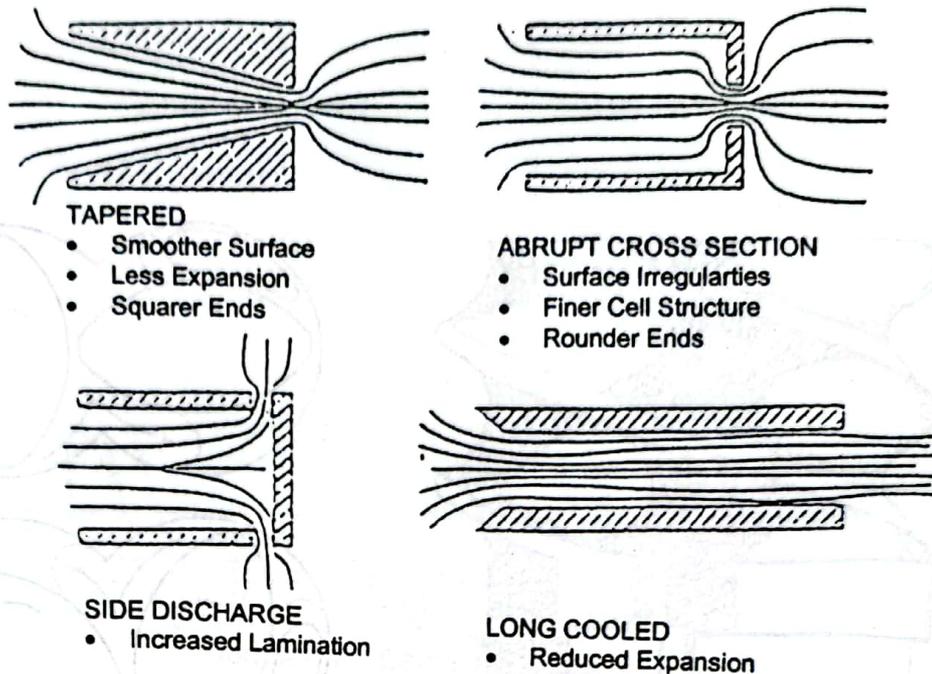
Gambar 3. Bentuk ulir tunggal



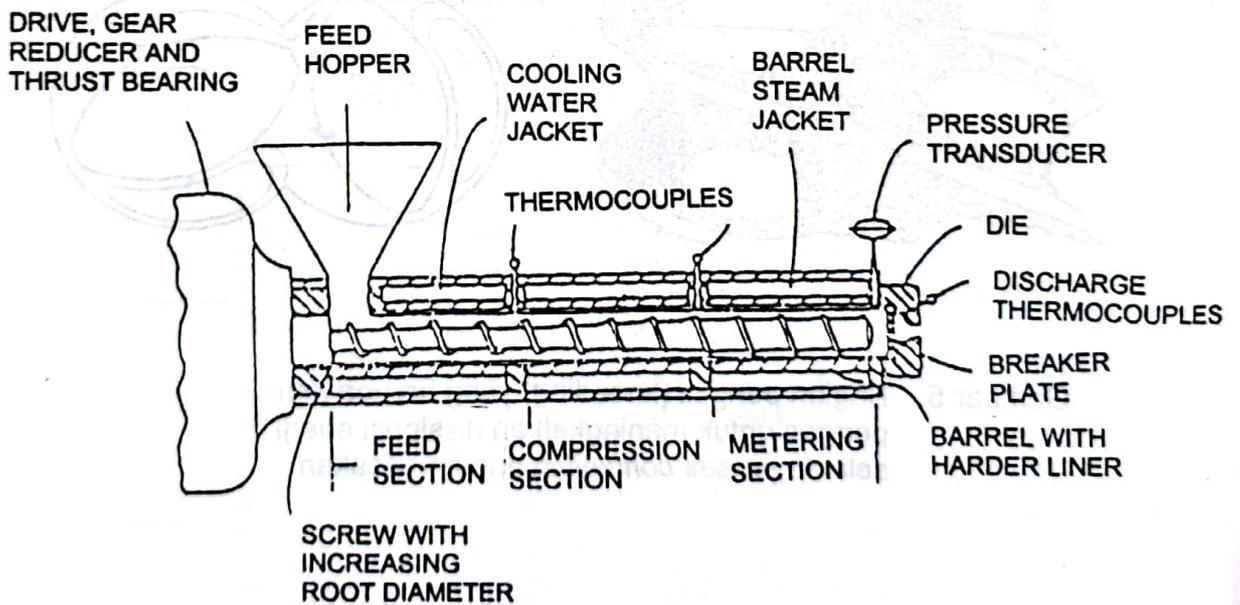
Gambar 4. Bentuk ulir ganda



Gambar 5. Bagian penguli (kneading) yang berupa lem-
pengan untuk meningkatkan dissipasi energi
selama proses *conveying* dan pemasakan



Gambar 6. Berbagai rancangan bentuk cetakan



Gambar 7. Penampang melintang suatu ekstruder yang menunjukkan komponen-komponen utamanya