



# Teknologi Ekstruksi

**Reza Fadhillah, S. TP, M. Si**

# Tekstur Produk Ekstrusi

- Teknologi ekstrusi umum digunakan sebagai metode untuk membuat produk makanan ringan
- Tekstur penting dalam penerimaan keseluruhan produk pangan ekstrusi
- Makanan ringan disukai: tekstur renyah, garing, tidak keras, tidak melempem
- Persepsi tekstur pangan → proses dinamik karena sifat fisik pangan berubah terus menerus dengan adanya proses pengunyahan, pembalutan dengan air liur dan perubahan suhu tubuh
- Analisis tekstur dengan menggunakan alat akan menghasilkan data yang lebih akurat karena bersifat objektif.
- Alat analisis tekstur → instron, LFRA Texture Analyzer, Stable Micro System TA.XT Texture Analyzer



## Jenis Parameter Tekstur Pangan

- Kekerasan → daya tahan bahan untuk pecah akibat gaya tekan yang diberikan. Sifat keras menyatakan sifat bahan padat yang tidak bersifat deformasi
- Kekenyalan → daya tahan bahan untuk lepas atau pecah oleh adanya gaya tekan. Sifat kenyal untuk menyatakan sifat bahan elastis yang bersifat deformasi.
- Elastisitas → daya tahan bahan untuk putus akibat gaya tarik
- Kelengketan → sifat perubahan bentuk benda dipengaruhi gaya kohesi-adhesi
- Kerapuhan → seberapa kuat suatu bahan menahan gaya tekan menyebabkannya hancur, menggambarkan remah (*crumbly*), renyah (*crunchy*), rapuh (*brittle*)

*crumbly*



*crunchy*



*brittle*



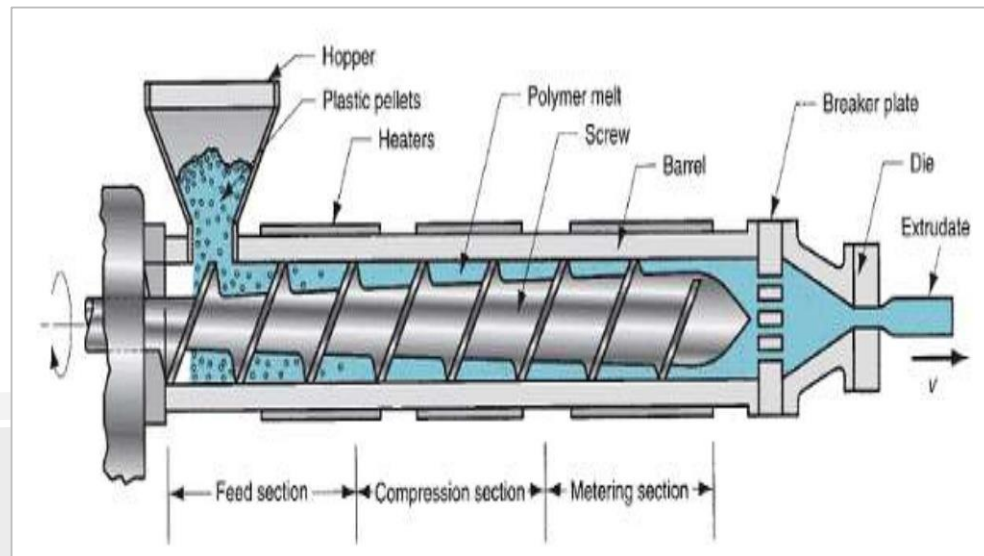
# Faktor Pengaruh Tekstur Produk Ekstrusi:

- Kondisi pemotongan ulir pengestrusi dalam cetakan
- Jenis bahan mentah dalam menyusun molekul-molekul dengan ikatan-ikatan kimia yang saling bersilang
- Distribusi ukuran sel dan ketebalan dinding sel
- Properti reologi pelelehan produk miliki efek signifikan pada tekstur (tergantung formulasi, suhu, kelembaban dalam laras, kecepatan, desain ulir, desain cetakan/*die*)
- Interaksi antara karbohidrat, protein, lemak
- Perlakuan pasca ekstrusi → pengeringan dan pembakaran



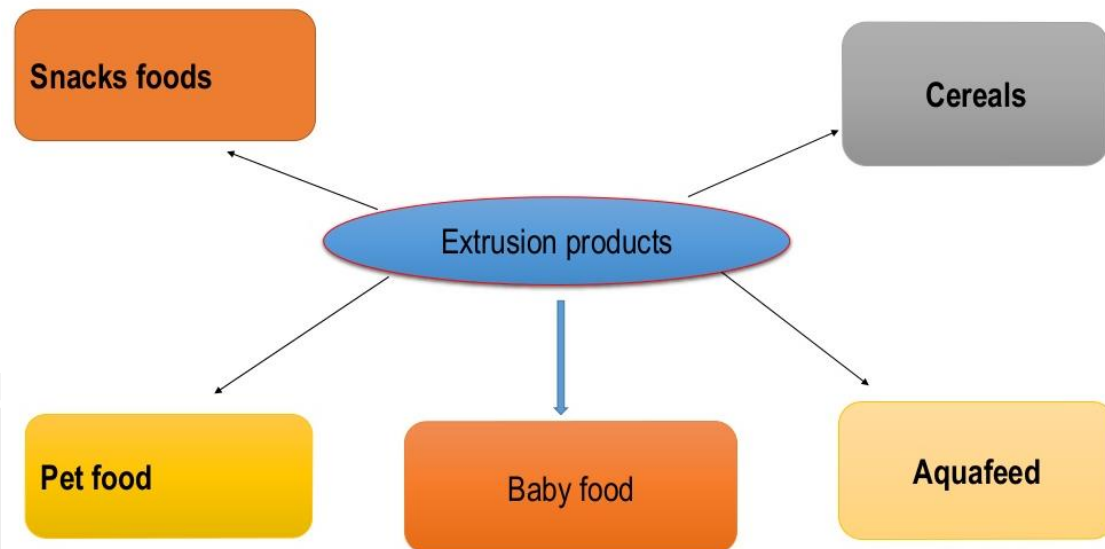
# Teknologi Ekstrusi

- Ekstrusi → bahan diproses dengan kondisi operasi pencampuran, pemanasan suhu ↑ dan pemotongan (pencetakan) membentuk hasil ekstrusi dengan singkat
- Struktur dasar produk ekstrusi didapat dengan mengubah dan mengatur sifat biopolimer alami (pati, protein) → pelelehan
- Proses pelelehan membentuk fase kontinyu → mengikat semua partikel bahan lain pada fase terdispersi dan membantu menahan gas saat pengembangan.
- Ekstrusi bahan → pada suhu optimum  $170^{\circ}\text{C}$ , tekanan 438–5516 kPa, kecepatan ulir 300 rpm, 10 detik
- Bahan harus berukuran 1–3 mm, bahan bentuk tepung halus tidak disarankan karena ukuran partikel terlalu kecil → produk dihasilkan hangus, tidak mengalami pepadatan, dan kurang mengembang



# Keuntungan Metode Ekstrusi

- Produktivitas tinggi
- Biaya produksi rendah
- Bentuk produk khas
- Produk lebih bervariasi walau dari bahan baku sama
- Pemakaian energi rendah
- Mutu produk tinggi karena proses menggunakan suhu tinggi
- Waktu singkat sehingga kerusakan nutrisi dikurangi
- Produk seragam
- Peralatannya mudah diotomisasi
- Non limbah



# cereals

- Cooked wheat, barley or oats in the form of porridge ready-to-eat cereal



# Snacks

Light meals or a partial replacement for a regular meal. Often eaten while travelling or watching sports and other entertainment

Directly  
expanded  
snacks



Indirectly  
expanded  
Snacks



Shape  
diversity





Pet food

Filled products



Multicolored product



Kibbles ,for cat & dog



# Aquafeed

Floating



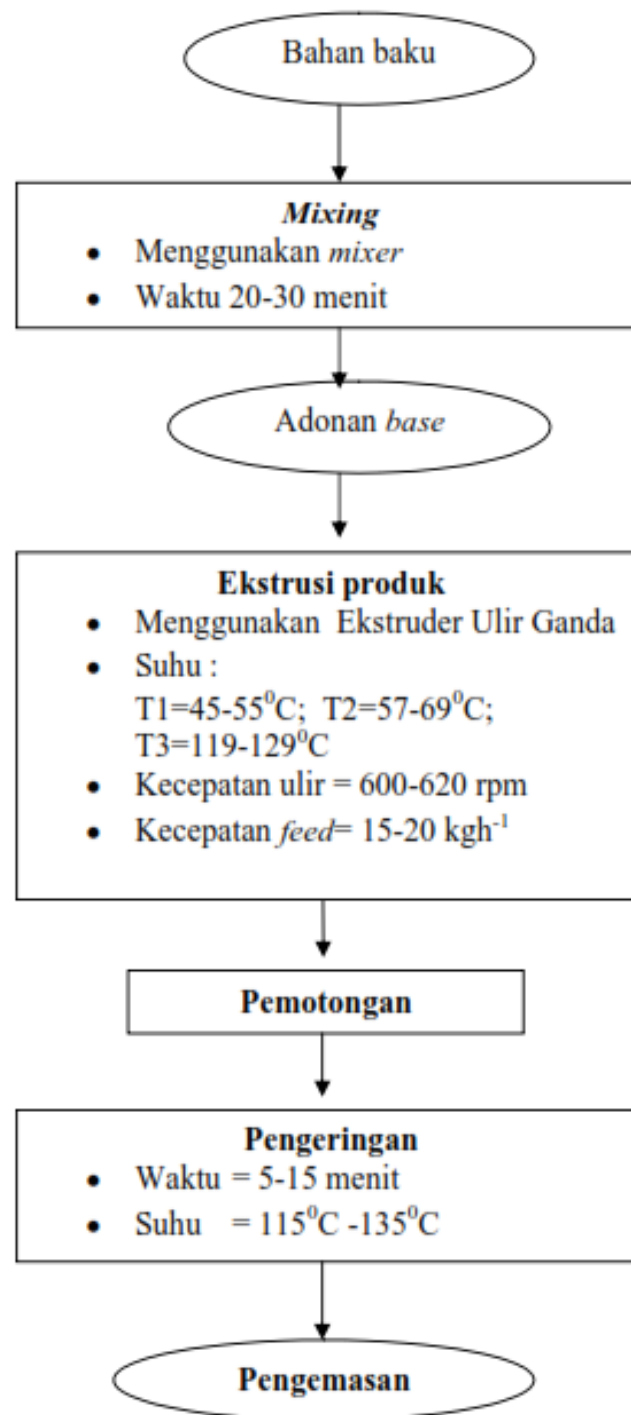
Sinking



Fast sinking

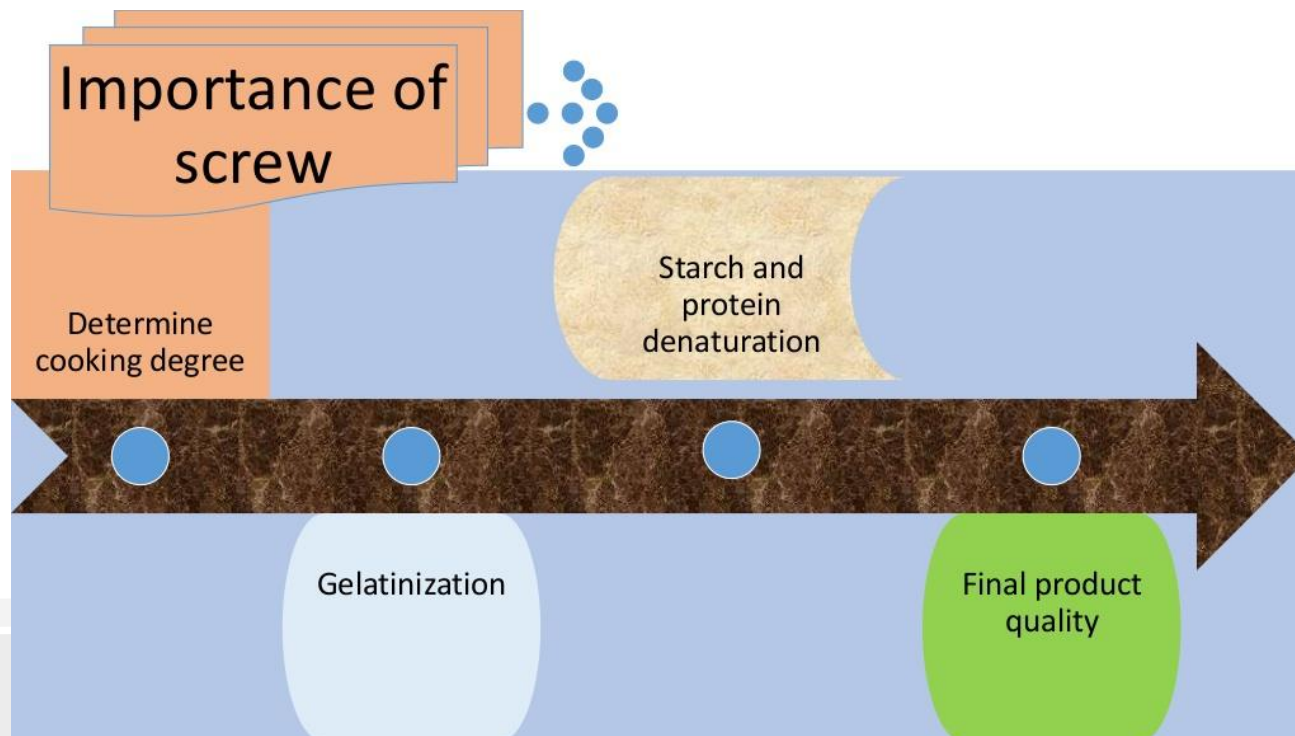


# Pembuatan Produk Ekstrusi



# Deskripsi

- Hasil pemasakan ekstrusi → gelatinisasi pati, denaturasi protein, inaktivasi enzim
- Proses ini diikuti: pengembangan eksotermik pada cetakan, struktur berongga gel karena pengembangan uap air dalam ekstruder
- Prinsip penerapan ekstrusi berdasarkan → gelatinisasi pati, pembentukan kompleks lemak-pati, denaturasi dan teksturisasi protein, pengikatan, reaksi kimia dan biokimia, pengaruh tekanan/penggilingan dan pengembangan.



# Perubahan Komponen Selama Ekstrusi

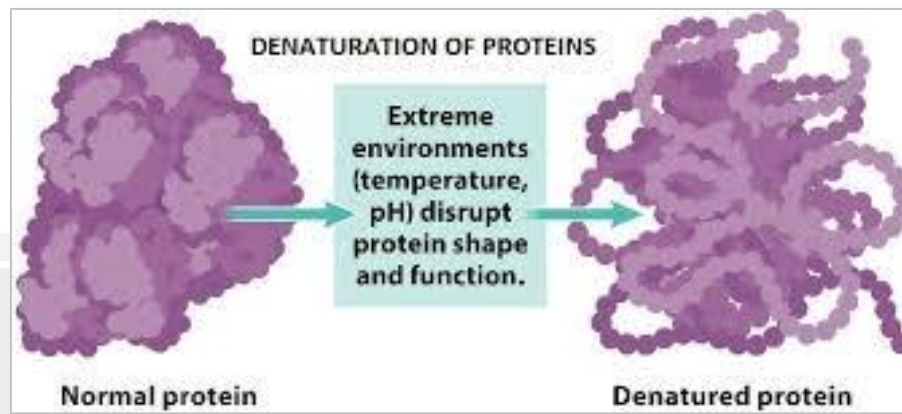
## Pati

- Pati → gelatinisasi, ikatan struktur heliks putus karena panas dan tekanan tinggi
- Amilosa berdifusi keluar dari granula pati, pecah membentuk suatu matriks,
- Amilosa → pembentuk gel, amilosa ↑ akan lebih rapat, lebih keras, kurang mengembang, tapi produk mudah diberi flavor
- Amilopektin → pengembangan produk
- Gelatinisasi pati → meningkatkan kemampuan hidrolisis amilase, menginaktifkan inhibitor  $\alpha$ -amilase, daya cerna produk meningkat



# Protein

- Protein → denaturasi / modifikasi struktur sekunder, tersier, kuartener, dan terputusnya ikatan hidrogen
- Mekanisme denaturasi protein:
  - ✓ Suhu ↑ butiran protein terurai dari bentuk globular → memanjang
  - ✓ Terputusnya ikatan-ikatan ionik, disulfida, hidrogen, Van der Waals
  - ✓ Beberapa molekul terpisah sesuai dengan sub-unitnya bersifat tidak larut, terjadi penggabungan → agregat → struktur makanan ekstrusi
  - ✓ Adanya ikatan antar molekul protein → membentuk matriks pada suhu 135°C
  - ✓ Setelah ekstrusi (protein tidak berbentuk butiran lagi) → pecah berdifusi dengan pati selama pemanasan
  - ✓ Protein → menaikkan derajat pengembangan, menguatkan interaksi antara amilopektin (interaksi tarik-menarik antar molekul) → meningkatkan kekuatan pengembangan polimer amilopektin tanpa putus



## Lemak

- Lemak → membentuk kompleks lemak-pati berikatan dengan amilosa amilopektin → menghambat pengembangan, sifat renyah produk ↓
- Mekanisme penghambatan pengembangan: lemak membentuk lapisan pada bagian luar granula pati dan menghambat penetrasi air ke dalam granula
- Penetrasi air sedikit → gelatinisasi rendah, lemak dalam kondisi bebas (tidak terikat dengan bahan lain), berfungsi sebagai pelumas dalam laras → mengurangi konversi energi mekanis untuk menaikkan suhu gelatinisasi pati sehingga menurunkan ekspansi produk.

## Serat

- Pada ekstrusi serat digunakan sebagai bulking agent dan memodifikasi tekstur produk ekstrusi.
- Penggunaan serat dibatasi pada bahan baku ekstrusi karena efeknya menghambat pengembangan produk

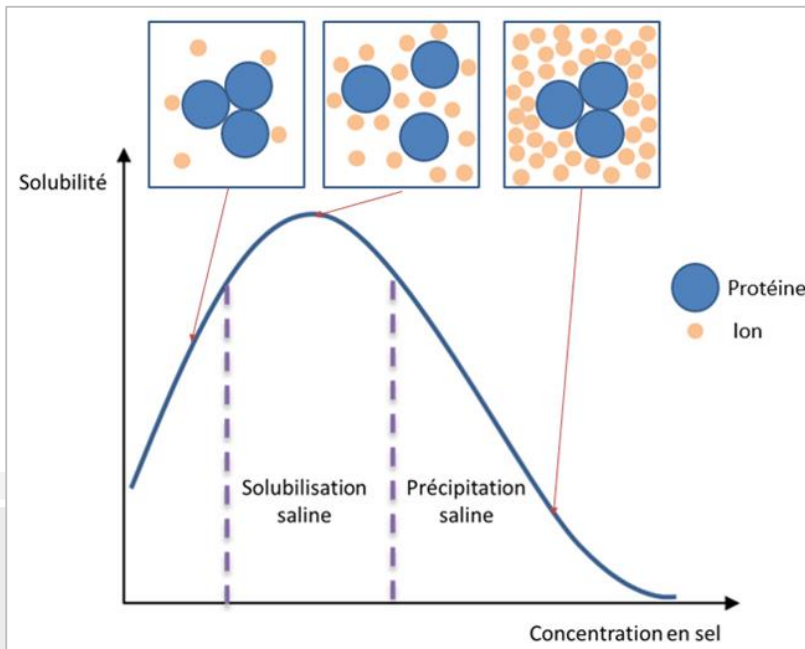
## Vitamin

- Penurunan kadar vitamin terutama vit B dan vit C karena peka terhadap pemanasan. Untuk itu perlu diperhatikan suhu, proses, tekanan dan faktor-faktor lainnya agar retensi vitamin tersebut dapat diperhatikan.
- Biasanya kadar vitamin yang dimaksud bukan menjadi pembatas mutu produk ekstrusi, teknik fortifikasi sering dilakukan sebagai penanggulangan.



# Garam

- Garam → meningkatkan viskositas dalam laras ekstruder sehingga meningkatkan tingkat konversi energi mekanik (mempercepat pemasakan) dan meningkatkan ekspansi produk.
- Garam juga mempengaruhi kelarutan dan kekentalan protein → meningkatkan kekuatan tekstur dan ekspansi ekstrudat
- Salting Out. Most proteins are less soluble at high salt concentrations, an effect called salting out. The salt concentration at which a protein precipitates differs from one protein to another. Hence, salting out can be used to fractionate proteins. Salting out is also useful for concentrating dilute solutions of proteins, including active fractions obtained from other purification steps.



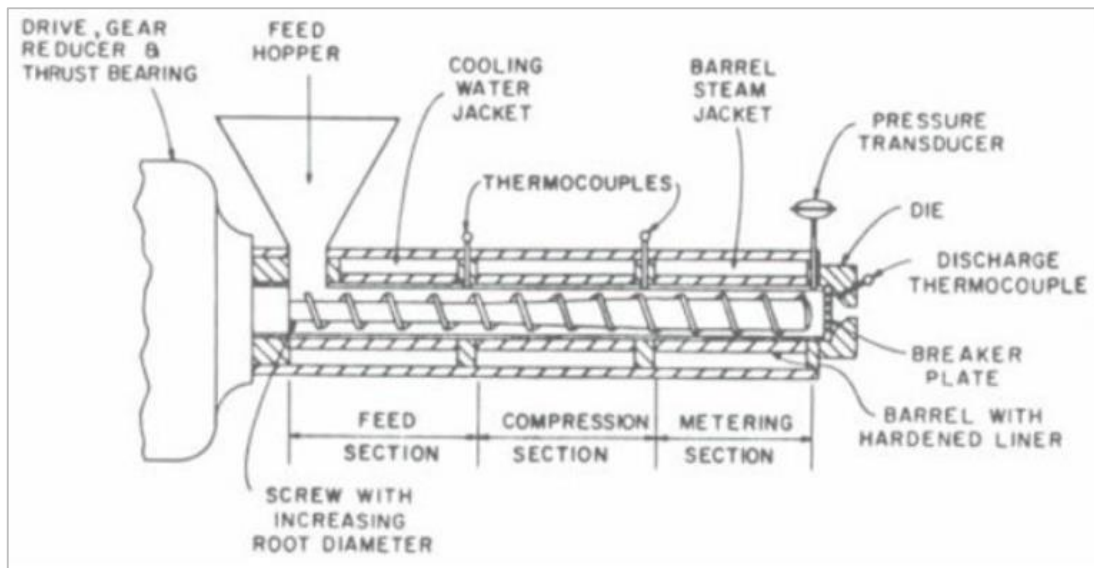
# Mesin Ekstrusi (Ekstruder)

- Ekstruder → alat untuk melakukan proses ekstrusi
- Fungsi ekstruder meliputi gelatinisasi, pemotongan molekuler, pencampuran, sterilisasi, pembentukan, penggelembungan/pengeringan
- Bahan yang telah mengalami pemasakan didorong keluar melalui *die*, dengan tekanan ↑ dan waktu cepat → bahan menjadi mekar, kering, tekstur berongga.
- Pemotongan dan pembentukan makanan dilakukan segera pada saat bahan keluar dari ujung *die*
- FOOD EXTRUSION: <https://www.eolss.net/Sample- Chapters/C10/E5-10-04-09.pdf>

- 3 bagian utama ekstruder: bagian pra-ekstrusi, ulir (screw), cetakan (*die*)
- Bagian pra-ekstrusi: ruang bertekanan ↑ tempat butiran bahan mentah dipanaskan dengan air/uap, → bahan setengah jadi dialirkan ke bagian ulir
- Bagian ulir: perubahan susunan molekul bahan → mempengaruhi tekstur produk. Panas dialirkan melalui pelepasan energi mekanik ulir → bahan mengalami proses hidrasi, denaturasi, melebur
- Bagian ulir mempunyai 3 bagian:
  - ✓ Bagian 1: bagian pemasukan bahan (feed section), fungsi menekan partikel-partikel bahan menjadi massa homogen
  - ✓ Bagian 2: bagian pencampuran (kneading section), fungsi menekan, mencampur dan memotong bahan yang telah terplastisasi
  - ✓ Bagian 3: bagian pemasak (cooking section)

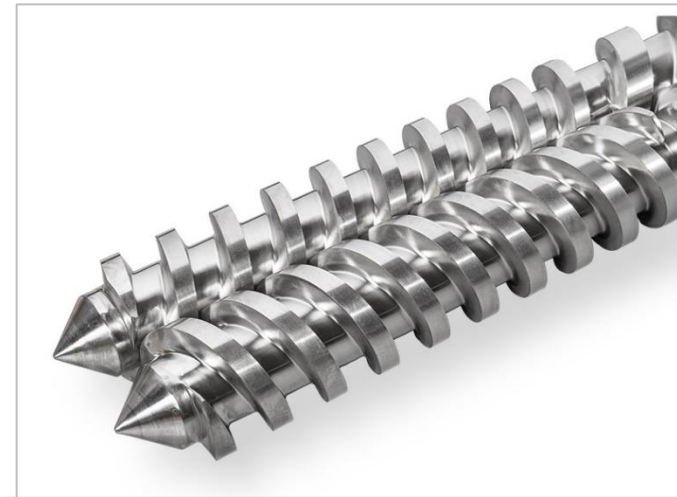
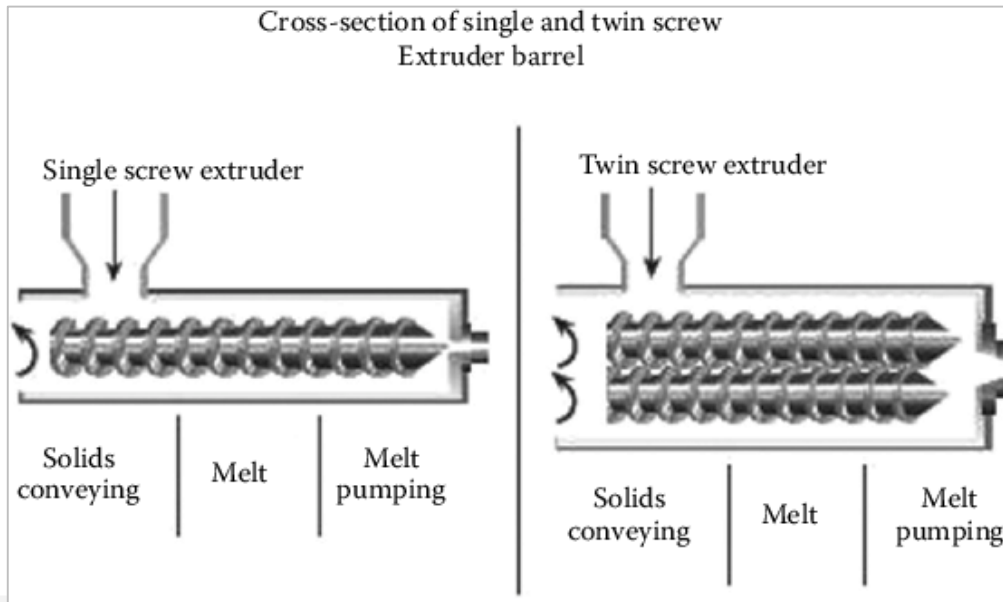
# Single Screw Extruder

- Berdasarkan konstruksi: ekstruder ulir tunggal (Single Screw Extruder) dan ekstruder ulir ganda (Twin Screw Extruder).
- Klasifikasi ekstruder ulir tunggal:
  - High Shear Extruder (untuk produk sereal sarapan, makanan ringan)
  - Medium Shear Extruder (untuk produk semi basah)
  - Low Shear Extruder (untuk pasta dan produk daging).
- Ekstuder berulir tunggal paling banyak digunakan dalam pengembangan produk baru



# Twin Screw Extruder

- Ekstruder ulir ganda, terdiri dari dua ulir yang sama panjang dan terletak berdampingan dalam suatu laras.
- Model Twin Screw Extruder (TSE) sering dipilih karena mampu mengatur daya tekan mekanis dan daya giling efektif adonan dalam selubung mesin ekstruder (barrel)



**EnD. .**



# Pangan Fungsional

**Reza Fadhillah, S.TP, M.Si**

# Deskripsi

- Pangan fungsional (functional food): pangan olahan yang memberikan manfaat terhadap kesehatan dan/atau dapat pencegahan suatu penyakit selain fungsi dasarnya sebagai penyedia zat gizi
- Pangan fungsional → bentuk pangan bukan kapsul, tablet, powder
- Berasal dari ingredien alami
- Pangan fungsional → pengembangan bidang pangan disertai dengan klaim kesehatan untuk tujuan pemasaran. contoh:
  - ✓ Produk sereal dengan klaim menurunkan risiko penyakit kanker
  - ✓ Didasari studi sereal sebagai sumber serat dapat menurunkan risiko penyakit jantung
- Sinonim: **Functional food, Dietetic food, Designer food, Pharmafood, Nutraceuticals**



# Status Pangan Fungsional



# Latar Belakang

- Modern diet → tinggi produk hewani, rendah serat & lemak, resiko:
  - ✓ Penyebab gangguan kesehatan
  - ✓ Penyakit degeneratif: hipertensi, obesitas, kardiovaskuler, kolesterol, tumor dan kanker (usus besar)
  - ✓ Penuaan dini
- Demand konsumen: menginginkan mendapat zat gizi secara alami, dibanding zat fortifikan (vitamin dan mineral)
- Antisipasi:
  - ✓ Perubahan pola diet, mengurangi konsumsi pangan hewani
  - ✓ Meningkatkan konsumsi pangan nabati
  - ✓ konsumsi produk dengan klaim kesehatan (pangan fungsional)
  - ✓ produk organik

# Tren Produk Pangan Fungsional

1. Kesehatan: konsep pangan masa depan (Health is the future of food)
2. Semua pangan akan menjadi pangan fungsional (Intrinsic health all foods are fast becoming functional)
3. Munculnya konsep “pangan baik & pangan buruk” menggantikan “konsumsi baik & konsumsi buruk” (Farewell “good diets & bad diets” welcome to “good foods & bad foods” )
4. Munculnya terminologi “karbo baik & karbo buruk” . dengan bangkitnya whole-grains dan konsep indeks glikemik rendah (Good Carb, bad carbs: the rise of whole-grains and low GI)
5. Fokus kebutuhan gizi individu (Personalised nutrition is here to stay)
6. Bars & minuman: pangan masa depan (Bars & beverages the future of food)
7. Pemenuhan dosis zat gizi harian dan inovasi kemasan (Daily dose and the power of packaging innovation)
8. Memudarkan tren berbagai produk suplemen (Out of the supplement aisle)
9. Asia: acuan sumber kesehatan (Asia for inspiration & health leadership)
10. Pengembangan produk pangan sehat untuk anak-anak (The kids nutrition crisis will be on all company agendas)

# Ingridien/Fitokimia Pangan Fungsional

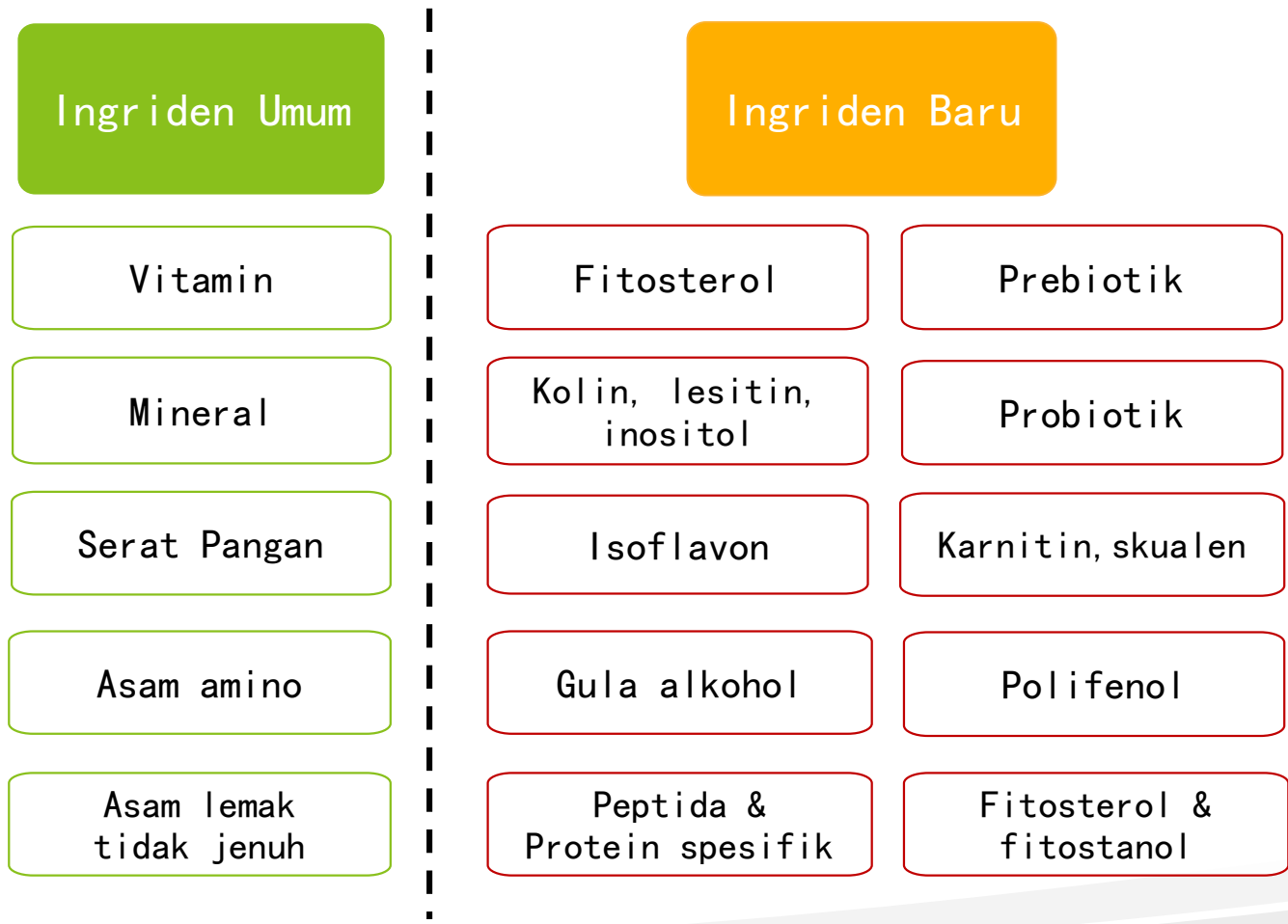
- Fitokimia: Senyawa kimia yang bekerja sebagai nutrasetikal/suplemen diet atau senyawa bioaktif asal tumbuhan
- Contoh: isoflavin kedelai, antioksidan sayuran, likopen tomat, tanin/polifenol teh, antosianin duwet – ubi jalar

Bahan pangan	Kandungan	Reduksi resiko
Bunga kol, kubis, bayam	Senyawa sulfur	Kanker usus
Brokoli	sulforafan	Kanker payudara
Teh hijau	polifenol	Kanker
Seledri	butilftalat	Tekanan darah tinggi
Tahu, susu & tepung kedelai	(hitoestrogen) saponin, isoflavin	Kanker, Penyakit jantung
Tomat dan semangka	likopen	Kanker prostat, jantung
Bawang-bawangan, daun bawang	Senyawa alium	Kanker, penyakit jantung
Anggur, strawberi, kacang	Asam elagat	Kanker
Jus anggur merah	resveratrol	Kanker, jantung
Jeruk, wortel, ubi jalar, bayam	Beta-karoten	kanker
Sitrus	monoterpena	Kanker
Apel, sereal	Kuersetin	Kanker, jantung

# Ingridien/Fitokimia Pangan Fungsional

Komponen	Sumber	Manfaat
Likopen	Tomat & produknya	Mencegah kanker prostat
Inulin	Biji-bijian utuh	Meningkatkan kesehatan saluran pencernaan
Flavanol	Cokelat, teh	Melancarkan peredaran darah
Sulforafan	Brokoli	Antioksidan
Asam lemak $\omega 3$	Salmon, tuna	Mengurangi risiko penyakit jantung
Isoflavon	Kedelai	Kesehatan tulang; Menopaus
Protein kedelai	Kedelai	Menurunkan kolesterol

- Komponen lain dapat dipertimbangkan sebagai komponen fungsional dengan mengajukan bukti ilmiah dan klaim

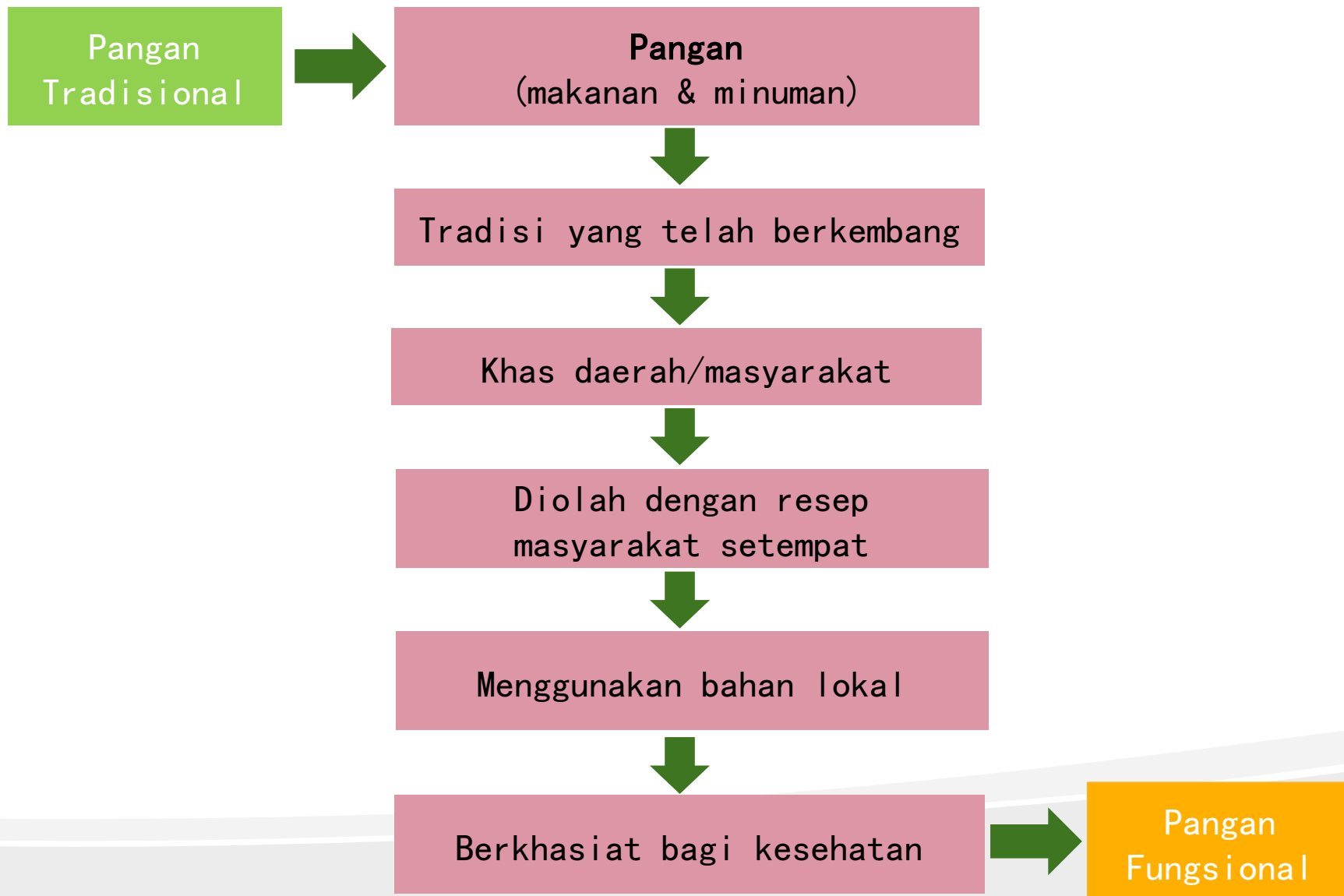


# Pangan Tradisional → Pangan Fungsional

- Tahapan:
  - ✓ Berbasis komoditas lokal
  - ✓ Dukungan penelitian yang berkesinambungan (hulu - hilir)
  - ✓ Adanya sentuhan inovasi teknologi
  - ✓ Membangun “brand image” dan penumbuhan rasa keintaan
  - ✓ Promosi (paket promosi wilayah)
  - ✓ Penampilan produk (kemasan dan penyajian)

**Pangan tradisional = pangan fungsional**







# Pangan Tradisional – Jamu

- Produk jamu: beras kencur, sari jahe, sari pala, sari temulawak
- Khasiat: meningkatkan produksi cairan empedu, melindungi kerusakan sel hati, anti jamur dan anti bakteri, analgenik dan antiradang (jahe)
- Bahan baku jamu rempah-rempah: kunyit, temulawak, jahe, kencur, lengkuas) pala, cengkeh, kulit manis, kapulaga, jahe, lengkuas, sereh, daun salam, kunyit, lada, kemiri, ketumbar, ketumbar, kapulaga
- Senyawa bioaktif:
  - ✓ Kluwek yang biasa digunakan dalam bumbu rawon mengandung senyawa aktif sebagai anti trombotik
  - ✓ Bawang putih berkhasiat menurunkan kolesterol darah, mengatur tekanan darah, antioksidan, menghambat tumor

Dikonsumsi dalam bentuk minuman



Minuman fungsional (karakteristik sensori)



# Contoh Produk Pangan Tradisional

- Produk konvensional yang dipasarkan dengan informasi baru
  - ✓ Oat dengan klaim tinggi serat dan beta-glukan (mengurangi kolesterol)
  - ✓ Tempe mengandung serat dan isoflavon
- Produk konvensional dengan penambahan ingredien
  - ✓ Jam dengan sterol nabati
  - ✓ Saos tomat dengan ekstra likopen
  - ✓ Cokelat dengan peningkatan flavanol
- Produk baru yang memberikan ingredien fungsional
  - ✓ Minuman teh (teh oolong, teh hitam, teh hijau, teh putih)
  - ✓ Yogurth diperkaya galur probiotik & prebiotik (inulin, FOS, GOS)
  - ✓ Minyak nabati (zaitun) untuk kesehatan jantung



Oat



**EnD. .**