

TEKNIK PRODUK (TK 7362) Dr Ir Endah Retno Dyartanti, MT

Chemical Engineering Department
Faculty of Engineering
Sebelas Maret University

BAHAN KAJIAN

1. Peranan sarjana teknik kimia dalam inovasi produk.
2. Eksplorasi dan penemuan produk (sejarah penemuan).
3. Pengembangan produk-produk untuk bisnis.
4. Pentingnya hubungan struktur (sifat makroskopis) dan sifat produk (sifat mikroskopis)
5. Penjualan produk (industri dan konsumen)
6. Desain produk .
7. Peluang produk inovasi.

SARJANA TEKNIK KIMIA DAN INOVASI PRODUK

PROCESS ENGINEERING

Previous curriculum

1. Efficient production,
2. Reduced cost,
3. Improved safety

CHEMICAL ENGINEER

Current curriculum

1. New product
2. Product innovation

PRODUCT ENGINEERING

High Profit

Teknik Kimia dan Proses



Example:

Susu segar (90% air)	→	Susu bubuk (3% air)
Tebu	→	Gula pasir
Batu kapur, lempung, pasir silika, gips	→	Semen

How About New Product ?

- **Conventional:**

Chemist Invent → Chemical Engineer

Develops process (manufacturing)

- **New Paradigm:**

Chemical engineer can also invent a **new product**

- **Example:**

Thomas Midgley, Jr. invented both tetraethyl lead and Freon, two of the most celebrated products in the 20th century, but he only had a bachelor's degree in mechanical engineering, and he had to learn on his own the chemistry of structure-property relations.

Product Engineering Curriculum

Approaches of course contents:

1. Introducing the subject by the **historic case method**. (This shows the patterns of past successes, which methods were fruitful, and which paths were barren.)
2. Providing useful tools in the **search for materials that possess the desired properties**, as well as ways to modify materials to improve their properties.
3. Doing a **product design project**, perhaps in parallel with the traditional process design project, which must take into consideration market needs and safety and environmental impacts.

The Needed Knowledge

- Main tool:

Product engineering and molecular structure– property relations can follow the advances of unit operations and transport phenomena, and become the Third Paradigm of Chemical Engineering.

- Supplements:

- Modern computer software and the Internet

Chemical Products

1. *Commodity Chemicals*
2. *Specialty Products*

Commodity Chemicals

- Berjumlah banyak (kuantita)
- Kualitas standard (relatif sama)
- Komposisi kimia sebagai parameter penting
- Harga tidak terlalu tinggi (relatif)
- Banyak produsen
- Faktor harga sangat menentukan daya saing
- Efisiensi proses sangat esensial
- Contoh : semen, bensin, pupuk, minyak goreng, etanol, deterjen, dll

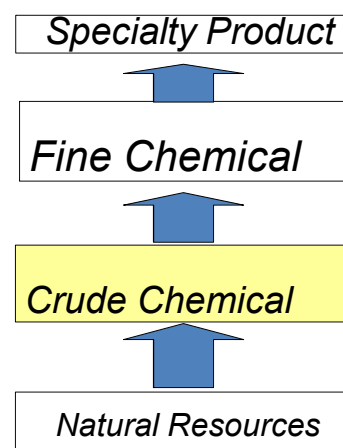
Specialty Products

- Berjumlah sedikit (kuantita)
- Kualitas menjadi daya saing utama
- Komposisi kimia bukan parameter utama
- Harga sangat tinggi
- Features sangat menentukan daya saing
- Jumlah produsen terbatas, karena seleksi persaingan
- Faktor harga kurang dominan pada daya saing
- Selalu terjadi perlombaan peningkatan kualitas
- Efisiensi proses kurang menentukan daya saing
- Contoh : parfum, kosmetik, obat, pembersih, dll

The Important of Specialty Chemicals

- Keuntungan industri *specialty product* relatif tinggi
- Indonesia kaya bahan untuk membuat *specialty product*
- Kualitas penting untuk *commodity chemicals*, apalagi untuk *specialty product*

The Flow of Chemical Products



The Important of Specialty Chemicals

1. *Quality*
2. *Quantity*
3. *Cost*
4. *Safety*
5. *Environment*
6. *etc.*

For fine chemicals and specialty products, quality is the main attribute (produk Indonesia umumnya baru sampai crude chemicals)

Specialty Product?

CONTOH PERBANDINGAN HARGA

Nama	Sumber	Spesifikasi	Harga (\$/kg)
Minyak nilam (<i>patchouli oil</i>)	Tanaman nilam (<i>Pogostemon cablin</i>)	Crude	35
		Absolute patchouli alcohol	1275 (\$255/240mL)
Minyak cengkeh (<i>clove oil</i>)	Tanaman cengkeh - daun, batang, bunga (<i>Eugenia caryophyllata</i>)	Crude	18
		Purified	40
		Absolute eugenol	190
Minyak pala (<i>nutmeg oil</i>)	Biji pala	Crude	35
		Absolute trimyristin	600
Minyak kenanga (<i>cananga oil</i> , <i>ylang-ylang oil</i>)	Bunga kenanga (<i>Cananga odorata</i>)	Crude	29
		Purified	3563 (\$28.5/10mL)
Minyak jahe (<i>ginger oil</i>)	Rimpang jahe	Crude	95
		Purified	1938 (\$15.5/10mL)
Minyak sereh (<i>citronella oil</i>)	Daun sereh	Crude	5
		Purified	725 (\$5.8/10mL)

Specialty Chemicals

Membuat *specialty product* berbasis *fine chemicals* disebut :

formulation engineering

- *Specialty products* umumnya terdiri banyak komponen kimia (bisa puluhan)
- Mempunyai kualitas-kualitas/sifat-sifat yang sesuai keinginan konsumen
- Komposisi kimia bisa berbeda

Product Engineering

“perancangan produk dan proses dengan orientasi kualitas produk”

Untuk teknik kimia :

Chemical Product Engineering

Parameter kualitas produk sangat diutamakan, bahkan bisa menggeser parameter konversi, *yield*, efisiensi, komposisi kimia, dll.

Komoditi teknik kimia sangat banyak jenisnya

- Berbasis karbohidrat : glukosa, sukrosa, pentosa, aseton, butanol, etanol, sorbitol, asam sitrat, asam laktat, asam oksalat, furfural, dll
- Berbasis selulosa (serat) : kertas, rayon, selulosa nitrat, selulosa asetat, CMC, metil selulosa, dll.
- Berbasis minyak nabati : sabun, margarin, gliserin, asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam laurat, asam linoleat, dll
- Berbasis protein: kedelai, kacang, dll
- Minyak atsiri : farmasi, kosmetika, essence, dll

- Berbasis minyak bumi : bensin, kerosin, LPG, aspal, dll
- Bahan tambang : Fe, Cu, dll • Bahan-bahan polimer
- Bahan-bahan keramik
- Zat warna
- Getah-getahan • Dll

"Indonesia kaya sumber daya alam namun secara nasional masih tergolong negara belum kaya; pemanfaatan sumber daya alam secara optimal dan sustainable merupakan salah satu solusi untuk kesejahteraan bangsa"

Ada dua jenis produk (berbasis sumbernya):

- **Bahan sintetis:**
kualitas tinggi, sering tidak ramah lingkungan, prosesnya menghasilkan limbah berbahaya, tidak sustainable
- **Bahan alami (terutama hasil pertanian):**
kualitas kurang tinggi, ramah lingkungan, prosesnya lebih aman dan amah lingkungan, sustainable

Perlu terus dikembangkan:

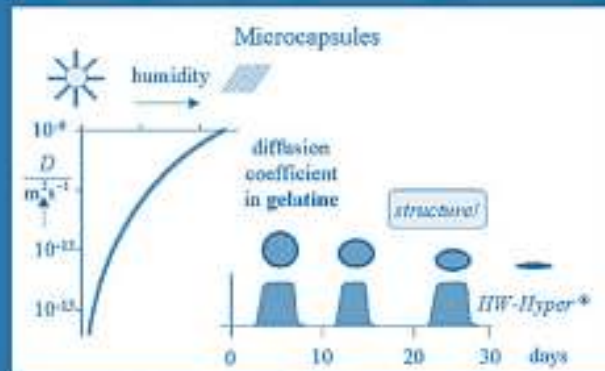
Bahan sintetis berbasis bahan alami: kualitas tinggi, ramah lingkungan, proses lebih aman dan ramah lingkungan, sustainable

Contoh : Pengembangan produk herbisida (Wesselingh,2001) :

Dilinginkan produk herbisida yang jika ditebar muncul saat cuaca lembab tapi tidak muncul pada cuaca kering

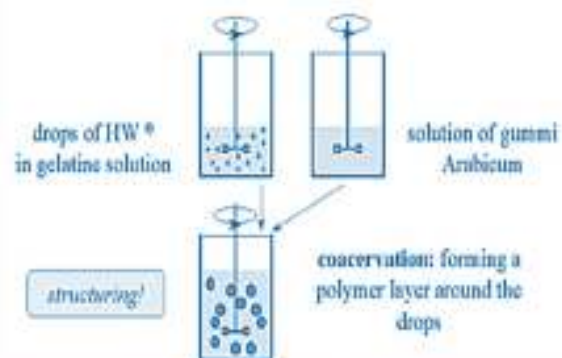


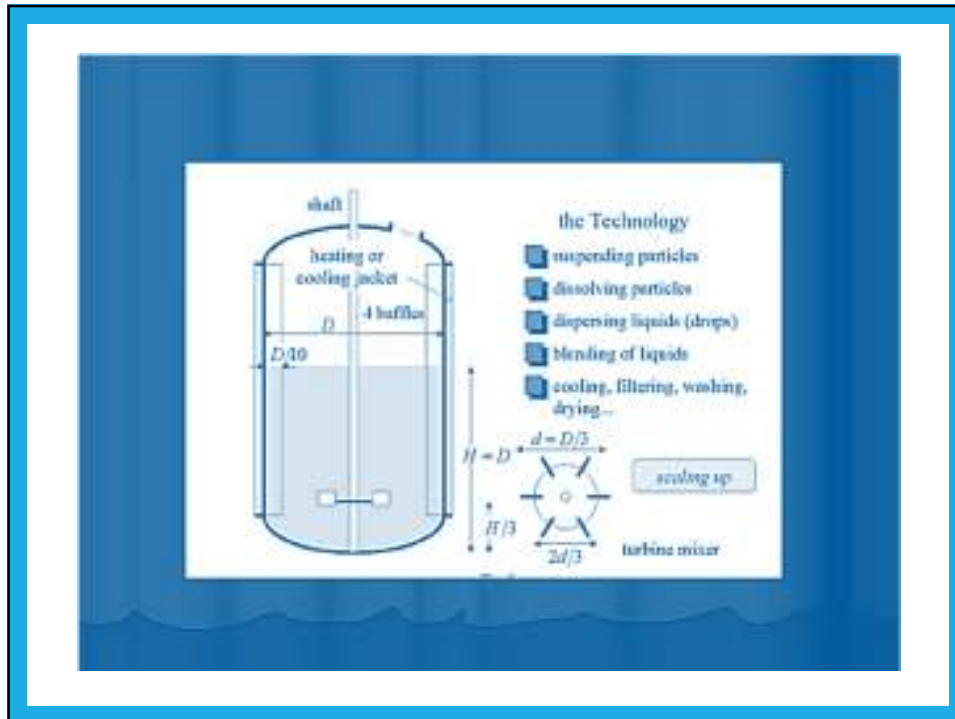
Herbisida cair berada dalam kapsul gelatin;
jika lembab gelatin mengembang, difusivitas
naik



Bagaimana proses pembuatannya skala besar?

Making Capsules





- Tugas chemical engineers mencakup pengembangan produk dan perancangan proses untuk produksinya pada skala industri
- Berapa waktu yang diperlukan untuk pengembangan contoh tersebut?
- Sekitar 6 bulan
- Ternyata itupun belum cukup cepat (terlambat) untuk kebutuhan pasar

Pengawetan Produk Pertanian:

- Pengeringan (pengurangan kadar H₂O, sehingga pertumbuhan mikro-organisme terhambat)
- Pengasinan (pertumbuhan mikro-organisme dihambat dengan garam)
- Pengasaman (pertumbuhan mikro-organisme dihambat dengan penurunan pH menggunakan asam)
- Pemanisan (pertumbuhan mikro-organisme dihambat dengan penambahan gula; pada kadar gula tinggi, mikro-organisme tidak bisa berkembang).
- Pengasapan (pertumbuhan mikro-organisme dihambat dengan zat-zat kimia pada asap; sekarang banyak dipakai asap cair)
- Sterilisasi diikuti pengalengan
- Pasteurisasi, ultra high temperature treatment (UHT), dll untuk produk susu DII

Berbagai Potensi Renewable Natural Resources di Indonesia:

- Bahan berbasis Pati/Gula
- Bahan berbasis Minyak Nabati
- Bahan berbasis Protein
- Bahan berbasis Serat
- Bahan berbasis Lignin
- Bahan berbasis Minyak Atsiri
- Zat warna • DII

Bahan Berbasis Pati/Gula

- Senyawa kimia: karbohidrat (polimer gula dengan ikatan alfa)
- Dikenal monosakarida, disakarida, polisakarida
- Bisa langsung dipakai sebagai food
- Pati bisa dihidrolisis menjadi gula (misal sirop); dipakai katalisator asam, basa, ion-exchanger
- Pati/gula adalah komponen penting dalam makanan.
- Gula bisa difermentasi menjadi berbagai bahan kimia (etanol, MSG, asam cuka, maltosa, dll); bisa juga dipakai enzim
- Ada juga tanaman yang langsung menghasilkan gula (tebu, kelapa, dll, umumnya berupa disakarida); teknologi sederhana untuk meningkatkan kualitas gula bisa dikembangkan
- Gula dengan standard farmasi berharga sangat mahal

Minyak Nabati

- Contoh: minyak kelapa, minyak sawit, minyak nyamplung, minyak jarak
- Ester dari gliserol dan asam lemak (asam karboksilat rantai panjang); satu molekul gliserol dapat berikatan dengan 3 molekul asam lemak; sering disebut trigliserid
- Ada banyak jenis asam lemak, bervariasi panjang rantai, kejenuhan dan strukturnya
- Minyak/lemak adalah komponen penting dalam makanan.

Minyak Nabati

- Minyak nabati dapat diolah menjadi banyak sekali bahan kimia dengan berbagai sifat (variasi penggunaan sangat luas)
- Penggunaan sederhana adalah direaksikan dengan NaOH atau KOH menjadi sabun
- Transesterifikasi dengan metanol menghasilkan biodiesel
- Hidrolisis minyak nabati menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas rantai panjang yang bisa diolah menjadi alkohol rantai panjang, deterjen, dll.
- Hidrolisis pada produk minyak umumnya menurunkan kualitas, jadi perlu dicegah; sedikit H₂O terlarut dalam minyak perlu dihilangkan

- Hidrogenasi menghasilkan margarin
- Minyak nabati dengan banyak ikatan tak jenuh bisa diolah menjadi drying oil.
- Pemakaian sebagai minyak goreng juga cukup luas
- Bahan-bahan yang diperoleh dari hasil pengolahan minyak nabati sering disebut oleokimia (oleochemicals)
- Pemakaian sebagai obat juga sudah lama dikenal
- Dikenal juga virgin coconut oil (VCO) yang bisa diperoleh dari kelapa dengan teknologi sederhana

Protein

- Polimer dari asam amino
- Ada berbagai jenis asam amino
- Ciri khas molekul asam amino adalah rantai karbon yang mempunyai gugus amina (-NH₂) dan karboksilat (-COOH); asam amino bersifat amfoter
- Pada pH tertentu (titik isoelektris) kelarutan protein dalam air minimum; dimanfaatkan misalnya pada pembuatan tahu
- Protein adalah komponen penting dalam makanan
- Hasil pertanian yang mengandung protein kadar tinggi misalnya adalah kedelai; sering dipakai sebagai bahan dasar pembuatan tahu (pelarutan dan pengendapan kimiawi), tempe (fermentasi), dan kecap (kimiawi dan fermentasi)

Serat

- Serat (selulosa) adalah juga polimer dari monosakarida namun dengan ikatan beta
- Bukan komponen utama yang diasup dari makanan namun perlu ada dalam makanan (high fiber food)
- Bisa dimanfaatkan untuk bahan bangunan (tanpa atau sedikit pengolahan), kertas, pakaian, tali, tas, dll
- Pada pembuatan kertas, lignin dihilangkan dengan pelarutan kimiawi sehingga tersisa serat (disebut pulp)
- Pada pembuatan rayon, selulosa diubah menjadi larutan kental (viscose) dengan pelarutan kimiawi, lalu ditarik menjadi seperti benang

Serat

- Penghilangan lignin untuk mendapatkan selulosa kadar tinggi bisa juga dengan mikroba (fermentasi), misalnya di pabrik karung Pecangakan (dekat Jepara).
- Serat murni yang dihasilkan umumnya perlu diputihkan (bleaching), misalnya dengan khlor, kaporit, dll; zat-zat tersebut umumnya mencemari lingkungan; zat pemutih yang ramah lingkungan misalnya adalah hidrogen peroksida (H_2O_2)
- Sejumlah tanaman juga menghasilkan serat yang relatif murni, jadi bisa langsung dipakai sebagai bahan kain, misal kapas

Lignin

- Lignin adalah polimer senyawa aromatik (jenis-jenis fenol)
- Belum banyak dimanfaatkan untuk bahan kimia
- Bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi dengan pembakaran (sumber energi terbarukan)
- Dengan sulfitasi bisa diolah menjadi surfaktan
- Dapat diolah menjadi vanili dengan fermentasi

Minyak Atsiri

- Indonesia beriklim muson-laut-hujan-tropis, sehingga sangat kaya keanekaragaman hayati (biodiversity)
- Produk pertanian sangat beragam dan kurang dimiliki negara lain, diantaranya yang berpotensi ekonomi tinggi adalah minyak atsiri
- Sejarah menunjukkan bahwa bangsa-bangsa Eropa berusaha mencari Indonesia untuk mencari rempah-rempah, yang pada hakekatnya adalah minyak atsiri.
- Nilai ekonomis minyak atsiri di dunia tetap tinggi, namun rakyat Indonesia belum bisa memanfaatkan secara maximal
- Kendala:
 - Kualitas belum bagus
 - Belum diolah menjadi produk kimia adi (fine chemicals)
 - Sistem perdagangan yang belum sehat DII

Zat Warna Alami

- Banyak tanaman yang menghasilkan zat warna alami
- Kualitas masih kalah dengan zat warna sintetis
- Kualitan belum konsisten
- Proses pewarnaan sulit
- Banyak yang tidak beracun
- Ramah lingkungan
- Perlu dilakukan up-grading dari segi kualitas