

BUKU AJAR

Teknologi Pengemasan

Oleh :

Elisa Julianti
Mimi Nurminah



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
2006**

KATA PENGANTAR

Buku Teknologi Pengemasan ini dipersiapkan dan disusun sebagai buku pegangan bagi Mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian USU. Dalam buku ini disampaikan prinsip-prinsip yang tercakup dalam aspek Teknologi Pengemasan, jenis-jenis bahan kemasan dengan beberapa aplikasi ke topik-topik khusus yang kemungkinan dapat dimodifikasi dengan tetap berpedoman pada prinsip-prinsip dasar/teknologi yang diuraikan.

Diharapkan buku ini dapat membantu mahasiswa untuk memahami matakuliah Teknologi Pengemasan dan dijadikan sarana untuk memperluas cakrawala dalam bidang Teknologi Pangan.

Tulisan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu diharapkan kritik dan saran ke arah perbaikan buku ini nantinya. Namun demikian, kami berharap buku ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Buku ini ditulis dalam rangka pengembangan konten matakuliah e-learning untuk Jaringan Pendidikan Tinggi Indonesia (INHERENT) yang diselenggarakan oleh DIKTI melalui Rektor USU Tahun Anggaran 2006 untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih. Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa memberikan Rahmad dan HidayahNya kepada kita semua.

Medan, Desember 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
I. PENDAHULUAN	1
A. PENGERTIAN DAN RUANG LINGKUP PENGEMASAN	1
B. FUNGSI DAN PERANAN KEMASAN	3
C. KLASIFIKASI KEMASAN	5
D. JENIS-JENIS KEMASAN UNTUK BAHAN PANGAN	7
II. INTERAKSI BAHAN PANGAN DENGAN KEMASAN	12
A. PENYIMPANGAN MUTU	12
B. PERUBAHAN YANG TERJADI PADA BAHAN PANGAN	12
C. KERUSAKAN MIKROBIOLOGIS	16
D. KERUSAKAN MEKANIS	17
E. KADAR AIR DAN GAS	18
F. PERUBAHAN SUHU	22
G. PENGARUH CAHAYA	22
III. KEMASAN GELAS	24
A. SEJARAH PERKEMBANGAN GELAS	24
B. KARAKTERISTIK KIMIA DAN FISIK	26
C. JENIS-JENIS GELAS	31
D. PROSES PEMBUATAN WADAH	33
E. KEMASAN GELAS RINNGAN	36
F. TEKNIK MENUTUP WADAH	40

IV. KEMASAN KERTAS	42
A. SEJARAH PERKEMBANGAN	43
B. PROSES PEMBUATAN KERTAS	43
C. JENIS-JENIS KERTAS	46
D. AMPLOP DAN KANTUNG	49
E. KERTAS LIPA DAN KARDUS	50
F. KARTON TIPIS (FOLDING BOX/CARDBOARD BOX)	53
G. KARTON KERDUT (CORRUGATED FIBREBOARD)	53
H. KERTAS KOMPOSIT	55
V. KEMASAN KAYU	57
A. JENIS-JENIS KAYU UNTUK KEMASAN	58
B. PERENCANAAN DISAIN KEMASAN	59
C. SIFAT-SIFAT KAYU	60
D. PEMBUATAN KEMASAN KAYU	61
E. JENIS-JENIS KOTAK DAN PALET KAYU	65
F. PENGAWASAN MUTU KAYU	67
G. APLIKASI KEMASAN KAYU UNTUK BAHAN PANGAN	69
H. PALET KAYU	70
VI. KEMASAN LOGAM	71
A. SEJARAH PERKEMBANGAN	71
B. KARAKTERISIK LOGAM	71
C. KALENG PLAT TIMAH DAN BAJA BEBAS TIMAH	73
D. KEMASAN ALUMINIUM	91
E. KEMASAN AEROSOL	96
F. DRUM DAN WADAH LAIN	97
VII. KEMASAN PLASTIK	98
A. SEJARAH PERKEMBANGAN PLASTIK	98
B. KOMPOSISI PLASTIK	99
C. JENIS DAN SIFAT KEMASAN PLASTIK	104
D. BENTUK-BENTUK DAN CARA PEMBUATAN PLASTIK	122
E. PEMILIHAN KEMASAN PLASTIK UNTUK BAHAN PANGAN	126
F. FILM PLASTIK FLEKSIBLE	129

VIII. KEMASAN EDIBLE	131
A. PENGERTIAN	131
B. BAHAN-BAHAN PEMBUATAN EDIBLE FILM	133
C. PEMBUATAN EDIBLE FILM	136
D. SIFAT-SIFAT FISIK DAN MEKANIK EDIBLE FILM	138
E. APLIKASI EDIBLE FILM PADA BAHAN PANGAN	141
IX. PENGEMASAN ASEPTIK	
A. PENAHULUAN	145
B. PROSES ASEPTIS	146
C. PROSES PENGEMASAN ASEPTIS	148
D. RANGKAIAN PROSES PENGEMASAN ASEPTIK	151
E. PENGUJIAN KEMASAN ASEPTIK	151
F. EFEKTIVITAS STERILISASI	152
X. TEKNOLOGI PENGEMASAN AKTIF	157
A. PENGERTIAN	158
B. ABSORBER OKSIGEN	159
C. BAHAN PENYERAP DAN PENAMBAH CO ₂	162
D. ABSORBER ETILEN	163
E. ABSORBER AIR DAN UAP AIR	164
F. ETHANOL EMITTERS	166
G. BAHAN KEMASAN AKTIF	167
H. BAHAN PENGIKAT AROMA	171
I. FILM YANG SENSITIF TERHADAP SUHU	172
J. KEMASAN YANG DAPAT MENGENDALIKAN SUHU	173
K. TEKNIK INTELLIGENT PACKAGING	175
XI. SISTEM LABELLING PADA KEMASAN PANGAN	180
A. DISAIN KEMASAN	180
B. BAHASA DISAIN GRAFIS	185
C. LABELLING	192
D. PROSES PENCETAKAN	197
E. PENCETAKAN KEMASAN	199

XII. PERATURAN-PERATURAN DALAM KEMASAN PANGAN	202
A. STANDARISASI PRODUK PANGAN	202
B. UNDANG-UNDANG RI NO.7 TAHUN 1996	203
C. PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 69 TAHUN 1999 TENTANG LABEL DAN IKLAN PANGAN	204
D. PERATURAN KEMASAN KAYU	205
E. PERATURAN INTERNASIONAL TENTANG KEMASAN	205

I. PENDAHULUAN

A. PENGERTIAN DAN RUANG LINGKUP PENGEMASAN

Pengemasan disebut juga pembungkusan, pewadahan atau pengepakan, dan merupakan salah satu cara pengawetan bahan hasil pertanian, karena pengemasan dapat memperpanjang umur simpan bahan. Pengemasan adalah wadah atau pembungkus yang dapat membantu mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan-kerusakan pada bahan yang dikemas / dibungkusnya.

Sebelum dibuat oleh manusia, alam juga telah menyediakan kemasan untuk bahan pangan, seperti jagung dengan kelobotnya, buah-buahan dengan kulitnya, buah kelapa dengan sabut dan tempurung, polong-polongan dengan kulit polong dan lain-lain. Manusia juga menggunakan kemasan untuk pelindung tubuh dari gangguan cuaca, serta agar tampak anggun dan menarik.

Dalam dunia moderen seperti sekarang ini, masalah kemasan menjadi bagian kehidupan masyarakat sehari-hari, terutama dalam hubungannya dengan produk pangan. Sejalan dengan itu pengemasan telah berkembang dengan pesat menjadi bidang ilmu dan teknologi yang makin canggih.

Ruang lingkup bidang pengemasan saat ini juga sudah semakin luas, dari mulai bahan yang sangat bervariasi hingga model atau bentuk dan teknologi pengemasan yang semakin canggih dan menarik. Bahan kemasan yang digunakan bervariasi dari bahan kertas, plastik, gelas, logam, fiber hingga bahan-bahan yang dilaminasi. Namun demikian pemakaian bahan-bahan seperti papan kayu, karung goni, kain, kulit kayu, daun-daunan dan pelepah dan bahkan sampai barang-barang bekas seperti koran dan plastik bekas yang tidak etis dan higienis juga digunakan sebagai bahan pengemas produk pangan. Bentuk dan teknologi kemasan juga bervariasi dari kemasan botol, kaleng, tetrapak, *corrugated box*, kemasan vakum, kemasan aseptik, kaleng bertekanan, kemasan tabung hingga kemasan aktif dan pintar (*active and intelligent packaging*) yang dapat menyesuaikan kondisi lingkungan di dalam kemasan dengan kebutuhan produk yang dikemas. Minuman teh dalam kantong plastik, nasi bungkus dalam daun pisang, sekarang juga sudah berkembang menjadi kotak-kotak catering sampai minuman anggur dalam botol dan kemasan yang cantik berpita merah.

Susunan konstruksi kemasan juga semakin kompleks dari tingkat primer, sekunder, tertier sampai konstruksi yang tidak dapat lagi dipisahkan antara fungsinya sebagai pengemas atau sebagai unit penyimpanan, misalnya pada peti kemas yang dilengkapi dengan pendingin (*refrigerated container*) berisi udang beku untuk ekspor.

Industri bahan kemasan di Indonesia juga sudah semakin banyak, seperti industri penghasil kemasan karton, kemasan gelas, kemasan plastik, kemasan laminasi yang produknya sudah mengisi kebutuhan masyarakat dan dunia industri. Di samping itu hingga saat ini di pedesaan masih banyak dijumpai masyarakat yang hidup dari bahan pengemas tradisional, seperti penjual daun pembungkus (daun pisang, daun jati, daun waru dan sebagainya), atau untuk tingkat industri rumah tangga terdapat pengrajin industri keranjang besek, kotak kayu, anyaman serat, wadah dari tembikar dan lain-lain.

Industri kemasan di negara-negara maju telah lama berkembang menjadi perusahaan-perusahaan besar yang bergerak dalam usaha produksi bahan atau produk pengemas seperti kaleng (*American Can Co*), karton (*Pulp and Paper Co*), plastik (*Clearpack*), botol plastik PET (*Krones*), kemasan kotak laminasi (*Tetrapak, Combibloc*), gelas, kertas lapis, kertas alumunium dan lain-lain yang produknya diekspor ke berbagai belahan dunia. Industri lain yang berkaitan dengan pengemasan adalah industri penutup kemasan seperti penutup botol (*Bericap*), industri *sealer meachine* dan industri pembuat label dan kode pada kemasan.

B. FUNGSI DAN PERANAN KEMASAN

Fungsi paling mendasar dari kemasan adalah untuk mewadahi dan melindungi produk dari kerusakan-kerusakan, sehingga lebih mudah disimpan, diangkut dan dipasarkan. Secara umum fungsi pengemasan pada bahan pangan adalah :

1. *Mewadahi produk selama distribusi dari produsen hingga kekonsumen, agar produk tidak tercecer, terutama untuk cairan, pasta atau butiran*
2. *Melindungi dan mengawetkan produk, seperti melindungi dari sinar ultraviolet, panas, kelembaban udara, oksigen, benturan, kontaminasi dari kotoran dan mikroba yang dapat merusak dan menurunkan mutu produk.*
3. *Sebagai identitas produk, dalam hal ini kemasan dapat digunakan sebagai alat komunikasi dan informasi kepada konsumen melalui label yang terdapat pada kemasan.*
4. *Meningkatkan efisiensi, misalnya : memudahkan penghitungan (satu kemasan berisi 10, 1 lusin, 1 gross dan sebagainya), memudahkan pengiriman dan penyimpanan. Hal ini penting dalam dunia perdagangan..*
5. *Melindungi pengaruh buruk dari luar, Melindungi pengaruh buruk dari produk di dalamnya, misalnya jika produk yang dikemas berupa produk yang berbau tajam, atau produk berbahaya seperti air keras, gas beracun dan produk yang dapat menularkan warna, maka dengan mengemas produk ini dapat melindungi produk-produk lain di sekitarnya.*
6. *Memperluas pemakaian dan pemasaran produk, misalnya penjualan kecap dan sirup mengalami peningkatan sebagai akibat dari penggunaan kemasan botol plastik.*
7. *Menambah daya tarik calon pembeli*
8. *Sarana informasi dan iklan*
9. *Memberi kenyamanan bagi pemakai.*

Fungsi ke-6, 7 dan 8 merupakan fungsi tambahan dari kemasan, akan tetapi dengan semakin meningkatnya persaingan dalam industri pangan, fungsi tambahan ini justru lebih ditonjolkan,

sehingga penampilan kemasan harus betul-betul menarik bagi calon pembeli, dengan cara membuat :

- Cetakan yang multi warna dan mengkilat sehingga menarik dan berkesan mewah
- Dapat mengesankan berisi produk yang bermutu dan mahal
- Desain teknik dari wadahnya memudahkan pemakai
- Desain teknik wadahnya selalu mengikuti teknik mutahir sehingga produk yang dikemasnya terkesan mengikuti perkembangan terakhir.

Di samping fungsi-fungsi di atas, kemasan juga mempunyai peranan penting dalam industri pangan, yaitu :

- pengenalan jatidiri/identitas produk
- penghias produk
- piranti monitor
- media promosi
- media penyuluhan atau petunjuk cara penggunaan dan manfaat produk yang ada di dalamnya
 - bagi pemerintah kemasan dapat digunakan sebagai usaha perlindungan konsumen
 - bagi konsumen kemasan dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang isi/produk, dan ini diperlukan dalam mengambil keputusan untuk membeli produk tersebut atau tidak.

Kemasan juga mempunyai sisi hitam karena sering disalahgunakan oleh produsen untuk menutupi kekurangan mutu atau kerusakan produk, mempropagandakan produk secara tidak proporsional atau menyesatkan sehingga menjurus kepada penipuan atau pemalsuan.

Pengemasan bahan pangan juga dapat menambah biaya produksi, dan ada kalanya biaya kemasan dapat jauh lebih tinggi dari harga isinya. Untuk produk yang dikonsumsi oleh kelompok konsumen yang mengutamakan pelayanan, maka hal ini tidak menjadi masalah, akan tetapi untuk produk-produk yang dikonsumsi oleh masyarakat umum maka biaya pengemasan yang tinggi perlu dihindari. Biaya pengemasan utama sekitar 10-15% dari biaya produk dan biaya kemasan tambahan sekitar 5-15% dari biaya produk.

C. KLASIFIKASI KEMASAN

Kemasan dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa cara yaitu :

1. Klasifikasi kemasan berdasarkan frekwensi pemakaian :

- a. Kemasan sekali pakai (*disposable*) , yaitu kemasan yang langsung dibuang setelah dipakai. Contoh bungkus plastik untuk es, permen, bungkus dari daun-daunan, karton dus minuman sari buah, kaleng hermetis.
- b. Kemasan yang dapat dipakai berulang kali (*multitrip*), contoh : botol minuman, botol kecap, botol sirup. Penggunaan kemasan secara berulang berhubungan dengan tingkat kontaminasi,

sehingga kebersihannya harus diperhatikan.

c. Kemasan atau wadah yang tidak dibuang atau dikembalikan oleh konsumen (*semi disposable*), tapi digunakan untuk kepentingan lain oleh konsumen, misalnya botol untuk tempat air minum dirumah, kaleng susu untuk tempat gula, kaleng biskuit untuk tempat kerupuk, wadah jam untuk merica dan lain-lain. Penggunaan kemasan untuk kepentingan lain ini berhubungan dengan tingkat toksikasi.

2. Klasifikasi kemasan berdasarkan struktur sistem kemas (kontak produk dengan kemasan) :

a. Kemasan primer, yaitu kemasan yang langsung mewadahi atau membungkus bahan pangan. Misalnya kaleng susu, botol minuman, bungkus tempe.

b. Kemasan sekunder, yaitu kemasan yang fungsi utamanya melindungi kelompok-kelompok kemasan lain. Misalnya kotak karton untuk wadah susu dalam kaleng, kotak kayu untuk buah yang dibungkus, keranjang tempe dan sebagainya.

c. Kemasan tersier, kuarterner yaitu kemasan untuk mengemas setelah kemasan primer, sekunder atau tersier. Kemasan ini digunakan untuk pelindung selama pengangkutan. Misalnya jeruk yang sudah dibungkus, dimasukkan ke dalam kardus kemudian dimasukkan ke dalam kotak dan setelah itu ke dalam peti kemas.

3. Klasifikasi kemasan berdasarkan sifat kekauan bahan kemasan :

a. Kemasan fleksibel yaitu bahan kemasan yang mudah dilenturkan tanpa adanya retak atau patah. Misalnya plastik, kertas dan foil.

b. Kemasan kaku yaitu bahan kemas yang bersifat keras, kaku, tidak tahan lenturan, patah bila dibengkokkan relatif lebih tebal dari kemasan fleksibel. Misalnya kayu, gelas dan logam.

c. Kemasan semi kaku/semi fleksibel yaitu bahan kemas yang memiliki sifat-sifat antara kemasan fleksibel dan kemasan kaku. Misalnya botol plastik (susu, kecap, saus), dan wadah bahan yang berbentuk pasta.

4. Klasifikasi kemasan berdasarkan sifat perlindungan terhadap lingkungan :

a. Kemasan hermetis (tahan uap dan gas) yaitu kemasan yang secara sempurna tidak dapat dilalui oleh gas, udara atau uap air sehingga selama masih hermetis wadah ini tidak dapat dilalui oleh bakteri, kapang, ragi dan debu. Misalnya kaleng, botol gelas yang ditutup secara hermetis. Kemasan hermetis dapat juga memberikan bau dari wadah itu sendiri, misalnya kaleng yang tidak berenamel.

b. Kemasan tahan cahaya yaitu wadah yang tidak bersifat transparan, misalnya kemasan logam, kertas dan foil. Kemasan ini cocok untuk bahan pangan yang mengandung lemak dan vitamin yang tinggi, serta makanan hasil fermentasi, karena cahaya dapat mengaktifkan reaksi kimia dan aktivitas enzim.

c. Kemasan tahan suhu tinggi, yaitu kemasan untuk bahan yang memerlukan proses pemanasan, pasteurisasi dan sterilisasi. Umumnya terbuat dari logam dan gelas.

5. **Klasifikasi kemasan berdasarkan tingkat kesiapan pakai (perakitan) :**

- a. Wadah siap pakai yaitu bahan kemasan yang siap untuk diisi dengan bentuk yang telah sempurna. Contoh : botol, wadah kaleng dan sebagainya.
- b. Wadah siap dirakit / wadah lipatan yaitu kemasan yang masih memerlukan tahap perakitan sebelum diisi. Misalnya kaleng dalam bentuk lembaran (flat) dan silinder fleksibel, wadah yang terbuat dari kertas, foil atau plastik. Keuntungan penggunaan wadah siap dirakit ini adalah penghematan ruang dan kebebasan dalam menentukan ukuran.

D. JENIS-JENIS KEMASAN UNTUK BAHAN PANGAN

Berdasarkan bahan dasar pembuatannya maka jenis kemasan pangan yang tersedia saat ini adalah kemasan kertas, gelas, kaleng/logam, plastik dan kemasan komposit atau kemasan yang merupakan gabungan dari beberapa jenis bahan kemasan, misalnya gabungan antara kertas dan plastik atau plastik, kertas dan logam. Masing-masing jenis bahan kemasan ini mempunyai karakteristik tersendiri, dan ini menjadi dasar untuk pemilihan jenis kemasan yang sesuai untuk produk pangan. Karakteristik dari berbagai jenis bahan kemasan adalah sebagai berikut :

1. Kemasan Kertas
 - tidak mudah robek
 - tidak dapat untuk produk cair
 - tidak dapat dipanaskan
 - fleksibel
2. Kemasan Gelas
 - berat
 - mudah pecah
 - mahal
 - non biodegradable
 - dapat dipanaskan
 - transparan/translusid
 - bentuk tetap (rigid)
 - proses massal (padat/cair)
 - dapat didaur ulang
3. Kemasan logam (kaleng)
 - bentuk tetap
 - ringan

- dapat dipanaskan
 - proses massal (bahan padat atau cair)
 - tidak transparan
 - dapat bermigrasi ke dalam makanan yang dikemas
 - non biodegradable
 - tidak dapat didaur ulang
4. Kemasan plastik
- bentuk fleksibel
 - transparan
 - mudah pecah
 - non biodegradable
 - ada yang tahan panas
 - monomernya dapat mengkontaminasi produk
5. Komposit (kertas/plastik)
- lebih kuat
 - tidak transparan
 - proses massal
 - pengisian aseptis
 - khusus cairan
 - non biodegradable

Selain jenis-jenis kemasan di atas saat ini juga dikenal kemasan edible dan kemasan biodegradable. Kemasan edible adalah kemasan yang dapat dimakan karena terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan seperti pati, protein atau lemak, sedangkan kemasan biodegradable adalah kemasan yang jika dibuang dapat didegradasi melalui proses fotokimia atau dengan menggunakan mikroba penghancur.

Saat ini penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menghadapi berbagai persoalan lingkungan, yaitu tidak dapat didaur ulang dan tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah, sehingga terjadi penumpukan sampah plastik yang menyebabkan pencemaran dan kerusakan bagi lingkungan. Kelemahan lain adalah bahan utama pembuat plastik yang berasal dari minyak bumi, yang keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui.

Seiring dengan kesadaran manusia akan persoalan ini, maka penelitian bahan kemasan diarahkan pada bahan-bahan organik, yang dapat dihancurkan secara alami dan mudah diperoleh. Kemasan ini disebut dengan kemasan masa depan (*future packaging*). Sifat-sifat kemasan masa depan diharapkan mempunyai bentuk yang fleksibel namun kuat, transparan, tidak berbau, tidak mengkontaminasi bahan yang dikemas dan tidak beracun, tahan panas, *biodegradable* dan berasal dari bahan-bahan yang terbarukan. Bahan-bahan ini berupa bahan-bahan hasil pertanian seperti karbohidrat, protein dan lemak.

Pemilihan jenis kemasan yang sesuai untuk bahan pangan, harus mempertimbangkan syarat-syarat kemasan yang baik untuk produk tersebut, juga karakteristik produk yang akan dikemas. Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu kemasan agar dapat berfungsi dengan baik adalah :

1. Harus dapat melindungi produk dari kotoran dan kontaminasi sehingga produk tetap bersih.
2. Harus dapat melindungi dari kerusakan fisik, perubahan kadar air , gas, dan penyinaran (cahaya).
3. Mudah untuk dibuka/ditutup, mudah ditangani serta mudah dalam pengangkutan dan distribusi.
4. Efisien dan ekonomis khususnya selama proses pengisian produk ke dalam kemasan.
5. Harus mempunyai ukuran, bentuk dan bobot yang sesuai dengan norma atau standar yang ada, mudah dibuang dan mudah dibentuk atau dicetak.
6. Dapat menunjukkan identitas, informasi dan penampilan produk yang jelas agar dapat membantu promosi atau penjualan.

Pemilihan jenis kemasan untuk produk pangan ini lebih banyak ditentukan oleh preferensi konsumen yang semakin tinggiuntutannya. Misalnya kemasan kecap yang tersedia di pasar adalah kemasan botol gelas, botol plastik dan kemasan sachet, atau minuman juice buah yang tersedia dalam kemasan karton laminasi atau gelas palstik, sehingga konsumen bebas memilih kemasan mana yang sesuai untuknya, dan masing-masing jenis kemasan mempunyai konsumen tersendiri.

Tingginya tuntutan konsumen terhadap produk pangan termasuk jenis kemasannya ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu :

- a. Faktor Demografi (umur), dengan adanya program pengaturan kelahiran dan dengan semakin baiknya tingkat kesehatan maka laju pertumbuhan penduduk semakin kecil tetapi jumlah penduduk yang mencapai usia tua semakin banyak. Hal ini mempengaruhi perubahan permintaan akan pangan.
- b. Pendidikan yang semakin meningkat, termasuk meningkatnya jumlah wanita yang mencapai tingkat pendidikan tinggi (universitas), menyebabkan tuntutan akan produk pangan yang berkualitas semakin meningkat.
- c. Imigrasi dari satu negara ke negara lain akan mempengaruhi permintaan pangan di negara yang dimasuki. Misalnya migrasi kulit hitam dari Afrika dan Asia ke Eropa atau Amerika mempengaruhi jenis produk pangan di Eropa dan Amerika.
- d. Pola konsumsi di tiap negara, misalnya konsumsi daging sapi di Amerika lebih tinggi daripada di negara-negara Asia.
- e. Kehidupan pribadi (*lifestyle*). Saat ini jumlah wanita yang bekerja sudah lebih banyak, sehingga kebutuhan akan makanan siap saji semakin tinggi, dan ini berkembang ke arah tuntutan bagaimana menemukan kemasan yang langsung dapat dimasukkan ke oven tanpa harus memindahkan ke wadah lain, serta permintaan akan *single serve packaging* juga menjadi meningkat

karena dianggap lebih praktis.

DAFTAR BACAAN

1. Soekarto, S.T., 1990. Peranan Pengemasan dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dan Ekspor Produk Pangan di Indonesia. Di dalam : S.Fardiaz dan D.Fardiaz (ed), Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dalam Negeri dan Ekspor Pangan. Jakarta.
2. Syarief, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.

II. INTERAKSI BAHAN PANGAN DENGAN KEMASAN

A. PENYIMPANGAN MUTU

Penyimpangan mutu adalah penyusutan kualitatif dimana bahan mengalami penurunan mutu sehingga menjadi tidak layak dikonsumsi manusia. Bahan pangan yang rusak mengalami perubahan cita rasa, penurunan nilai gizi atau tidak aman lagi untuk dimakan karena mengganggu kesehatan.

Pada kondisi ini maka makanan sudah kadaluarsa atau melewati masa simpan (*shelf life*).

Penyusutan kuantitatif mengakibatkan kehilangan jumlah atau bobot hasil pertanian, dan ini disebabkan oleh penanganan yang kurang baik atau karena gangguan biologi (proses fisiologi, serangan serangga dan tikus). Susut kuantitatif dan susut kualitatif ini penting dalam pengemasan, dan susut kualitatif lebih penting dari susut kuantitatif.

Pengemasan dapat mempengaruhi mutu pangan antara lain melalui:

1. perubahan fisik dan kimia karena migrasi zat-zat kimia dari bahan kemas (monomer plastik,

timah putih, korosi).

- perubahan aroma (flavor), warna, tekstur yang dipengaruhi oleh perpindahan uap air dan O_2 .

B. PERUBAHAN YANG TERJADI PADA BAHAN PANGAN

Bahan pangan akan mengalami perubahan-perubahan selama penyimpanan, dan perubahan ini dapat terjadi baik pada bahan pangan segar maupun pada bahan pangan yang sudah mengalami pengolahan. Perubahan-perubahan yang terjadi dapat berupa perubahan biokimia, kimia atau migrasi unsur-unsur ke dalam bahan pangan.

1. Perubahan Biokimiawi

Bahan-bahan pangan segar (belum terolah) misalnya biji-bijian, sayuran, buah-buahan, daging dan susu akan mengalami perubahan biokimia setelah bahan-bahan ini dipanen atau dipisahkan dari induknya. Bahan-bahan segar ini umumnya mengandung air yang cukup tinggi sehingga memungkinkan adanya aktifitas enzim dan menyebabkan terjadinya perubahan warna, tekstur, aroma dan nilai gizi bahan. Contoh perubahan biokimiawi yang terjadi pada bahan pangan adalah pencoklatan pada buah yang memar atau terkupas kulitnya, atau daging segar yang berubah warna menjadi hijau dan berbau busuk.

2. Perubahan Kimiawi dan Migrasi Unsur-Unsur

Perubahan kimiawi yang terjadi pada bahan pangan disebabkan oleh penggunaan antioksidan, fungisida, plastisizer, bahan pewarna dan pestisida yang dapat bermigrasi ke dalam bahan pangan. Pengemasan dapat mencegah terjadinya migrasi bahan-bahan ini ke dalam bahan pangan.

a. Keracunan Logam

Logam-logam seperti timah, besi, timbal dan aluminium dalam jumlah yang besar akan bersifat racun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Batas maksimum kandungan logam dalam bahan pangan menurut FAO/WHO adalah 250 ppm untuk timah dan besi dan 1 ppm untuk timbal. Logam-logam lain yang mungkin mencemari bahan pangan adalah air raksa (Hg), kadmium (Cd), arsen (As), antimon (Sb), tembaga (Cu) dan seng (Zn) yang dapat berasal dari wadah dan mesin pengolahan atau dari campuran bahan kemasan.

Wadah dan mesin pengolahan yang telah mengalami korosi dapat menyebabkan pencemaran logam ke dalam bahan pangan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya korosi adalah asam organik, nitrat, *oxidizing agent*, atau bahan pereduksi, penyimpanan, suhu, kelembaban dan adanya bahan pelapis (enamel).

Keracunan yang diakibatkan logam-logam ini dapat berupa keracunan ringan atau berat seperti mual-mual, muntah, pusing dan keluarnya keringat dingin yang berlebihan.

b. Migrasi Plastik Ke Dalam Bahan Pangan

Plastik dan bahan-bahan tambahan dalam pembuatan plastik plastisizer, stabilizer dan antioksidan dapat bermigrasi ke dalam bahan pangan yang dikemas dengan kemasan plastik dan mengakibatkan keracunan. Monomer plastik yang dicurigai berbahaya bagi kesehatan manusia adalah vinil klorida, akrilonitril, metacrylonitril, vinilidenklorida dan styrene. Monomer vinil klorida dan akrilonitril berpotensi untuk menyebabkan kanker pada manusia, karena dapat bereaksi dengan komponen DNA yaitu guanin dan sitosin (pada vinil klorida) sedangkan denin dapat bereaksi dengan akrilonitril (vinil sianida). Metabolit vinil klorida yaitu epoksi kloretilenoksida merupakan senyawa yang bersifat karsinogenik. Tetapi metabolit ini hanya dapat bereaksi dengan DNA jika adenin tidak berpasangan dengan sitosin.

Vinil asetat dapat menimbulkan kanker tiroid, uterus dan hati pada hewan. Vinil klorida dan vinil sianida bersifat mutagenik terhadap mikroba *Salmonella typhimurium*. Akrilonitril dapat membuat cacat lahir pada tikus-tikus yang memakannya.

Monomer akrilat, stirena dan metakrilat serta senyawa turunannya seperti vinil asetat, polivinil klorida (PVC), kaprolaktan, formaldehida, kresol, isosianat organik, heksa-metilendiamin, melamin, epidiklorohidrin, bisphenol dan akrilonitril dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan terutama mulut, tenggorokan dan lambung.

Plastisizer seperti ester posporik, ester ftalat, glikolik, chlorinated aromatik dan ester asam adipat dapat menyebabkan iritasi. Plastisizer DBP (Dibutil Ftalat) pada PVC termigrasi cukup banyak yaitu 55-189 mg ke dalam minyak zaitun, minyak jagung, minyak biji kapas dan minyak kedele pada suhu 30°C selama 60 hari kontak. Plastisizer DEHA (Di 2-etilheksil adipat) pada PVC termigrasi ke dalam daging yang dibungkusnya (yang mengandung kadar lemak 20-90%) sebanyak 14.5-23.5 mg/dm² pada suhu 4°C selama 72 jam.

Plastisizer yang aman untuk kemasan bahan pangan adalah heptil ftalat, dioktil adipat, dimetil heptil adipat, di-N-desil adipat, benzil asetat, ester dari asam sitrat, oleat dan sitrat. Stabilizer yang aman digunakan adalah garam-garam kalsium, magnesium dan natrium, sedangkan antioksidan jarang digunakan karena bersifat karsinogenik.

Laju migrasi monomer ke dalam bahan yang dikemas tergantung dari lingkungan. Konsentrasi residu vinil klorida awal 0.35 ppm termigrasi sebanyak 0.020 ppm selama 106 hari kontak pada suhu 25°C. Monomer akrilonitril keluar dari plastik dan masuk ke dalam makanan secara total setelah 80 hari kontak pada suhu 40°C. Semakin tinggi suhu maka semakin banyak monomer plastik yang termigrasi ke dalam bahan yang dikemas. Oleh karena itu perlu penetapan tanggal kadaluarsa pada bahan yang dikemas dengan kemasan plastik.

Batas ambang maksimum dari monomer yang ditoleransi keberadaannya di dalam bahan pangan ditentukan oleh hasil tes toksisitas (LD 50) serta jumlah makanan yang dikonsumsi/hari. Di

Belanda toleransi maksimum yang diizinkan adalah 60 ppm migran dalam makanan atau 0.12 mg/cm² permukaan plastik. Di Jerman toleransi maksimum yang diizinkan adalah 0.06 mg/cm² lembaran plastik. Batas toleransi untuk monomer vinil klorida ≤ 0.05 ppm (di Swedia 0.01 ppm). Kantong plastik polietilen dan polipropilen mempunyai daya toksisitas yang rendah yaitu dengan ambang batas maksimum 60 mg/kg bahan pangan.

Metode dan alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan menganalisa migrasi komponen plastik dalam bahan pangan adalah pelabelan radioaktif, termogravimetri, spektrofotometer, *Gas Chromatography* (GC), *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) dan *Gas Chromatography-Mass Spectrometer* (GC-MS), yang dapat mendeteksi migran dengan kadar 10⁻²⁰ gram – 10⁻⁶ gram.

Selain monomer plastik, timah putih (Sn) juga dapat bermigrasi pada makanan kaleng dengan batas maksimum 250 mg/kg. Sn merupakan mineral yang secara alami terdapat pada bahan pangan yaitu sebesar 1 mg/kg dan dibutuhkan oleh manusia dalam jumlah kecil. Dosis racun dari Sn adalah 5-7 mg/kg berat badan. Sn dapat mengkontaminasi bahan pangan melalui wadah/kaleng dan peralatan pengolahan.

C. KERUSAKAN MIKROBIOLOGIS

Bahan kemasan seperti logam, gelas dan plastik merupakan penghalang yang baik untuk masuknya mikroorganisme ke dalam bahan yang dikemas, tetapi penutup kemasan merupakan sumber utama dari kontaminasi. Kemasan yang dilipat atau dijepret atau hanya dilapisi ganda merupakan penutup kemasan yang tidak baik. Penyebab kontaminasi mikroorganisme pada bahan pangan adalah :

- kontaminasi dari udara atau air melalui lubang pada kemasan yang ditutup secara hermetis.
- Penutupan (proses *sealer*) yang tidak sempurna
- Panas yang digunakan dalam proses *sealer* pada film plastik tidak cukup karena *sealer* yang terkontaminasi oleh produk atau pengaturan suhu yang tidak baik.
- Kerusakan seperti sobek atau terlipat pada bahan kemasan.

Kemasan bahan pangan sangat mempengaruhi sterilitas atau keawetan dari bahan pangan yang sudah disterilisasi, diiradiasi atau dipanaskan dengan pemanasan ohmic. Permeabilitas kemasan terhadap gas akan mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme, terutama terhadap mikroorganisme yang anaerob patogen. Untuk melindungi bahan pangan yang dikemas terhadap kontaminasi mikroorganisme, maka perlu dipilih jenis kemasan yang dapat melindungi bahan dari serangan mikroorganisme. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam memilih jenis kemasan yang baik untuk mencegah kontaminasi mikroba adalah :

- a. Sifat perlindungannya terhadap produk dari masuknya mikroorganisme dari luar kemasan

ke dalam produk.

- b. Kemungkinan berkembang biaknya mikroorganisme di ruangan antara produk dengan tutup (*head space*).
- c. Serangan mikroorganisme terhadap bahan pengemas.

D. KERUSAKAN MEKANIS

Faktor-faktor mekanis yang dapat merusak bahan-bahan hasil pertanian segar dan bahan pangan olahan adalah :

- a. Stress atau tekanan fisik, yaitu kerusakan yang diakibatkan karena jatuh atau oleh adanya gesekan.
- b. Vibrasi (getaran), yang dapat mengakibatkan kerusakan pada bahan atau kemasan selama dalam perjalanan atau distribusi. Untuk menanggulunginya dapat digunakan bahan anti getaran.

Jenis perlindungan yang dapat diberikan kepada bahan pangan atau kemasan bahan pangan untuk mencegah kerusakan mekanis tergantung dari model dan jumlah tumpukan barang atau kemasan, jenis transportasi (darat, laut atau udara) dan jenis barang. Kemampuan kemasan untuk melindungi bahan yang dikemasnya dari kerusakan mekanis tergantung pada kemampuannya terhadap kerusakan akibat tumpukan di gudang atau pada alat transportasi, gesekan dengan alat selama penanganan, pecah atau patah akibat tubrukan selama penanganan atau getaran selama transportasi.

Beberapa bahan pangan misalnya buah-buahan yang segar, telur dan biskuit merupakan produk yang sangat mudah rusak dan memerlukan tingkat perlindungan yang lebih tinggi untuk mencegah gesekan antara bahan, seperti penggunaan kertas tissue, lembaran plastik, kertas yang dibentuk sebagai kemasan individu (misalnya karton untuk telur, wadah buah dan lain-lain). Bahan-bahan pangan lain, dilindungi dengan cara mengemasnya dengan kemasan yang kaku dan pergerakannya dibatasi dengan dengan kemasan plastik atau *stretch/shrink film* yang dapat mengemas produk dengan ketat.

Peti kayu atau drum logam merupakan kemasan dengan perlindungan mekanis yang baik. Kemasan ini sekarang sudah digantikan dengan bahan komposit yang lebih murah yang terbuat dari kotak serat (*fiberboard*) dan polipropilen.

E. KADAR AIR DAN GAS

Kehilangan air atau peningkatan kadar air merupakan faktor yang penting dalam penentuan masa simpan dari produk pangan. Kemasan memberikan kondisi iklim mikro bagi bahan yang dikemasnya, dan kondisi ini ditentukan oleh tekanan uap air dari bahan pangan pada suhu penyimpanan dan permeabilitas kemasan. Pengendalian kadar air pada kemasan dan bahan pangan dapat mencegah kerusakan oleh mikroorganisme dan enzim, menurunnya nilai penampilan (tekstur)

bahan, kondensasi di dalam kemasan yang mengakibatkan pertumbuhan mikroba atau mencegah *freezer burn* pada bahan pangan beku.

Pengaruh perubahan kadar air pada bahan pangan ditunjukkan oleh kurva isotermi sorpsi air yang menggambarkan hubungan antara kadar air bahan pangan dengan kelembaban relatif keseimbangan ruang tempat penyimpanan bahan atau aktivitas air (a_w) pada suhu tertentu. Pada umumnya kurva isotermi sorpsi bahan pangan berbentuk sigmoid (menyerupai huruf S) dan isotermi sorpsi ini dapat menunjukkan pada kadar air berapa dicapai tingkat a_w yang diinginkan ataupun dihindari, serta terjadinya perubahan-perubahan penting kandungan air yang dinyatakan dalam a_w .

Bentuk kurva isotermi sorpsi adalah khas untuk setiap bahan pangan, dan daerah isotermiknya dapat dibagi menjadi beberapa bagian tergantung dari keadaan air di dalam bahan pangan tersebut. Kurva isotermi sorpsi air dibagi menjadi 3 bagian seperti terlihat pada Gambar 2.1. Daerah I merupakan absorpsi air yang bersifat satu lapis air (monolayer) dan berada pada RH antara 0-20%, daerah II menyatakan terjadinya penambahan lapisan di atas satu lapis molekul air (multilayer) yang terjadi pada RH antara 20-70%, dan daerah III merupakan daerah dimana kondensasi air pada pori-pori mulai terjadi (kondensasi kapiler) (Van den Berg and Bruin, 1981).

Bahan pangan yang mempunyai keseimbangan kelembaban relatif (RH) yang rendah, seperti makanan kering, biskuit dan *snack*, membutuhkan kemasan dengan permeabilitas terhadap air yang rendah agar tidak kehilangan kerenyahannya. Jika nilai aktivitas air (a_w) dari bahan meningkat sehingga sesuai dengan tingkat a_w yang dibutuhkan oleh mikroba, maka mikroba akan tumbuh dan bahan menjadi rusak. Nilai aktivitas air minimum untuk pertumbuhan beberapa jenis mikroorganisme dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Aktivitas air (a_w) minimum untuk pertumbuhan mikroorganisme

Mikroorganisme	a_w minimum
Bakteri	0.90
Khamir	0.62
Kapang	0.62
Bakteri Osmofilik	0.75
Ragi Osmofilik	0.61

Gambar 2.1. Bentuk Umum Kurva Isotermi Sorpsi Air Bahan Pangan (Van den Berg and Bruin, 1981).

Penyimpanan bahan pangan seperti albumin telur dan tepung susu di bawah daerah monolayer dapat menyebabkan terjadinya :

- kenaikan peroksida akibat dekomposisi ikatan dekomposisi ikatan hidroperoksida.
- Hilangnya warna merah muda (pink) akibat rusaknya pigmen
- Berkurangnya air yang tersedia untuk membentuk hidrasi trace metal pada reaksi katalisa aktif.

Daerah yang aman untuk penyimpanan produk pangan di dalam kemasan adalah pada ERH 20-55% dimana pada daerah ini bahan pangan terbebas dari kemungkinan terjadinya pencoklatan non enzimatis. Pada ERH di atas 60%, maka bahan pangan yang berlemak dapat mengalami ketengikan akibat hidrolisa lemak menjadi asam lemak bebas yang dikatalisir oleh enzim lipase. Penyimpanan produk pada ERH di atas 70% akan menyebabkan terjadinya kerusakan, karena tersedianya air bebas yang dapat digunakan untuk berbagai reaksi-reaksi kimia seperti reaksi pencoklatan enzimatis, kerusakan oleh mikroorganisme serta kerusakan tekstur dan sifat-sifat reologi produk.

Bahan pangan yang mengandung lemak atau komponen lain yang sensitif terhadap oksigen memerlukan kemasan yang permeabilitasnya terhadap oksigen rendah. Bahan pangan segar dengan tingkat respirasi dan kelembaban relatif yang tinggi membutuhkan derajat permeabilitas yang tinggi untuk memungkinkan perpindahan oksigen dan karbon dioksida ke lingkungan atmosfer di sekitarnya tanpa kehilangan kadar air yang menyebabkan kehilangan berat dan penyusutan/pengeriputan bahan.

Bahan pangan yang didinginkan membutuhkan pengontrolan terhadap pergerakan uap air keluar dari kemasan untuk mencegah terjadinya kondensasi di dalam kemasan jika suhu penyimpanan berubah.

Kemasan harus impermiabel terhadap aroma yang diinginkan dari bahan pangan, misalnya kopi dan makanan ringan juga untuk mencegah masuknya bau seperti pada tepung atau makanan berlemak. Kemasan juga harus dapat mencegah masuknya warna dari plastisizer, tinta pencetak kemasan, perekat atau pelarut yang digunakan dalam pembuatan kemasan. Kemasan gelas dan logam kedap terhadap gas dan uap, sedangkan film plastik mempunyai kisaran permeabilitas yang luas tergantung pada ketebalan, komposisi kimia serta struktur dan orientasi molekul di dalam film plastik.

Bau yang berasal dari kemasan plastik dapat timbul dari :

1. Pembentukan gugus karbonil apabila plastik polietilen dipanaskan pada suhu tinggi.
2. Zat antioksidan yang dapat mengadakan interaksi dan membentuk produk yang berbau.
3. Pecahan-pecahan molekul pada kemasan.

Oksigen dapat menyebabkan terjadinya proses oksidasi yang tidak diinginkan bagi produk-produk yang peka terhadap oksigen seperti vitamin A dan C. Pencegahan reaksi oksidasi dapat dilakukan dengan cara :

- Pengaturan kadar oksigen

Konsentrasi oksigen pada ruang penyimpanan atau di dalam kemasan untuk produk-produk yang peka terhadap oksigen adalah 3-5%. Konsentrasi oksigen di bawah 2% menyebabkan terjadinya respirasi anaerob yang dapat mengakibatkan kebusukan pada bahan.

- Pengaturan kadar CO₂

Konsentrasi CO₂ untuk penyimpanan komoditi pertanian adalah 5-10% (kecuali untuk penyimpanan apel, tomat dan jeruk).

- Pengemasan dalam kemasan kedap udara

Kemasan kedap udara (vakum) digunakan untuk mengemas keju dan makanan bayi.

Penyimpanan dengan cara pengaturan komposisi udara atau pengaturan konsentrasi oksigen dan karbondioksida dikenal dengan penyimpanan dengan pengendalian atmosfer. Ada beberapa metode penyimpanan dengan pengendalian atmosfer, yaitu *Controlled Atmosphere Storage* (CAS), *Modified Atmosphere Storage* (MAS), dan *Hypobaric Storage*. *Controlled atmosphere storage* adalah metode penyimpanan dengan pengendalian konsentrasi oksigen dan karbondioksida secara terus menerus sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan. *Modified Atmosphere Storage* adalah penyimpanan dimana perubahan komposisi udara disebabkan oleh aktivitas respirasi dari produk yang dikemas. *Hypobaric Storage* adalah penyimpanan dengan tekanan rendah sehingga terjadi penurunan konsentrasi oksigen dan peningkatan konsentrasi karbon dioksida.

F. PERUBAHAN SUHU

Pengaruh insulasi dari kemasan ditentukan oleh konduktivitas panas dan reflektivitas dari kemasan. Bahan kemasan dengan konduktivitas panas yang rendah misalnya kotak karton, polystirene atau poliuretan akan mengurangi pindah panas konduksi, dan bahan kemasan yang reflektif seperti alumunium foil akan merefleksikan panas. Pengendalian suhu penyimpanan merupakan hal penting untuk dapat menjaga bahan pangan dari perubahan suhu. Jika kemasan dipanaskan misalnya sterilisasi dalam kemasan atau makanan siap saji yang dipanaskan di dalam *microwave*, maka kemasan yang digunakan harus tahan terhadap suhu tinggi.

G. PENGARUH CAHAYA

Transmisi cahaya ke dalam kemasan dibutuhkan agar kita dapat melihat isi dari kemasan tersebut. Tetapi untuk produk-produk yang sensitif terhadap cahaya, misalnya lemak yang akan mengalami oksidasi dengan adanya cahaya atau kerusakan riboflavin dan pigmen alami, maka harus digunakan kemasan yang opak (berwarna gelap) sehingga tidak dapat dilalui oleh cahaya.

Jumlah cahaya yang dapat diserap atau ditransmisikan tergantung pada bahan kemasan, panjang gelombang dan lamanya terpapar oleh cahaya. Beberapa bahan kemasan seperti polietilen densitas rendah (LDPE) mentransmisikan cahaya tampak (*visible*) dan ultraviolet, sedangkan kemasan polivinil klorida (PVC) mentransmisikan cahaya tampak tapi cahaya ultraviolet akan diabsorpsi.

Perubahan yang terjadi akibat cahaya antara lain adalah :

1. Pemudaran warna, seperti pada daging dan saus tomat.
2. Ketengikan pada mentega (terutama jika terdapat katalis Cu).
3. Pencoklatan pada anggur dan jus buah-buahan
4. Perubahan bau dan menurunnya kandungan vitamin A,D,E,K dan C, serta penyimpangan aroma bir.

DAFTAR BACAAN

1. Syarief, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.
2. Van den Berg,C and S.Bruin, 1981. Water Activity and Estimation in Food System. In : L.B. Rockland and G. F.Stewart (ed). Water Activity : Influences on Food Quality. Academic Press, New York.
3. Winarno, F.G. 1990. Migrasi Monomer Plastik Ke Dalam Makanan. Di dalam : S.Fardiaz dan D.Fardiaz (ed), Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dalam Negeri dan Ekspor Pangan. Jakarta.

III. KEMASAN GELAS

A. SEJARAH PERKEMBANGAN GELAS

Kemasan gelas merupakan bahan kemas tertua dan telah populer sejak 3000 SM . Kemasan gelas sudah digunakan oleh bangsa Mesir Kuno. Pada zaman perunggu, kepala anak panah menggunakan sejenis gelas yang dibuat dari bahan yang berasal dari gunung api. Pliny melaporkan pada abad permulaan pelaut Venesia yang berlabuh di suatu pulau membuat tungku perapian di tepi pantai yang digunakan untuk mengatasi rasa dingin dan kegelapan malam. Tungku perapian ini dibuat di atas pasir pantai menggunakan bongkahan soda abu (muatan kapal mereka). Keesokan harinya dalam sisa pembakaran itu ditemukan gumpalan bening. Dari sini diketahui bahwa soda dan pasir pada suhu yang tinggi akan melebur membentuk gelas.

Dari hasil penelitian diketahui unsur-unsur yang terdapat pada gumpalan bening tersebut adalah silika oksida (SiO_2), kalsium oksida (CaO) dan natrium oksida (Na_2O). Dari proses kejadiannya yaitu perapian di atas pasir putih yang banyak mengandung kulit kerang, serta bongkahan soda abu, maka diketahui bahwa bahan gelas dapat dibuat dengan cara mereaksikan atau meleburkan bahan campuran pasir pantai sebagai sumber silika (SiO_2), kulit kerang sebagai sumber kapur (CaO), dan abu kayu atau soda abu sebagai sumber natrium (Na_2O).

Atas dasar penemuan itu, bangsa Asiria dan Mesir Kuno membuat gelas dari pasir kuarsa, kulit kerang dan arang kayu. Tetapi gelas yang dihasilkan ternyata sangat kental sehingga sangat sulit dibentuk dengan cara tiup, sehingga hanya dapat digunakan untuk membuat manik-manik dan gelang untuk perhiasan. Hal ini kemudian diketahui bahwa pada arang kayu yang mereka gunakan mengandung unsur kalium oksida (K_2O) dan bukan natrium oksida (Na_2O).

Bangsa Venesia mengembangkan pembuatan gelas menggunakan arang rumput laut sebagai sumber natrium oksida, sehingga gelas yang dihasilkan lebih encer dan mudah dibentuk dengan cara ditiup. Oleh karena itu, bangsa Venesia dapat membuat bejana dari gelas untuk keperluan sehari-hari dan gelas seni yang indah. Pada saat itu gelas masih berwarna hijau dan coklat yang disebabkan karena tingginya kadar besi dan adanya pewarna lain dalam bahan baku.

Perkembangan teknologi dalam proses peleburan gelas menggunakan suhu yang lebih tinggi, karena adanya penemuan bahan tahan api untuk bejana peleburan gelas. Dengan adanya penemuan ini maka pembuatan berkembang dengan pesat serta menggunakan bahan-bahan lain seperti pasir kuarsa, batu kapur dan bahan kimia lainnya.

Kota-kota pusat gelas di dunia adalah Alexandria, Tyre dan Sidon. Seni membuat gelas berkembang pada pemerintahan Julius Caesar di Romawi, dimana pada zaman itu barang-barang gelas biasa digunakan di rumah tangga. Pada abad ke XVI perdagangan *glass blower* yaitu alat untuk membuat perkakas gelas secara tradisional sangat maju. Gelas yang dihasilkan dari alat ini disebut *flint glass* yaitu gelas dari silika murni hasil karya pengrajin Venezia. Saat ini penggunaan *glass blower* terbatas di laboratorium atau industri kerajinan. Di beberapa negara *glass blower* ini sudah dimusiumkan untuk promosi pariwisata seperti gelas atau kristal Stourbridge di Dudby yang diiklankan untuk pariwisata tahun 1908.

Wadah gelas dalam bentuk botol dikenalkan oleh seorang dokter untuk sistem distribusi susu segar yang bersih dan aman pada tahun 1884. Mekanisasi pembuatan botol gelas besar-besaran pertama kali tahun 1892. Wadah-wadah gelas terus berkembang hingga saat ini, mulai dari bejana-bejana sederhana hingga berbagai bentuk yang sangat menarik.

Sebagai bahan kemasan, gelas mempunyai kelebihan dan kelemahan. Kelebihan kemasan gelas adalah :

- Kedap terhadap air, gas, bau-bauan dan mikroorganisme
- Inert dan tidak dapat bereaksi atau bermigrasi ke dalam bahan pangan
- Kecepatan pengisian hampir sama dengan kemasan kaleng
- Sesuai untuk produk yang mengalami pemanasan dan penutupan secara hermetis
- Dapat didaur ulang
- Dapat ditutup kembali setelah dibuka
- Transparan sehingga isinya dapat diperlihatkan dan dapat dihias
- Dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk dan warna
- Memberikan nilai tambah bagi produk
- Rigid (kaku), kuat dan dapat ditumpuk tanpa mengalami kerusakan

Kelemahan kemasan gelas :

- Berat sehingga biaya transportasi mahal
- Resistensi terhadap pecah dan mempunyai *thermal shock* yang rendah
- Dimensinya bervariasi
- Berpotensi menimbulkan bahaya yaitu dari pecahan kaca.

B. KARAKTERISTIK KIMIA DAN FISIK

Secara fisika gelas dapat didefinisikan sebagai cairan yang lewat dingin (*supercolled liquid*), tidak mempunyai titik lebur tertentu dan mempunyai viskositas yang tinggi ($> 10^3$ Poise) untuk mencegah kristalisasi. Secara kimia gelas didefinisikan sebagai hasil peleburan berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap yang berasal dari peruraian senyawa-senyawa kimia dimana struktur atomnya tidak menentu.

1. Komposisi Kimia

Gelas terdiri dari oksida-oksida logam dan non logam. Bahan baku pembuatan gelas adalah :

- Pasir silika (SiO_2)
- Soda abu (Na_2CO_3) yang dengan pembakaran pada suhu tinggi akan terbentuk Na_2O sehingga gelas tampak jernih .
- Batu kapur (CaO) yang berfungsi untuk memperkuat gelas
- Pecahan gelas (kaca) disebut *cullet (calcin)*, untuk memudahkan proses peleburan. Cullet kadang-kadang ditambahkan dengan persentase 15-20%.
- Al_2O_3 dan boraksida (B_2O_3), titanium dan zirconium untuk meningkatkan ketahanan dan kekerasan gelas.
- Borax oksida pada gelas boroksilikat seperti pyrex berfungsi agar gelas lebih tahan pada suhu tinggi.
- Na_2SO_4 atau As_2O_3 untuk menghaluskan dan menjernihkan.

Senyawa-senyawa kimia ini dapat dibagi menjadi 3 bagian besar, yaitu:

1. Bahan pembentuk gelas (*glass former*) yang mempunyai sifat membentuk gelas.
2. Bahan antara (*Intermediate*) yang mempunyai sifat pembentuk gelas, tetapi tidak mutlak.
3. Bahan pelengkap (*modifier*) yang tidak mempunyai sifat membentuk gelas.

Berdasarkan jumlahnya, maka bahan dasar pembentuk gelas dapat dibedakan menjadi :

- a. Major material (berjumlah besar), yaitu pasir silika, soda abu, batu kapur, *feldspar* dan pecahan gelas (*cullet*).
- b. Minor material (berjumlah kecil), yaitu natrium sulfat, natrium bikroma, selenium dan arang.

Pasir silika tanpa bahan lain dapat dibuat menjadi wadah gelas tapi tidak praktis karena untuk peleburannya diperlukan suhu $1760-1870^\circ\text{C}$. Penambahan soda abu akan menurunkan suhu peleburan pada keadaan yang mudah dipraktikkan yaitu $1426-1538^\circ\text{C}$, sehingga soda abu disebut juga *FLUXING AGENT*.

Untuk membuat agar kemasan gelas bersifat inert dan netral maka gelas dicelupkan dalam larutan asam. Untuk melindungi permukaan kemasan gelas maka diberi laminasi silikon polietilen glikol

atau polietilen stearat.

Tabel 3.1. Susunan Kimia Untuk Kemasan Gelas Jenis *White Flint*

Komposisi Kimia	Rumus Kimia	Persentase (terhadap bobot)
Silika	SiO ₂	73.0
Soda Abu	Na ₂ O	13.0
Potasium Oksida	K ₂ O	0.44
Batu Kapur (Kalsium Oksida)	CaO	11.7
Magnesium Oksida	MgO	0.19
Alumunium Oksida	Al ₂ O ₃	1.43
Besi Oksida	Fe ₂ O ₃	0.049
Belerang Tri Oksida	SO ₃	0.19

Sifat gelas yang stabil menyebabkan gelas dapat disimpan dalam jangka waktu panjang tanpa kerusakan, namun kadang-kadang jika kondisi gudang kurang baik maka dapat merusak label dan sumbat. Wadah gelas inert dalam penggunaan bahan yang mengandung asam kuat atau alkali, tetapi dengan air dapat terjadi pengikisan komponen tertentu. Misalnya :

- Air destilata (aquadest) dalam wadah gelas flint akan mengikis 10-15 ppm NaOH selama 1 tahun.
- Penambahan boron 6% dalam gelas borosilikat mengurangi pengikisan hingga 0.5 ppm selama 1 tahun.

Gelas yang disimpan pada kondisi dimana suhu dan RH berfluktuasi maka terjadi kondensasi air dari udara sehingga garam-garam dapat terlarut keluar gelas, peristiwa ini disebut **blooming**.

2. Warna Gelas

Warna gelas dapat diatur dengan menambahkan sejumlah kecil oksida-oksida logam seperti Cr, Co dan Fe. Sifat semi opaq diberikan dengan penambahan florin. Penambahan senyawa-senyawa tersebut dilakukan pada proses pembuatan wadah gelas.

Tabel 3.2. Berbagai Bahan Kimia Yang Ditambahkan Untuk Memberi Warna Gelas

Warna	Bahan Tambahan
Merah	Tembaga, Tembaga Oksida, Kadmium Sulfida

Kuning	Besi Oksida, Antimon Oksida
Kuning Kehijauan	Krom Oksida
Hijau	Besi Sulfat, Krom Oksida
Biru	Kobalt Oksida
Ungu	Mangan
Hitam	Besi Oksida dalam jumlah banyak
Opaq	Kalsium Florida
Abu-abu	Karbon dan Senyawa Belerang

3. Sifat Kedap Gas dan Pelapisan Gelas

Wadah gelas kedap terhadap semua gas sehingga menguntungkan bagi minuman berkarbonasi karena kecepatan difusinya sama dengan 0. Wadah gelas barrier terhadap benda padat, cair dan gas sehingga baik sebagai pelindung terhadap kontaminasi bau dan cita rasa. Sifat-sifat ketahanan gelas dapat diawetkan dengan cara memberi lapisan yang tidak bereaksi dengan gelas, misalnya minyak silikon, oksida logam, lilin. Resin, belerang, polietilen.

4. Sifat Tahan Panas

Gelas bukan benda padat, tapi benda cair dengan kekentalan yang sangat tinggi dan bersifat termoplastis. Sifat fluida gelas bervariasi menurut suhu. Titik lebur dan titik beku tidak diketahui, dan ini merupakan keadaan kaca.

Bahan gelas sesuai digunakan untuk produk pangan yang mengalami pemanasan seperti pasteurisasi atau sterilisasi. Gelas jenis pyrex tahan terhadap suhu tinggi. Umumnya perbedaan antara suhu bagian luar dan bagian dalam gelas tidak boleh lebih dari 27°C, sehingga pemanasan botol harus dilakukan perlahan-lahan. Konduktivitas panas gelas 30 kali lebih kecil dari pada konduktivitas panas besi.

Gambar 3. 1. Perubahan sifat kekentalan gelas dan logam karena perubahan suhu

4. Sifat Mekanis

Walaupun mudah pecah tetapi gelas mempunyai kekuatan mekanik yang tinggi. Wadah gelas lebih tahan terhadap kompresi dari dalam dibandingkan tekanan dari luar. Sifat seperti ini penting untuk pembotolan minuman berkarbonasi. Daya tahan gelas dapat mencapai $1,5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$. Daya tahan ini dipengaruhi oleh komposisi, ketebalan dan bentuk dari wadah gelas. Daya tahan relatif dari berbagai bentuk gelas dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Daya tahan relatif dari berbagai bentuk gelas.

Bentuk Kemasan	Ratio Kekuatan Relatif
Silinder	10
Ellips (2:1)	5
Persegi dengan sudut bulat	2.5
Persegi dengan sudut tajam	1

Gelas tidak tahan vibrasi serta perbedaan tekanan dan suhu yang besar. Untuk menghitung besarnya tekanan (*stress*) yang menyebabkan gelas menjadi pecah/retak maka digunakan persamaan **Griffith** sebagai berikut :

σ_f = tekanan yang dapat menyebabkan gelas pecah (Nm^{-2})

G = kerja untuk memecahkan gelas (Jm^{-2})

E = Modulus Young (Nm^{-2})

L = Panjang retakan (μm)

Contoh : Kekuatan untuk dapat memecahkan wadah dari suatu gelas adalah $2 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$ dan tetapan Modulus Young 5×10^9 , jika diasumsikan besarnya kerja untuk memecahkan gelas = 1.3 Jm^{-2} maka panjangnya retakan = $0.325 \mu\text{m}$.

5. Jenis-Jenis Gelas

Berdasarkan komponen-komponen penyusunnya yang terdiri dari oksida-oksida, baik logam maupun non logam, maka dikenal berbagai jenis gelas yaitu :

a. Fused Silica

Gelas *fused silica* dibuat dengan meleburkan pasir. Ciri-ciri gelas ini adalah koefisien ekspansinya rendah dan titik lunaknya cukup tinggi sehingga memberikan tahanan terhadap panas yang baik. Gelas ini juga memberikan transmisi terhadap cahaya ultra violet yang baik.

b. Alkali Silika

Gelas alkali silikat mudah larut dalam air dan banyak digunakan sebagai perekat karton atau melapisi kulit telur supaya tahan terhadap serangan bakteri. Konstituen penyusunnya terutama adalah pasir dan soda abu.

c. Gelas Soda-Kapur Silikat

Gelas ini merupakan gelas yang paling banyak diproduksi. Komposisinya membuat gelas ini mempunyai titik lebur yang tidak terlalu tinggi dan cukup kental sehingga tidak mengkristal dan mempunyai daerah kekentalan yang baik untuk proses pembuatannya. Bahan utama gelas soda kapur silikat adalah SiO_2 , CaO , Na_2O , Al_2O_3 , MgO dan K_2O . Gelas ini mempunyai tingkat ketahanan kimia yang rendah atau tingkat alkalinitasnya tinggi.

d. Gelas Barium

Gelas barium banyak digunakan untuk pembuatan gelas optik karena mempunyai indeks refraksi yang tinggi, sehingga banyak digunakan untuk pembuatan lensa kaca mata bifokus dan panel layar monitor televisi atau komputer.

e. Gelas Borosilikat

Gelas borosilikat mempunyai koefisien ekspansi terhadap guncangan rendah, tahan terhadap serangan kimia, dan mempunyai tahanan listrik yang tinggi. Kandungan gelas borosilikat adalah 13-28% B_2O_3 dan 80-87% silika. B_2O_3 bertindak sebagai fluks terhadap silika. Gelas borosilikat banyak digunakan untuk keperluan industri dan laboratorium. Contohnya gelas email yang merupakan gelas pelapis, mempunyai titik lebur yang rendah, sehingga aplikasi pelapisan dapat dilakukan pada suhu yang rendah dan tidak melebihi titik lunak gelas.

f. Gelas Aluminosilikat

Gelas aluminosilikat mengandung $\pm 20\%$ alumina, sejumlah kecil CaO atau MgO dan kadang-kadang menggunakan sedikit B_2O_3 sebagai fluks. Proses peleburan dan pembuatan gelas tipe ini lebih sukar daripada gelas borosilikat. Gelas tipe ini mempunyai titik lunak yang tinggi dan koefisien ekspansi yang rendah sehingga sering digunakan untuk pembuatan termometer suhu tinggi, pipa-pipa pembakaran dan lain-lain.

g. Gelas Spesial

Yang termasuk gelas spesial adalah gelas spesial adalah gelas yang berwarna, gelas oval, gelas foto sensitif, gelas pengaman (*safety glass*), gelas optik, *fiber glass* dan gelas keramik.

h. Gelas Kristal

Gelas kristal disebut juga *lead glass*, memiliki tingkat kecemerlangan yang tinggi sehingga banyak digunakan sebagai gelas seni (*art glass*). Gelas kristal mengandung timbal (PbO) antara 20-74%, sehingga tidak bisa digunakan untuk makanan dan minuman, melainkan hanya untuk barang hiasan dan barang teknis. Tingkat kecemerlangan gelas kristal sesuai dengan tingginya kadar timbal. Gelas ini juga mempunyai densitas yang lebih besar dari gelas soda kapur silikat, sehingga dengan kadar PbO yang lebih tinggi, maka gelas kristal dapat digunakan sebagai perisai nuklir, pada alat-alat yang menggunakan teknologi nuklir. Contoh produk gelas kristal adalah gelas seni dan berbagai jenis lensa, gelas elektronika, dan gelas solder yaitu bahan penyambung dua jenis gelas.

D. PROSES PEMBUATAN WADAH

1. Bahan Dasar

Bahan dasar dalam pembuatan gelas adalah :

a. Oksida Pembentuk Gelas

Bahan pembentuk gelas yang terbaik adalah pasir kuarsa yang merupakan sumber SiO_2 . Silika adalah bahan yang sulit untuk melebur serta memerlukan suhu yang sangat tinggi untuk meleburkannya, yang tidak mungkin dapat ditahan oleh dapur pelebur. Jika silika sudah dapat dilebur maka kekentalannya sangat tinggi dan gelembung-gelembung yang timbul selama peleburan sulit untuk dikeluarkan.

b. Bahan Pelebur

Bahan pelebur berfungsi untuk mengurangi kekentalan silika yang telah dileburkan dan memungkinkan suhu peleburan silika yang lebih tinggi hingga 1000°C , memberikan sifat alir dan sifat muai pada hasil peleburan gelas, memungkinkan gelembung-gelembung yang terjadi selama proses peleburan dapat keluar dengan sendirinya.

c. Bahan Stabilisasi

Gelas yang dihasilkan dari hasil peleburan silika merupakan gelas yang larut dalam air sehingga tidak dapat digunakan untuk keperluan industri. Gelas ini biasanya digunakan untuk perekat karton atau untuk melapisi kulit telur masak agar terlindung dari serangan bakteri. Untuk membuat agar gelas menjadi tidak larut dalam air dan tahan terhadap zat-zat kimia maka perlu ditambahkan bahan stabilisasi yaitu CaCO_3 , MgCO_3 dan Al_2O_3 .

d. Bahan Penyempurna

Bahan penyempurna dalam pembuatan gelas terdiri dari :

- Bahan pelembut untuk menghilangkan bliser atau seed (seperti berbiji) pada gelas yang dihasilkan. Bahan pelembut yang digunakan adalah sulfat atau arsen oksida bergantung pada jenis gelas.
- Bahan pewarna seperti oksida cobalt, chrom dan oksida besi.

2. Proses Pembuatan Kemasan Botol Gelas

Tahapan dalam proses pembuatan kemasan gelas adalah sebagai berikut :

- Bahan baku dicampur merata secara otomatis.
- Kemudian dimasukkan ke dalam tanur untuk dilelehkan dengan suhu 1500-1600°C ada yang 1300°C).
- Tungku pembakaran membara terus menerus dan dikendalikan oleh sistem (panel) pengendali.
- Sebelum dicetak suhu diturunkan hingga 1000-1200°C dan lelehan gelas didiamkan beberapa saat.
- Cairan gelas dialirkan ke dalam mesin pembuat botol
- Lelehan dipotong-potong dengan ukuran yang ditetapkan dalam bentuk gumpalan kasar.
- Gumpalan meluncur ke pencetakan pertama (*cetakan Parison*).
- Pembentukan dan pencetakan dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu :
 1. Hembus Ganda (*Blow and Blow*) untuk gelas berleher sempit (botol)
 2. Tekan dan Hembus (*Press and Blow*) untuk gelas berleher lebar.
- Dipindahkan ke cetakan akhir atau cetakan wadah yaitu cetakan yang sebenarnya dengan ukuran tertentu
- Dibawa ke ruang “lehr” pendingin yang bersuhu 450°C.
- Wadah dipanaskan kembali (proses *annealing*).
- Kemudian perlahan-lahan didinginkan dari suhu 575-600°C menjadi 450°C dengan adanya aliran udara. Proses ini bertujuan untuk membuat wadah gelas menjadi tidak rapuh atau mudah pecah.
- Dilakukan pengawetan gelas dengan cara *pre-cooling* yang berfungsi untuk menjaga kompresor agar udara yang terhisap hanya udara yang dalam keadaan bersih dan tidak mengandung air. Di Indonesia teknologi *pre-cooling* pertama kali ditemukan oleh PT.Iglas (Persero).
- Dilakukan pengawasan mutu ketika botol keluar dari cetakan, yang terdiri dari uji coba mekanis, elektris dan visual di pabrik atau di laboratorium.

3. Pengujian Mutu Kemasan Gelas

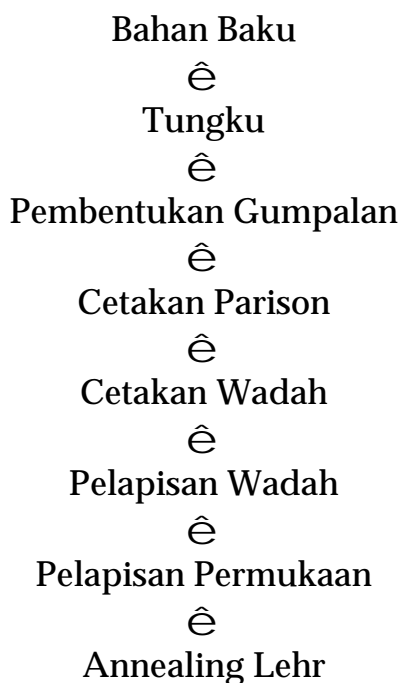
Pengujian mutu kemasan gelas yang dilakukan pada line produksi adalah :

a. *Hot end Checker*

Melaksanakan pengujian mutu gelas *end hot*, untuk mengetahui secara dini cacat-cacat botol yang terjadi dan langsung diinformasikan ke unit *forming* untuk dilakukan perbaikan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan mutu yang telah ditetapkan. Cacat tersebut meliputi cacat visual dan cacat dimensional.

b. *Cold end Checker*

Melakukan pengujian botol yang keluar dari Annealing Lehr baik yang polos maupun yang ber-ACL secara visual dengan pengamatan dan secara dimensional dengan menggunakan peralatan.



Gambar 3. 2. Skema Pembuatan Wadah Gelas

E. KEMASAN GELAS RINGAN

Kemasan gelas ringan merupakan gagasan dari produsen kemasan gelas untuk mengadakan inovasi terutama pada botol minuman ringan berkarbonasi (*carbonated drinks*) agar dapat bersaing dengan kemasan plastik, kemasan karton dan kaleng yang lebih praktis, lebih ringan dan lebih murah.

Berat kemasan gelas ringan (*light weight bottle*) yang volume 425 g adalah 180 g, dan ini berarti terjadi pengurangan berat sebesar 57.6% jika dibandingkan dengan kemasan botol konvensional yang beratnya mencapai 425 g. Hal ini memungkinkan penanganan yang lebih mudah dan biaya

transportasi yang lebih murah.

1. Kekuatan Kemasan Gelas Ringan

Untuk menjamin kekuatan kemasan gelas ringan yang bertanya kurang dari 50% dari kemasan gelas konvensional, maka dilakukan tambahan proses yang disebut *Hot Ending Coating* dan *Cold End Coating*.

Hot end coating adalah suatu proses penyemprotan botol-botol yang suhunya masih sekitar 600°C dengan suatu bahan kimia (senyawa tin –organis) untuk menguatkan botol tersebut, sedangkan *cold end coating* adalah suatu proses penyemprotan botol-botol pada suhu sekitar 80°C dengan suatu senyawa organik yaitu Carbonax 4000 yang merupakan nama dagang dari Poly ethylene Glikol atau asam oleat, agar botol-botol menjadi lebih licin, sehingga mempunyai daya tahan terhadap goresan. Dengan adanya proses tambahan ini, maka kemasan gelas ringan menjadi lebih kuat dari kemasan gelas konvensional.

2. Teknik Hot End Coating dan Cold End Coating

Botol-botol kemasan yang baru keluar dari cetakan suhunya masih tinggi yaitu sekitar 550°C. Botol-botol yang masih berada di atas *conveyor* mesin yaitu di antara mesin cetakan dan *annealing lehr* diberi proses *coating* dengan cairan Tin Tetra Chloride atau larutan senyawa Tin organik maupun senyawa tin organik padat dengan cara menyemprotkan atau menguapkan. Hasil akhir dari lapisan *coating* ini berupa Tin oksida yang terikat kuat pada permukaan botol. Tebal lapisan *coating* yang diperlukan adalah 20-60 c.t.u. (*coating-thickness-unit*). Pada ketebalan lapisan tersebut, dengan mata telanjang tidak dapat terlihat adanya lapisan di permukaan botol. Keebalan lapisan lebih dari 60 c.t. u. tidak bermanfaat lagi sehingga merupakan pemborosan dari material yang cukup mahal. Di samping itu lapisan *coating* yang terlalu tebal menyebabkan dapat terlihat oleh mata telanjang adanya lapisan tersebut.

Lapisan *coating* yang berupa tin oksida ini berfungsi menambah kekuatan (*mechanical strength*) dari botol, namun dapat mengurangi kelicinan permukaan botol, sehingga tidak tahan terhadap goresan. Untuk itu diperlukan *coating* yang kedua yaitu *Cold End Coating*. Botol-botol yang telah mengalami *Hot End Coating*, terus melewati *Annealing Lehr* (proses pendinginan lambat). Pada suhu sekitar 130°C botol-botol disemprot dengan *Carbowax 4000* (nama dagang dari Polyethylene Glikol atau Asam Oleat). *Cold End Coating* ini dilakukan dengan cara menyemprotkan cairan *Carbowax 4000* dengan menggunakan *spray gun* di atas *conveyor Annealing Lehr*.

Selain *Cold End Coating* dengan cara penyemprotan, juga dilakukan pembentukan kabut dari *Carbowax 4000* oleh suatu atomizer (*air operated venturi system*). Kabut tersebut kemudian dialirkan ke bagian *Annealing lehr* dimana terdapat botol-botol dengan suhu sekitar 120-140°C. Lapisan *Cold End Coating* ini menempel dengan kuat ke permukaan botol dan juga tidak terlihat oleh mata telanjang. Fungsi lapisan *cold end coating* adalah menjadikan permukaan botol licin, sehingga

mengurangi koefisien geseran (*coeficient of friction*).

3. Karakteristik Kemasan Gelas Ringan

Jika dibandingkan kemasan gelas konvensional, maka kekuatan fisik kemasan gelas ringan sudah cukup memadai, seperti terlihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Karakteristik teknis kemasan gelas ringan dibandingkan kemasan gelas konvensional.

Produk Yang dikemas	Kapasitas (ml)	Berat Kemasan (g)		Ratio Pengurangan Berat (%)	Kekuatan Gelas Ringan	
		Gelas ringan	Gelas konvensional		Resistensi Tekanan Internal (Psi)	Daya tahan Benturan
Cola	1000	580	740	21.6	650	34.4 lb-in
Orange Ade	1000	395	650	39.2	464	12.4 lb-in
Sake	1800	535	1050	49.0	396	10.0kg-cm
Sake	1800	450	1050	57.1	330	8.0 kg-cm
sake	900	350	450	22.2	456	8.3 kg-cm
Orange Juice	1000	305	700	56.4	435	10.4 kg-cm
Soy Sauce	1000	265	700	62.1	364	7.8 kg-cm

Sumber : PT.Iglas (1989)

Proses lain yang dapat diberikan untuk kemasan gelas ringan adalah *plastishield coating* sebagai pengganti *cold end coating*. Pada umumnya *plastishield coating* ini juga berfungsi sebagai *decorating*, karena *plastishield* yang dipakai adalah *decorated plastishield*. Proses *decorating plastishield* ini adalah proses menyelubungi botol dengan selubung dari *decorating plastishield* pada suhu kamar, kemudian dilanjutkan dengan proses *shrinking* pada suhu 60°C sehingga *decorating plastishield* melekat kuat pada permukaan luar botol.

4. Keuntungan Kemasan Gelas Ringan

Pada umumnya kemasan gelas ringan digunakan untuk sekali pakai, sehingga perusahaan pembotolan tidak menerima kembali botol bekas pakai tersebut, dan mereka tidak memerlukan waktu dan biaya untuk mengumpulkan botol-botol bekas dari tempat yang jauh dengan resiko yang besar. Perusahaan pembotolan juga tidak memerlukan biaya untuk investasi mesin pencuci botol bekas, sehingga bebas dari biaya pencucian dan resiko pecah pada waktu proses pencucian.

Keuntungan bagi konsumen makanan dan minuman adalah mereka selalu menerima kemasan makanan/minuman yang senantiasa baru, bersih, mulus dan indah.

Bagi produsen kemasan gelas yang sering mengalami kesulitan dalam suplay *cullet* (pecahan beling), bisa tertolong dengan sistem *one-way-bottle* ini karena mudah mengumpulkan botol-botol bekas untuk digiling menjadi *cullet*. Di samping itu dengan pengurangan berat sekitar 30-50%, maka

produsen kemasan gelas dapat memanfaatkan penambahan produknya dalam unit pada kapasitas terpasang yang sama. Dengan pengurangan berat ini juga produsen dapat menjual produknya lebih murah, dan hal ini dapat menguntungkan pihak perusahaan pembotolan.

Sifat-sifat kemasan gelas konvensional juga terdapat pada kemasan gelas ringan, yaitu bersifat inert, kuat terhadap gaya himpitan (tidak penyot), tahan pada suhu relatif tinggi sehingga dapat dipasteurisasi serta bersifat transparan.

F. TEKNIK MENUTUP WADAH

Penutupan wadah merupakan bagian penting dalam proses pengemasan. Bagian penutup sering merupakan bagian terlemah dari sistem perlindungan terhadap gangguan dari luar. Cara penutupan dapat menyebabkan tutup (sumbat) sebagai pembawa jasad renik. Bahan yang umum digunakan sebagai penutup :

- Besi (kaleng)
- Alumunium
- Gabus
- Plastik

Bahan-bahan penutup ini dapat bersifat kaku atau flexibel. Sumbat dari kaleng atau besi dilapisi dengan sejenis vernis untuk menghindari kontak langsung dengan bahan pangan. Penutup seperti ini digunakan untuk menahan tekanan dalam minuman bergas, bir dan makanan yang dipanaskan dalam wadah tertutup. Sumbat alumunium digunakan untuk air mineral, minuman tanpa gas, susu, yoghurt dan sebagainya. Sumbat dari plastik digunakan untuk minuman yang tidak bergas dan makanan dalam bentuk krim atau tepung (*powder*). Berdasarkan fungsinya penutup wadah gelas di bagi atas 3 golongan, yaitu :

1. Penutup yang dirancang untuk menahan tekanan dari dalam wadah gelas (*Pressure Seal*)

Tipe ini digunakan untuk minuman-minuman berkarbonasi, dan mencakup :

- *Screw in-Screw Out* atau *Screw On-Screw Off*
- *Crimp On Lever Off, Crimp On Screw Off* atau *Crimp On Pull Off*
- *Roll On (Spin On) Screw Off*

Contoh tipe ini adalah : sumbat gabus atau penutup polietilen atau penutup sekrup, penutup mahkota (penutup dari timah yang dilapisi dengan gabus atau polivinil klorida) atau penutup sekrup dari aluminium.

2. Penutup yang dapat menjaga keadaan hampa udara di dalam wadah gelas (*Vacuum Seals*).

Penutup ini mencakup :

- *Screw on twist off*
- *Press on Prise Off* atau *Press On Twist Off*

- *Two-piece screw on screw off*, atau *Roll on Screw off*
- *Crimp on Prise off*

Tipe ini digunakan untuk penutup kemasan hermetis atau bahan-bahan pangan yang diawetkan dan kemasan pasta.

3. Penutup yang dirancang semata-mata untuk mengamankan produk pangan yang ada di dalam wadah (*Normal Seals*)

Penutup ini mencakup :

- *One or Two piece-pre threaded, screw on, screw off*
- *Lug type screw on, twist off*
- *Roll on (spin on), screw off*
- *Press on, prise off*
- *Crimp on prise off*, atau *crimp on screw off*
- *Push in pull out*, atau *Push on pull off*

Contoh penutup tipe ini adalah gabus atau gabus sintetis yang dipasang pada penutup timah, penutup polyetilen atau alumunium, penutup plastik atau logam dan alumunium foil.

DAFTAR BACAAN

1. PT.Iglas, 1990. Kemasan Gelas Ringan. Di dalam : S.Fardiaz dan D.Fardiaz (ed), Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dalam Negeri dan Ekspor Pangan. Jakarta.
2. Syarief, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.
3. Fellows,P.J. 2000. Food Processing Technology. Principles and Practice. 2nd Ed. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England.

IV. KEMASAN KERTAS

Kemasan kertas merupakan kemasan fleksibel yang pertama sebelum ditemukannya plastik dan aluminium foil. Saat ini kemasan kertas masih banyak digunakan dan mampu bersaing dengan kemasan lain seperti plastik dan logam karena harganya yang murah, mudah diperoleh dan penggunaannya yang luas. Selain sebagai kemasan, kertas juga berfungsi sebagai media komunikator dan media cetak. Kelemahan kemasan kertas untuk mengemas bahan pangan adalah sifatnya yang sensitif terhadap air dan mudah dipengaruhi oleh kelembaban udara lingkungan.

Sifat-sifat kemasan kertas sangat tergantung pada proses pembuatan dan perlakuan tambahan pada proses pembuatannya. Kemasan kertas dapat berupa kemasan fleksibel atau kemasan kaku. Beberapa jenis kertas yang dapat digunakan sebagai kemasan fleksibel adalah kertas kraft, kertas

tahan lemak (*grease proof*). Glassin dan kertas lilin (*waxed paper*) atau kertas yang dibuat dari modifikasi kertas-kertas ini. Wadah-wadah kertas yang kaku terdapat dalam bentuk karton, kotak, kaleng fiber, drum, cawan-cawan yang tahan air, kemasan tetrahedral dan lain-lain, yang dapat dibuat dari *paper board*, kertas laminasi, *corrugated board* dan berbagai jenis *board* dari kertas khusus. Wadah kertas biasanya dibungkus lagi dengan bahan-bahan kemasan lain seperti plastik dan foil logam yang lebih bersifat protektif.

Karakteristik kertas didasarkan pada berat atau ketebalannya. Berdasarkan berat maka kertas dapat dinyatakan dalam berat (lb)/3000 ft² atau yang disebut dengan rim. Di USA banyaknya rim standard untuk kertas kemasan adalah 500 lembar dengan ukuran 24 x 36 inchi (61 x 91.5 cm). Di Eropa, Jepang dan negara-negara lainnya ukuran yang lebih umum adalah *grammage* (g/m²). Grammage untuk kertas kemasan primer berkisar antara 18 lb/rim – 90 lb/rim (30 g/m² – 150 g/m²), sedangkan untuk *corrugated board* berkisar antara 72-85 lb/rim (117-300 g/m²).

A. SEJARAH PERKEMBANGAN

Kertas yang merupakan kemasan fleksible pertama sekali ditemukan di Cina pada tahun 100 SM. Pada tahun 751 seorang muslim yang bekerja pada sebuah pabrik kertas Cina di Samarkand berhasil mendapat rahasia pembuatan kertas dan dibawa ke Spanyol pada tahun 950. Penerbitan buku dimulai tahun 1450, sedangkan penerbitan surat kabar secara teratur dimulai tahun 1609.

Pabrik kertas pertama di Amerika berdiri tahun 1690 oleh William Rittenhouse yaitu di Philadelphia. Pada saat itu proses pembuatan kertas masih lambat dan hanya dihasilkan satu lembar kertas untuk satu kali proses. Nicholas-Louis Robert dari Perancis mengembangkan proses pembuatan kertas secara kontiniu.

Mesin pembuat kertas yang pertama ditemukan tahun 1799 oleh Fourdriner Brother yang mendapatkan patennya di Inggris. Mesin tipe silinder ditemukan oleh John Dickenson yang dipasang dekat Philadelphia pada tahun 1817.

Pada abad ke-19, kertas telah menggantikan wadah dari tanah liat, gelas dan kaleng. Pada tahun 1840 ditemukan cara pembuatan kotak kertas yang memerlukan banyak lem, dan penggunaannya terbatas untuk barang-barang mewah. Kekeliruan oleh pekerja pencetakan dalam membuat kantung untuk biji-bijian membuat teknik pembuatan kardus menjadi berkembang.

Pada tahun 1856 diciptakan karton bergelombang (*corrugated board*) di Inggris, sedangkan di Amerika Serikat ditemukan pertama sekali oleh A.L.Jones tahun 1871.

B. PROSES PEMBUATAN KERTAS

Bahan baku pembuatan kertas adalah selulosa kayu atau merang padi yang diberi perlakuan

kimia, dihancurkan, dipucatkan, dibentuk menjadi lapisan dan dikeringkan. Kayu terdiri dari 50% selulosa, 30% lignin dan bahan bersifat adhesif di lamela tengah, 20% karbohidrat berupa xylan, mannan serta resin, tanin dan gum.

Tipe kayu dan lembaran akhir kertas yang diinginkan sangat menentukan cara pembuatan kertas. Pada pembuatan kertas bahan baku berupa kayu atau merang padi terlebih dahulu dibuat menjadi pulp.

1. Metode Pembuatan Pulp

Ada tiga metode yang digunakan dalam pembuatan pulp yaitu :

a. Metode pertama yaitu metode pembuatan pulp kayu dasar.

Kayu gelondongan dihancurkan dengan gilingan batu sambil menyemprotkan air ke permukaan gilingan batu untuk mengeluarkan bahan yang sudah digiling. Metode ini hanya digunakan untuk jenis kayu lunak yaitu jenis kayu yang berasal dari pohon berdaun jarum dengan panjang serat > 0.625 cm. Pada metode ini tidak ada bagian kayu yang terbuang.

b. Metode kedua adalah metode pembuatan pulp kimiawi.

Pada metode ini kayu dimasukkan ke dalam bahan kimia untuk mengeluarkan lignin dan karbohidrat. Ada 3 proses kimia yang digunakan yaitu :

- Proses soda yang ditemukan di Inggris tahun 1851 dan merupakan proses kimia yang tertua. Pada proses soda, bahan kimia yang digunakan untuk melarutkan komponen kayu yang tidak diinginkan adalah soda kaustik (sodium hidroksida) dan soda abu (sodium karbonat). Proses soda digunakan untuk pembuatan pulp dari kayu keras yaitu kayu yang berasal dari pohon yang daunnya berjatuhan pada musim tertentu, mempunyai panjang serat < 0.25 cm.
- Proses kraft atau proses sulfat menggunakan bahan kimia berupa sodium sulfat sebagai pengganti sodium karbonat. Hasil dari proses kraft adalah pulp kraft yang keras tetapi berwarna coklat dan sulit untuk diputihkan, sedangkan pulp soda berwarna lebih putih dan teksturnya halus.
- Proses sulfit menggunakan bahan kimia berupa larutan kalsium atau magnesium bisulfit dan asam sulfit. Metode ini digunakan untuk kayu lunak dan dihasilkan pulp yang berwarna lebih terang, kekuatannya lebih tinggi dari pulp soda api tidak sekuat pulp kraft.

c. Metode Semikimiawi

Metode ini merupakan kombinasi cara kimia dan alat-alat mekanis dalam pembuatan pulp kayu. Untuk melunakkan lignin dan karbohidrat yang terikat dengan serat, maka kayu direndam dalam soda kaustik atau sodium sulfi netral. Kemudian digiling dalam piringan penghalus.

Metode semikimiawi digunakan untuk kayu keras, biaya prosesnya rendah dan pulp yang dihasilkan masih mengandung sebagian besar lignin. Pulp semikimiawi sukar diputihkan, dan jika terkena sinar matahari akan berwarna kuning. Biasanya digunakan untuk bahan yang membutuhkan kekuatan dan kekakuan seperti media kardus.

Kayu yang akan dijadikan pulp dipotong menjadi potongan yang ipis dan kecil, dimasak beberapa jam dengan menggunakan alat penghancur yang dioperasikan pada suhu 150°C dan tekanan 7 kg/cm² (100 Psi), kemudian ditutup keras-keras membentuk *blow pit* dimana bahan ini dibersihkan. Setelah itu dilakukan pemutihan (*bleaching*) dengan menggunakan kalsium hipoklorit, hidrogen peroksida atau kalsium dioksida. Proses pemutihan dapat menurunkan kekuatan pulp, sehingga perlu diperhatikan hubungan antara kecerahan pulp dan daya rentang kertas yang dihasilkan.

2. Pembuatan Kertas

Pulp yang mengandung air 96% dan bahan padat 4% dimasukkan ke dalam alat pengaduk, sehingga terjadi pemisahan antara serat dan fibril yang disebut proses fibrilisasi, yaitu proses pecahnya lapisan kambium yang mengelilingi serat karena serat-serat membesar dan fibril membuka.

Pengadukan yang sedikit akan menghasilkan kertas dengan daya serap tinggi dan daya robek tinggi, dan jika pengadukan dilanjutkan maka kertas menjadi lebih padat tapi daya robek menurun.

Penambahan bahan perekat seperti resin, pati dan tawas ke dalam alat pengaduk bertujuan untuk meningkatkan daya tahan air dan daya ikat tinta dari kertas sehingga kertas dapat dicetak, serta mempengaruhi sifat adhesif yang berperan dalam pembuatan kemasan. Bahan-bahan lain yang ditambahkan adalah pewarna, bahan untuk kecerahan dan kekakuan, seperti titanium dioksida, sodium silikat, tanah diatom, kasein, lilin dan kapur.

Setelah dari pengaduk, maka campuran pulp dan bahan-bahan tambahan tadi dijernihkan pada *refiner jordan*, kemudian dibawa ke silinder penyadap yang terdiri dari seperangkat pisau-pisau tertutup rapat berputar dengan cepat bersama-sama memecah serat. Campuran ini kemudian dimasukkan ke dalam *headbox* untuk dimasukkan pada mesin pembuat kertas.

3. Mesin Pembuat Kertas

Mesin pembuat kertas dapat berukuran sama panjang dengan gedung bertingkat tinggi, yang akan menghasilkan kertas dengan lebar 9 m pada kecepatan 915 m/detik atau 1290 km/hari, atau karton dengan lebar 6 m dan kecepatan seengahnya. Mesin yang sering digunakan dalam pembuatan kertas adalah mesin *fourdrinier*, mesin silinder dan mesin invertform yang merupakan kombinasi dari *endless wire* dari *fourdrinier* dengan *headbox* mesin silinder.

Mesin *fourdrinier* digunakan untuk menghasilkan kertas tipis, sedang mesin silinder dapat membuat karton dari bahan limbah yang dilapisi bahan yang bermutu baik pada bagian luarnya.

C. JENIS-JENIS KERTAS

Ada dua jenis kertas utama yang digunakan, yaitu kertas kasar dan kertas lunak. Kertas yang digunakan sebagai kemasan adalah jenis kertas kasar, sedangkan kertas halus digunakan untuk

kertas tulis yaitu untuk buku dan kertas sampul. Kertas kemasan yang paling kuat adalah kertas kraft dengan warna alami, yang dibuat dari kayu lunak dengan proses sulfat.

1. Kertas glasin dan kertas tahan minyak (*grease proof*)

Kertas glasin dan kertas tahan minyak dibuat dengan cara memperpanjang waktu pengadukan pulp sebelum dimasukkan ke mesin pembuat kertas. Penambahan bahan-bahan lain seperti plastisizer bertujuan untuk menambah kelembutan dan kelenturan kertas, sehingga dapat digunakan untuk mengemas bahan-bahan yang lengket. Penambahan antioksidan bertujuan untuk memperlambat ketengikan dan menghambat pertumbuhan jamur atau khamir.

Kedua jenis kertas ini mempunyai permukaan seperti gelas dan transparan, mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap lemak, oli dan minyak, tidak tahan terhadap air walaupun permukaan dilapisi dengan bahan tahan air seperti lak dan lilin. Kertas glasin digunakan sebagai bahan dasar laminat.

2. Kertas Perkamen

Kertas perkamen digunakan untuk mengemas bahan pangan seperti mentega, margarine, biskuit yang berkadar lemak tinggi, keju, ikan (basah, kering atau digoreng), daging (segar, kering, diasap atau dimasak), hasil ternak lain, the dan kopi. Sifat-sifat kertas perkamen adalah :

- mempunyai ketahanan lemak yang baik
- mempunyai kekuatan basah (wet strength) yang baik walaupun dalam air mendidih
- permukaannya bebas serat
- tidak berbau dan tidak berasa
- transparan dan translusid, sehingga sering disebut kertas glasin
- tidak mempunyai daya hambat yang baik terhadap gas, kecuali jika dilapisi dengan bahan tertentu

3. Kertas Lilin

Kertas lilin adalah kertas yang dilapisi dengan lilin yang bahan dasarnya adalah lilin parafin dengan titik cair 46-74°C dan dicampur polietilen (titik cair 100-124°C) atau petrolatum (titik cair 40-52°C). Kertas ini dapat menghambat air, tahan terhadap minyak/oli dan daya rekat panasnya baik. Kertas lilin digunakan untuk mengemas bahan pangan, sabun, tembakau dan lain-lain.

4. Daluang (Container board)

Kertas daluang banyak digunakan dalam pembuatan kartun beralur. Ada dua jenis kertas daluang, yaitu :

- *line board* disebut juga kertas kraft yang berasal dari kayu cemara (kayu lunak)
- *corrugated medium* yang berasal dari kayu keras dengan proses sulfat.

5. Chipboard

Chipboard dibuat dari kertas koran bekas dan sisa-sisa kertas. Jika kertas ini dijadikan kertas kelas ringan, maka disebut *bogus* yaitu jenis kertas yang digunakan sebagai pelindung atau bantalan pada barang pecah belah. Kertas chipboard dapat juga digunakan sebagai pembungkus dengan daya rentang yang rendah. Jika akan dijadikan karton lipat, maka harus diberi bahan-bahan tambahan tertentu.

6. Tyvek

Kertas tyvek adalah kertas yang terikat dengan HDPE (*high density polyethylene*). Dibuat pertama sekali oleh Du Pont dengan nama dagang Tyvek. Kertas tyvek mempunyai permukaan yang licin dengan derajat keputihan yang baik dan kuat, dan sering digunakan untuk kertas foto. Kertas ini bersifat :

- *no grain* yaitu tidak menyusut atau mengembang bila terjadi perubahan kelembaban
- tahan terhadap kotoran, bahan kimia
- bebas dari kontaminasi kapang
- mempunyai kemampuan untuk menghambat bakteri ke dalam kemasan.

7. Kertas Soluble

Kertas soluble adalah kertas yang dapat larut dalam air. Kertas ini diperkenalkan pertama sekali oleh *Gilbreth Company, Philadelphia* dengan nama dagang *Dissolvo*. Digunakan untuk tulisan dan oleh FDA (*Food and Drug Administration*) tidak boleh digunakan untuk pangan. Sifat-sifat kertas soluble adalah kuat, tidak terpengaruh kelembaban tetapi cepat larut di dalam air.

8. Kertas Plastik

Kertas plastik dibuat karena keterbatasan sumber selulosa. Kertas ini disebut juga kertas sintesis yang terbuat dari lembaran stirena, mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- daya sobek dan ketahanan lipat yang baik
- daya kaku lebih kecil daripada kertas selulosa, sehingga menimbulkan masalah dalam pencetakan label.
- tidak mengalami perubahan bila terjadi perubahan kelembaban (RH)
- tahan terhadap lemak, air dan tidak dapat ditumbuhi kapang.
- Dapat dicetak dengan suhu pencetakan yang tidak terlalu tinggi, karena polistirena akan lunak pada suhu 80°C.

D. AMPLOP DAN KANTUNG

Amplap sering digunakan sebagai pembungkus kertas, sedangkan kantung kertas merupakan kemasan tertua tetapi masih tetap populer hingga sekarang. Kantung kertas dapat dibuat secara sederhana oleh industri rumah tangga, tetapi dapat juga dengan menggunakan mesin di pabrik-pabrik. Bahan bakunya dapat berasal dari kertas bekas, akan tetapi penggunaan kertas bekas ini untuk mengemas bahan pangan dapat menimbulkan masalah, seperti masalah kebersihan atau terjadinya migrasi senyawa-senyawa kimia dari kemasan ke bahan pangan misalnya tinta, pigmen, bahan pengawet, bahan pengisi dan lain-lain.

E. KERTAS LIPAT DAN KARDUS

Karton lipat dan kardus merupakan jenis kertas yang populer karena praktis dan murah. Dalam perdagangan disebut juga *folding carton* (FC), dan digunakan untuk mengemas bahan hasil pertanian atau jenis-jenis barang lainnya.

Bahan yang banyak digunakan untuk membuat karton lipat adalah *cylinder board* yang terdiri dari beberapa lapisan, dan bagian tengahnya terbuat dari kertas-kertas daur ulang, sedangkan kedua sisi lainnya berupa kertas koran murni dan bahan murni yang dipucatkan. Untuk memperbaiki sifat-sifat karton lipat, maka dapat dilapisi dengan selulosa asetat dan polivinil klorida (PVC) yang diplastisasi. Kasein yang dicampurkan pada permukaan kertas akan memberikan permukaan cetak yang lebih halus dan putih.

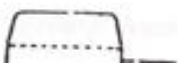
Keuntungan dari karton lipat adalah dapat digunakan untuk transportasi, dan dapat dihias dengan bentuk yang menarik pada transportasi barang-barang mewah. Tetapi kelemahannya adalah kecenderungan untuk sobek di bagian tertentu.

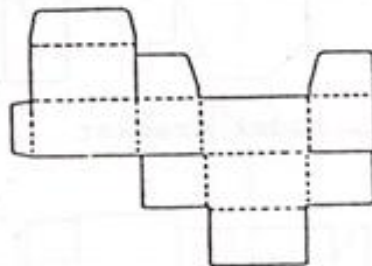
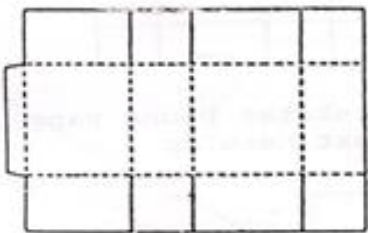
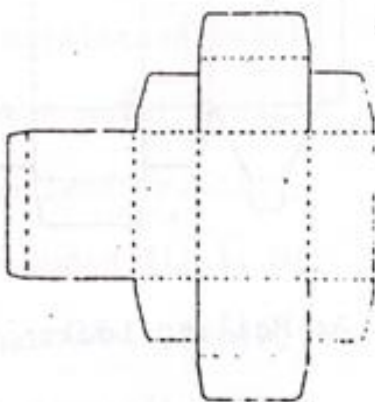
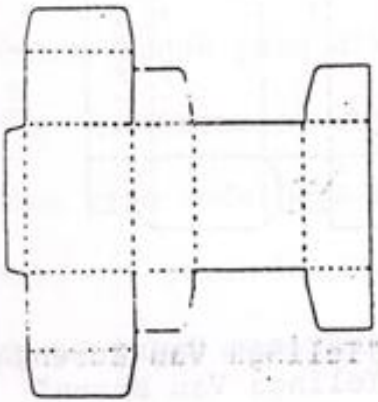
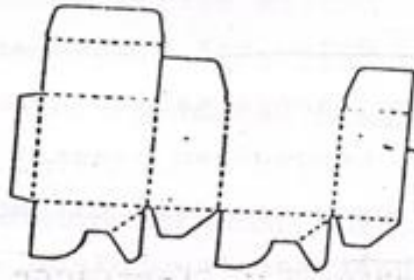
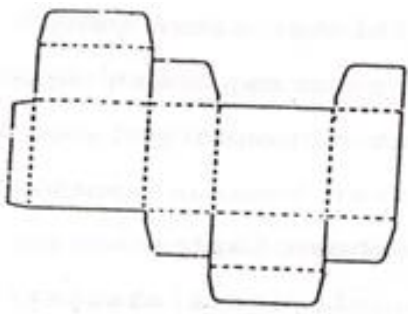
Model dasar yang paling umum dari karton lipat dapat dilihat pada Gambar 4.1. yang terdiri dari :

- lipatan terbalik (*reverse tuck*)
- dasar menutup sendiri (*auto-lock bottom*)
- model pesawat terbang (*airplane style*)
- model lipatan lurus
- model perekatan ujung (*seal end*)
- model perkakas dasar (*hardware bottom*)

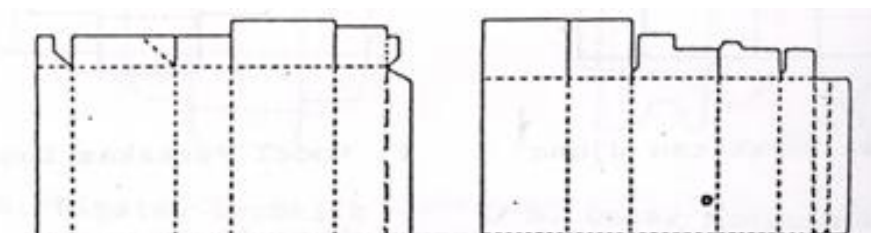
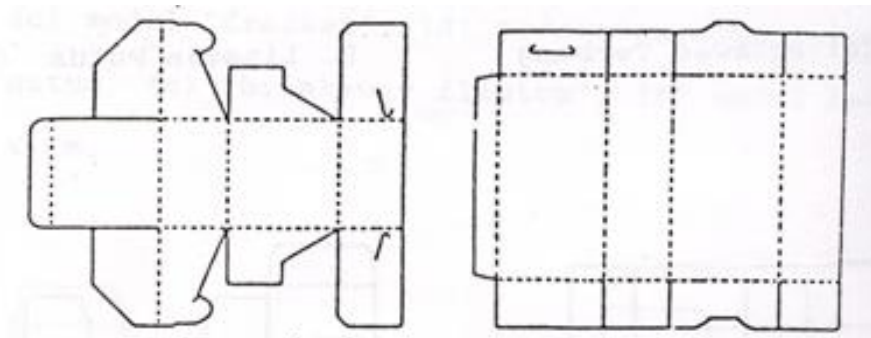
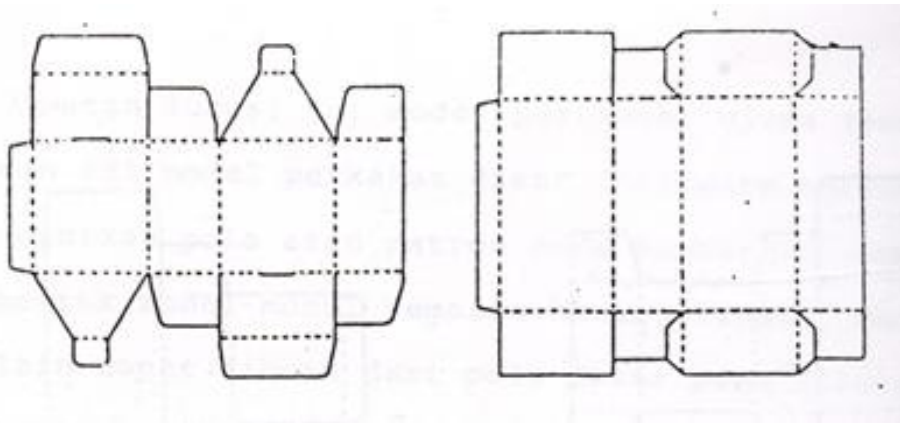
Dari keenam model dasar ini dikembangkan model-model lain (Gambar 4.2.) yaitu :

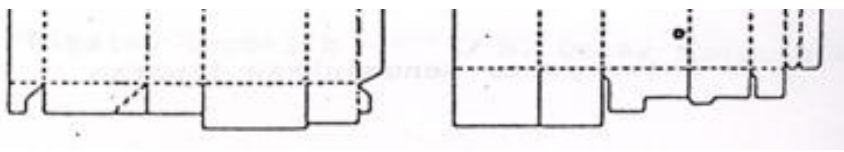
- model *mailing locks*
- perekatan ujung dengan telinga van Buren
- model Cracker
- perekatan ujung yang dapat menutup
- *breakaway fliptop*
- model kemasan es krim





Gambar 4.1. Pola-pola dasar untuk membuat kemasan karton lipat.





Garis putus-putus menunjukkan lipatan.

Gambar 4.2. Model kotak karton lipat dari pengembangan pola dasar

Pemilihan jenis atau model karton lipat yang akan digunakan sebagai pengemas, tergantung pada jenis produk yang akan dikemas dan permintaan pasar. Pengujian mutu kemasan karton lipat dapat berupa uji jatuh bagi wadah yang sudah diisi, pengujian tonjolan atau bulge, pengujian kekuatan kompresi dan daya kaku dalam hubungannya dengan kelembaban udara.

F. KARTON TIPIS (FOLDING BOX/CARDBOARD BOX)

Penggunaan karton tipis untuk kemasan, mendapat tambahan bahan-bahan tertentu dan kualitas karton tipis yang dihasilkan tergantung dari jenis bahan tambahan tersebut. Misalnya : untuk bahan pangan yang harus selalu dalam keadaan segar yang disimpan dalam lemari es, maka digunakan karton tipis yang dilapisi plastik (*PE coated*) atau dilapisi lilin (*wax coated*). Jenis ini digunakan untuk pengemasan udang, daging atau ikan beku atau mangkuk untuk es krim. Jika disain kemasan dibuat menarik, maka karton tipis dapat digunakan sebagai *display box*.

G. KARTON KERDUT (CORRUGATED FIBREBOARD)

Corrugated box disebut juga karton bergelombang atau karton beralur terdiri dari 2 macam *corrugated sheet*, yaitu :

- kertas kraft (*kraft liner*) untuk lapisan luar dan dalam
- kertas medium untuk bagian tengah yang bergelombang

Ukuran berat (*grammage*) dari kertas kraft dan kertas medium adalah sebagai berikut :

Kertas kraft	Kertas medium
1. 125 gram/m ²	1. 112 gram/m ²
2. 150 gram/m ²	2. 115 gram/m ²
3. 200 gram/m ²	3. 125 gram/m ²

4. 300 gram/m²

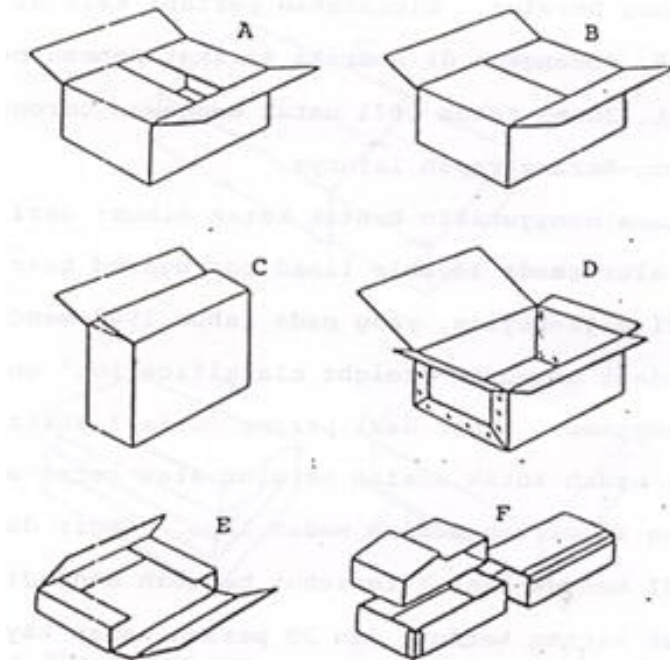
4. 150 gram/m²

Corrugated sheet ada beberapa macam, yaitu :

- single wall : satu lapis dengan ketebalan ± 3 mm (B/Flute) dan 4 mm (C/Flute)
- Double wall : 2 lapis dengan ketebalan ± 7 mm (CB/Flute)
- Triple Wall : 3 lapis, dan lain-lain.

Di Indonesia jenis yang lazim digunakan adalah *single wall* dan *double wall*. Penggunaan *corrugated box* ditentukan oleh : berat bahan, sifat bahan (*self stacking* atau tidak), *fragile* atau tidak, menggunakan inner karton atau tidak dan lain-lain. Bahan baku untuk pembuatan karton bergelombang adalah kertas kraft, bogus atau karton dari merang.

Berdasarkan dimensi alur dan bagian karton yang datar, serta jumlah alur untuk satuan panjang tertentu maka terdapat berbagai jenis karton yang dalam istilah perdagangan disebut flute. Setiap flute mempunyai ketahanan terhadap getaran, tekanan, kerapuhan, tumpukan dan daya jatuh yang berbeda-beda. Arah peletakan alur dapat horizontal atau vertikal, sehingga dikenal flute A horizontal atau flute A vertikal, flute B horizontal atau flute B vertikal dan seterusnya. Jenis karton bergelombang yang paling umum adalah jenis RSC (*Regular Slotted Container*) atau wadah celah teratur. Jenis-jenis karton bergelombang dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Keterangan : A = Wadah Celah Teratur (RSC)
 B = Wadah Celah Terpusat (CSSC)
 C = Wadah Celah Tumpang Tindih (FOL)
 D = Bliss Box No. 4
 E = Pembungkus Buku
 F = Kotak Laci Tiga

Gambar 4.3. Berbagai jenis kotak karton kerdut

Corrugated box tanpa *inner* (individual box) digunakan sebagai kemasan primer untuk mengemas buah dan sayur, ikan beku dan lain-lain. Untuk pengemasan buah atau sayuran segar, maka pada dinding kotak harus diberi lubang ventilasi.

Penggunaan karton bergelombang pada produk yang dikemas dengan botol gelas atau plastik dapat memakai *partition divider* atau pelapis untuk mencegah terjadinya benturan. Kemasan karton berelombang ada juga yang diberi lilin (dengan proses perembesan) khusus untuk produk sayuran segar.

H. KERTAS KOMPOSIT

Kertas komposit adalah kertas yang diolah bersama-sama dengan bahan baku kemasan lain seperti plastik dan logam, yang bertujuan untuk memperbaiki daya rapuh, daya kaku dan kekuatan bahan. Kertas yang dicampur dengan logam dan dibentuk menjadi semacam kaleng disebut kaleng komposit, digunakan untuk jus sitrun, wadah bumbu (rempah-rempah), kotak coklat, sop kering, bahan kimia dan obat-obatan.

Industri pengemasan telah membuat kertas kaleng komposit yang dapat menahan vakum dan menahan suhu sekitar 49°C, sehingga dapat digunakan untuk pengawetan selai (jam). Tube karton digunakan untuk margarin dan es krim.

Ada 3 (tiga) jenis konstruksi kaleng kertas komposit, yaitu : bentuk spiral, cuping dijahit (*lap seam*) dan komposisi gulung (*convolute*). Bentuk spiral terdiri dari beberapa lapis bahan yang berbeda dengan sudut sambungan yang tumpang tindih. Badan komposit cuping di jahit, terbuat dari bahan yang dilaminasi, sedangkan jenis komposit gulung terdiri dari beberapa lapisan kumparan.. Tube karton adalah kemasan berbentuk tube dari karton atau kertas. Bentuk tube yang lebih besar disebut drum karton. Tube karton banyak digunakan untuk kemasan keripik, sedangkan drum karton digunakan untuk bahan berbentuk bubuk atau produk kering. Untuk pengemasan bahan cair maka kemasan karton dilapisi dengan plastik.

Keuntungan dari tube dan karton komposit adalah beratnya ringan, mudah dibuka dan ditutup, dapat dilapisi kembali dengan bahan lain sehingga bersifat kedap air.

DAFTAR BACAAN

1. Fellows,P.J. 2000. Food Processing Technology. Principles and Practice. 2nd Ed. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England.
2. Miltz, J., 1992. Food Packaging in : Handbook of Food Engineering Heldman, D.R. and D.B. Lund (ed).Marcel Dekker, Inc., New York.
3. Rochlan,F. 1990. Kemasan Karton dalam Industri pangan. Di dalam : S.Fardiaz dan D.Fardiaz (ed), Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dalam Negeri dan Ekspor Pangan. Jakarta.
4. Syarief, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.

V. KEMASAN KAYU

Kayu merupakan bahan pengemas tertua yang diketahui oleh manusia, dan secara tradisional digunakan untuk mengemas berbagai macam produk pangan padat dan cair seperti buah-buahan dan sayuran, teh, anggur, bir dan minuman keras. Kayu adalah bahan baku dalam pembuatan palet, peti atau kotak kayu di negara-negara yang mempunyai sumber kayu alam dalam jumlah banyak. Tetapi saat ini penyediaan kayu untuk pembuatan kemasan juga banyak menimbulkan masalah karena makin langkanya hutan penghasil kayu.

Penggunaan kemasan kayu baik berupa peti, tong kayu atau palet sangat umum di dalam transportasi berbagai komoditas dalam perdagangan intrenasional. Pengiriman botol gelas di dalam peti kayu dapat melindungi botol dari resiko pecah. Kemasan kayu umumnya digunakan sebagai

kemasan tersier untuk melindungi kemasan lain yang ada di dalamnya.

Kelebihan kemasan kayu adalah memberikan perlindungan mekanis yang baik terhadap bahan yang dikemas, karakteristik tumpukan yang baik dan mempunyai rasio kompresi daya tarik terhadap berat yang tinggi. Penggunaan kemasan kayu untuk anggur dan minuman-minuman beralkohol dapat meningkatkan mutu produk karena adanya transfer komponen aroma dari kayu ke produk. Penggunaan peti kayu untuk kemasan teh di beberapa negara juga masih lebih murah dibandingkan bahan pengemas lain.

Penggunaan kayu baik untuk kemasan maupun untuk keperluan lain seperti bahan bangunan dan mebel/*furniture* mempunyai masalah lingkungan dan pembuangan, karena tidak dapat didaur ulang, sedangkan volumenya cukup besar. Selain itu negara-negara pengimpor seperti Australia juga meminta adanya sertifikat yang menyatakan kayu tersebut telah mendapat perlakuan khusus untuk mencegah penyebaran penyakit kayu atau serangga, misalnya perlakuan fumigasi atau perlakuan kimia lainnya.

Kelemahan lain dari penggunaan kayu sebagai kemasan adalah ketidakcukupan pengetahuan akan teknik dasar seperti struktur kayu, metode perakitan dan sebagainya. Hingga saat ini perakitan kemasan kayu masih dilakukan dengan cara yang sederhana, dan jarang sekali dilakukan pengamatan terhadap kandungan air kayu, rancang bangun/disain yang efisien, pengikatan/pelekatan tidak dengan jenis pengikat dan ukuran yang benar, sehingga dihasilkan kemasan kayu dengan kekuatan yang rendah. Akibatnya nilai ekonomis kemasan kayu menjadi rendah. Walaupun mempunyai kelemahan, tetapi kemasan kayu tetap digunakan pada industri-industri alat berat dan mesin. Kemasan kayu juga tetap merupakan alternatif untuk menemasan buah-buahan, sayur-sayuran dan ikan yaitu dengan kemasan kayu berat-ringan (*light-weight wooden*). Peranan kemasan kayu di masa depan masih tetap baik terutama pada aplikasi palet, dan merupakan salah satu alternatif penting disamping kertas dan plastik. Hal ini disebabkan karena bahan baku kayu dan tenaga kerja yang masih cukup tersedia. Penggunaan peti kayu untuk transportasi buah, sayur dan ikan masih mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan, sehingga perlu dikembangkan pengetahuan akan pembuatan kemasan berbahan baku kayu .

A. JENIS-JENIS KAYU UNTUK KEMASAN

Sebelum menentukan jenis kayu yang cocok untuk kemasan, maka faktor-faktor yang harus dipertimbangkan adalah :

- densitas
- kemudahan pemakuan
- ketersediaan
- jenis produk yang akan dikemas
- kekuatan

- kekakuan
- panjang kayu.

Spesies kayu yang telah berbentuk kayu gergajian tidak baik untuk membuat kotak dan peti, tetapi dapat diproses menjadi kayu lapis kemudian direkatkan dan dibuat menjadi kotak atau peti kayu. Kayu dengan kualitas yang tinggi biasanya digunakan untuk perabot rumah tangga (*furniture*), kayu dengan kualitas sedang untuk bahan bangunan sedang kayu dengan kualitas lebih rendah digunakan untuk kemasan.

Jenis kayu yang sesuai untuk pengemas biasanya adalah jenis kayu lunak (*softwood*) seperti pinus atau *Agathis sp* dengan densitas antara 270-700 kg/m³. Kayu keras dengan densitas hampir sama dengan kayu lunak, juga dapat digunakan untuk kemasan.

B. PERENCANAAN DISAIN KEMASAN

Tolok ukur yang digunakan dalam merencanakan disain kemasan didasarkan atas:

a. Faktor Ekonomi

Dalam mendesain kemasan kayu, diperlukan proses alternatif dan bahan-bahan teknik yang tepat untuk membuat kemasan yang lebih ekonomis. Kemasan kayu berbentuk palet, kotak dan peti tetap berperan untuk berbagai produk, meskipun harus bersaing dengan palet atau drum dari polypropilen dan polietilen.

b. Pemakai akhir dan kebutuhan perjalanan (transit)

Disain kemasan tergantung pada sifat dan berat produk, konstruksi kemasan, bahan kemasan dan kekuatan kemasan, dimensi kemasan, metode dan kekuatan, penanganan selama di jalan.

c. Hubungan antara kayu dan faktor-faktor teknis

Tidak terdapat hubungan antara jenis kayu dengan jenis kemasan tertentu, tetapi karakteristik kekuatan aktual sangat berhubungan erat dengan jenis kayu, kualitas, tebal, disain peti dan keahlian tenaga kerja dalam merakit kemasan.

C. SIFAT-SIFAT KAYU

Sifat-sifat kayu ditentukan oleh tipe kayu, perbedaan tipe kayu akan menyebabkan perbedaan sifat-sifat kayu. Beberapa sifat-sifat kayu yang penting dalam pembuatan kemasan kayu adalah :

1. Sifat Pengerjaan Kayu

Banyak sekali jenis-jenis kayu yang dapat dijadikan sebagai kemasan, dan masing-masing jenis/spesies mempunyai sifat pengerjaan kayu yang tersendiri, misalnya pemakuan, mesin yang digunakan, kekerasan kayu dan lain-lain. Sifat-sifat pengerjaan kayu ini penting diketahui apabila

1
kayu akan dipasarkan atau dipakai untuk industri tertentu.

Proses pengerjaan kayu meliputi pemotongan, pembelahan, pengetaman, pembentukan, pembubutan, pembuatan lubang persegi, pengeboran dan pengampelasan.

Kekerasan kayu dapat diuji dengan mengukur :

- Sudut pemotongan ideal untuk melihat kekuatan pisau
- Penumpulan dengan menggunakan silika atau bahan pengasah lainnya.
- Kemudahan pemakuan (pada kayu yang keras maka paku tipis akan menjadi bengkok atau patah).
- Kecenderungan pecah ketika dipaku atau dikeringkan.
- Pengeleman (beberapa kayu yang keras sulit untuk dilem).

2. Densitas Kayu

Densitas relatif atau *specific gravity* adalah perbandingan antara berat bahan dengan volume air yang dinyatakan dalam kg/m^3 . Nilai densitas relatif dari kayu merupakan nilai yang tidak tetap, karena berat kayu per unit volume akan berubah jika kadar air kayu berubah./

Kayu yang mempunyai densitas yang tinggi mempunyai kekuatan dan daya tahan yang baik terhadap pemakuan. Kayu yang baik digunakan untuk kemasan sebaiknya kayu yang memiliki densitas tidak terlalu tinggi atau terlalu rendah. Kayu dengan densitas $650 \text{ kg}/\text{m}^3$ meskipun tahan terhadap tekanan tetapi tidak dapat dipaku dengan baik, dan kayu dengan densitas $< 350 \text{ kg}/\text{m}^3$ mempunyai kekuatan mekanis yang rendah.

Kayu dengan densitas tinggi ($600-700 \text{ kg}/\text{m}^3$) dapat digunakan untuk tepi papan dan balok untuk palet atau sebagai bagian dari bantalan poros dengan beban tinggi. Sedangkan kayu yang mempunyai densitas rendah ($350-450 \text{ kg}/\text{m}^3$) digunakan untuk komponen-komponen pengemas seperti bilah-bilah kemasan kayu ringan dan berkawat, bahan pelapis ujung kotak/peti, palet sekali pakai atau bagian dari kotak.

3. Kadar Air Kayu

Kadar air kayu adalah perbandingan antara berat air di dalam kayu dengan berat kayu yang telah dikeringkan dikali dengan 100%. Kayu mempunyai sifat higroskopis, sehingga jika suhu dan kelembaban relatif di sekitarnya berubah maka kadar air kayu juga akan berubah. Kadar air kayu yang berkeseimbangan dengan suhu dan RH di lingkungan penyimpanan disebut dengan kadar air keseimbangan. Penyimpanan kayu sebaiknya dilakukan pada kadar air keseimbangannya, sehingga kadar airnya tidak mengalami perubahan selama penyimpanan, selama suhu dan RH penyimpanan tidak berubah.

Kadar air kayu yang akan diolah biasanya 30-40%, karena pada kadar air ini kayu mudah ditangani, tetapi penyusutan lebih mudah terjadi daripada jika kadar airnya 20%. Untuk mengurangi

kadar air kayu maka dilakukan pengeringan kayu.

D. PEMBUATAN KEMASAN KAYU

Sebelum dibuat menjadi kemasan, maka dilakukan konversi terhadap kayu yang telah ditebang dari pohonnya. Kayu hasil konversi ini kemudian direkatkan satu dengan yang lainnya dengan menggunakan bahan-bahan perekat. Jenis bahan perekat dan metode perekatan akan mempengaruhi kekuatan dari kemasan kayu yang dihasilkan.

1. Jenis-jenis kayu hasil konversi

a. Kayu Gergajian

Kayu gergajian dibuat dengan cara membuang kulit dari kayu log kemudian dilakukan pemotongan dengan panjang dan lebar sesuai kebutuhan dengan menggunakan mesin penggergajian (*Sawmill*). Ukuran kayu yang akan digunakan sebagai bahan pengemas biasanya adalah 50 x 150 mm atau 25 x 20mm.

b. Kayu Lapis

Kayu lapis dibuat dengan cara mengupas kayu log membentuk lapisan veneer dengan cara seperti kerja pengerut pensil. Tahap pertama dalam pembuatan kayu lapis adalah bentuk log dengan kadar air yang tinggi dan konsisten. Mesin pengupas akan mengubah log menjadi ukuran-ukuran veneer yang permukaannya halus dan mempunyai kecenderungan terhadap retak/robek yang kecil. Lapisan veneer yang masih basah dikeringkan dengan alat pengering untuk menurunkan kadar airnya.

Lapisan veneer ini selanjutnya direkatkan satu sama lain dengan menggunakan perekat resin sintesis. Kayu lapis untuk kemasan biasanya mempunyai jumlah lapisan 3,4,5 atau 7 lapisan.

c. Papan Serat

Papan serat banyak diaplikasikan pada nampan-nampan untuk buah dan sayuran yang diperkuat dengan pengikat. Kategori papan serat yang cocok untuk bahan pengemas adalah :

- *Hardboard* standar dengan densitas 800 kg/m³, tebal 2-6 mm.
- *Hardboard* tahan air dengan densitas 960 kg/m³, tebal 3-12 mm
- *Medium board* dengan densitas 500-900 kg/m³, tebal 8-12 mm

d. Papan Partikel

Papan partikel dibuat dari serpihan-serpihan kayu sisa dan direka dengan perekat resin sintesis. Jenis-jenis papan partikel yaitu :

- Papan kayu chip (*wood chipboard*)
- Papan kayu flake (*flakeboard*)
- Papan kayu wafer (*waferboard*)

- *Oriented strandboard*

Flakeboard, *waferboard* dan *oriented strandboard* merupakan jenis papan partikel yang sesuai digunakan untuk bahan pengemas karena ringan dan mudah dipaku.

2. Bahan Perekat

Bahan perekat yang digunakan dalam pembuatan kemasan kayu akan mempengaruhi batas keselamatan selama pengangkutan sehingga perlu diperhatikan. Jenis bahan perekat yang dapat digunakan adalah :

- baja (tradisional)
- paku
- kawat jepret (staples)
- lem flexible (perekat dari kayu)

3. Jenis Metoda Penggabungan/Pengikatan

a. *Pengikatan dengan kawat jepret (stapling)*, yang digunakan untuk konstruksi palet khusus

b. *Pengikatan dengan tali pengikat (strapping)*

Pengikatan dengan tali digunakan untuk mengemas secara otomatis atau semi otomatis. Pengikatan/perekatan dilakukan di bawah tekanan Diaplikasikan pada boks kayu, kotak dan palet dan banyak digunakan dalam aplikasi pengemasan karena:

- menguatkan kemasan
- melindungi bahan yang dikemas dari resiko kerusakan selama pengangkutan.
- murah, terutama untuk konstruksi kemasan yang tipis
- dapat digunakan sebagai metode penutupan peti di damping metode lain, yaitu dengan menggunakan ulir dan paku

Jumlah, ukuran dan jenis tali pengikat tergantung pada bentuk, ukuran dan berat pengemas, bahan pengemas serta penanganannya. Ada 3 jenis tali pengikat yaitu :

- **Baja** dengan bentuk datar, melingkar dan oval. Kekuatan tarik antara 300-1300 N/mm². Permukaannya dapat dilapisi dengan seng, tembaga, wax atau cat atau tanpa pelapisan (warna natural).
- **Weftless (pita kain berpori)**, terdiri dari lembaran-lembaran yang bersifat kontiniu dari lapisan teksti; bertegangan tinggi. Diterapkan secara paralel dengan sistem pelekatan yang menggunakan bahan perekat. Lebar nya sekitar 6-25 mm
- **Plastik suhu tinggi (thermoplastik)** dengan lebar antara 5-25 mm, diterapkan membentuk silang pada permukaan segi empat panjang.

c. *Pengikatan dengan konstruksi sisi logam (metal edge)*

Metode pengikatan dengan konstruksi sisi logam diterapkan dalam merakit peti/kotak dari

kayu lapis. Penyisian logam dilakukan dengan ketebalan yang cukup sehingga dapat dibengkokkan dan mempunyai daya lentur yang tinggi. Penyisian logam biasanya digabung dengan paku, paku sumbat/keling yang bercabang dua atau kawat jepret (staples)

d. Pengikatan dengan ikatan kawat (wire bound)

Pada metode ini, bagian samping, atas dan bawah dari boks kayu digabung dengan kawat yang ditebuk untuk memperoleh bentuk kotak yang kuat. Kedua ujung kotak dikonstruksikan secara terpisah serta setiap sisi samping, atas dan bawah di kunci dengan kawat.

4. Pemakuan

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya tahan kemasan kayu :

- Jenis paku
- Ukuran paku
- Pembuatan spasi atau penempatan paku (posisi paku)
- Ketebalan kayu dan seratnya

Jenis-jenis paku yang digunakan dalam pembuatan kemasan kayu adalah :

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| - paku kotak standar (umum) | - ulir kayu |
| - paku berlapis resin | - paku jepret |
| - paku lapis seng | - paku jepret berlapis resin |
| - paku berputar | - paku beralur (bercincin) |

Pelapisan paku bertujuan untuk mencegah korosi

E. JENIS-JENIS KOTAK DAN PALET KAYU

1. Kotak Kayu Gergajian

Kotak/peti kayu gergajian dibuat dari kayu gergajian yang disusun atau ditumpuk sesuai dengan ukuran yang mempunyai tebal, lebar dan panjang yang sama. Apabila panjang kayu tidak sama, maka perbedaan antara kayu terpanjang dan terpendek tidak boleh melebihi 30 cm dan harus rata pada salah satu ujungnya.

Bentuk kotak kayu gergajian adalah berbentuk box dan case, dengan 11 disain dasar, yaitu :

§ *Disain dasar kotak* berukuran 500 x 300 x 200 mm (p x l x t) dengan tebal kayu sebesar 0.8 mm dan untuk komponen dasar tebalnya 15 mm yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan kekuatan.

§ *Combed Tenon Box* (20-100 kg)

Masing-masing ujung sisi dilekatkan dengan combing (tenons) dan direkat dengan perekat eksternal.

Diaplikasikan pada jenis kotak *crate* untuk minuman atau *field box* untuk buah-buahan dan sayuran.

§ *Internally battened box*

Modifikasi dari jenis kotak dasar tetapi di dalamnya dilengkapi dengan pengikat bentuk segitiga atau segiempat.

§ Kotak dengan pengikat ujung (*Battened End Box*, 50-300 kg)

§ Kotak dengan Panel Ujung (*Paneled End Box*, 50-400 kg)

Dilengkapi dengan pengikat untuk bagian atas dan bawah.

§ *Battened Top (Base Case)*, 50-350 kg

§ Kotak dengan pengikat keliling (*Girth Battened Case*, 100-400 kg)

§ Kotak panel dan pengikat keliling (*Girth Battened and Paneled Case*), max 500 kg.

§ Kotak panel dengan tiga pengikat (*Triple Battening and Paneled Case*)

§ Tiga pengikat dengan Ceruk Panel (*Triple Battened with Recessed Panel*, 800 kg).

§ *Girth Battened Single Braced Case* (450 kg).

2. Kotak Kayu lapis

Penggunaan kotak kayu lapis cukup luas untuk transportasi karena :

- ukuran lebih tipis tetapi kekuatannya sama seperti papan kayu gergajian.
- Lebih kecil dan lebih ringan (per unit volumenya)
- Panel lebih seragam
- Daya tahan terhadap retak tinggi
- Pemakuan mudah
- Memberikan perlindungan hawa lebih mudah

Ukuran standar dari kotak kayu lapis adalah 2440 x 1224 mm atau 2400 x 1200 mm. Ukurannya yang besar mengurangi faktor fleksibilitasnya, selain itu juga banyak menghasilkan bahan sisa yang tidak terpakai (limbahnya banyak). Untuk mengatasinya dibuat kayu lapis dengan dua yang berbeda tiap lembarnya dan penggabungan sisa-sisa kayu lapis dengan menggunakan pengikat dari kayu lunak.

Jenis-jenis kotak kayu lapis :

1. *Basic Plywood Box*, maksimum 30 kg
2. *Battened Top (Base Case)*, maksimum 40 kg
3. Kotak kayu Lapis Berpanel (*Paneled Plywood Case*), 300 kg
4. *Lock Corner Paneled*, 400 kg.
5. *Lock Corner/Compression Battened*, 600 kg.

3. Kotak Berbingkai (Large Framed Cases)

Jenis kotak ini menjadi alternatif pengganti kotak kayu gergajian dan kotak kayu lapis yang berukuran besar dan berat. Dua tipe basis dari kotak kayu berbingkai, yaitu : tipe penyangga (*skid type*) dan tipe jendela (*sill type*).

4. Peti Krat (Crates)

Peti krat digunakan sebagai pengemas selama pengangkutan. Untuk memperkuat peti krat maka rasio antara tinggi kotak dan panjang harus diperhatikan, untuk barang yang berat maka rasionya adalah 1 : 2 (maksimum).

5. Kotak Berkawat (Wirebound Boxes and cases)

Kotak berkawat yaitu peti kayu dimana lembaran sisi-sisi samping, atas dan dasar diikat dengan tali kawat. Kedua ujung kotak dikonstruksikan secara terpisah, lalu kedua ujung tersebut dikuatkan dengan cara penguncian sehingga menjadi satu unit boks yang komplit.

6. Kotak dengan Sisi Logam (Metal Edge Boxes and Cases)

Kotak dengan sisi logam menggunakan pemancang logam pada pinggir kotak disamping pemakuan pengikat kayu lunak untuk membentuk suatu badan panel.

F. PENGAWASAN MUTU KAYU

Mutu kayu gergajian ditetapkan berdasarkan sistem persyaratan cacat yang terdapat pada kayu, baik jenis, ukuran, jumlah, keadaan dan penyebaran cacat.

1. Penilaian Cacat Lengkung

Penilaian cacat lengkung dilakukan dengan cara mengukur kedalaman lengkung, kemudian dibandingkan dengan panjang kayu dalam satuan persentase.

2. Penilaian cacat serat miring

Penilaian cacat serat miring dilakukan dengan cara menentukan salah satu serat miring yang arahnya dominan, kemudian diukur jarak simpang serat tersebut dan dibandingkan dengan panjang serat sejajar sumbu.

Jika kayu yang akan digunakan untuk kemasan atau akan diekspor mempunyai kadar air yang tinggi, maka dapat diberikan perlakuan kimiawi yang bertujuan untuk mencegah terjadinya noda parit atau noda biru yang disebabkan oleh jamur. Bahan kimia yang biasa digunakan adalah

larutan garam berkonsentrasi rendah seperti garam sodium dari *pentachlorophenol* (Na PCP), yang harganya murah tetapi cukup efektif untuk mencegah noda.

Penggunaan PCP sebagai bahan anti noda diizinkan oleh Badan Kesehatan dan Keselamatan di Inggris, dan juga sudah digunakan di negara-negara Skandinavia, USA, Asia Tenggara dan Jepang. Penggunaan bahan kimia anti noda di negara lain adalah garam-garam inorganik seperti borat dan copper atau komponen organik amonium.

Penggunaan kemasan kayu dalam pengiriman komoditi ekspor, harus mendapatkan perlakuan khusus yang bertujuan untuk menghindari adanya mikroorganisme pengganggu yang menyebabkan kontaminasi. Ada beberapa perlakuan terhadap kayu yang dapat diberikan yaitu :

- Pemanasan (*Heat Treatment*)

Pemanasan dilakukan dalam waktu dan suhu yang cukup sehingga suhu pada inti kayu minimal 56°C selama minimal 30 menit serta menurunkan kadar airnya hingga 20%.

- Fumigasi

Fumigasi dilakukan dengan menggunakan bahan kimia metil bromida dengan dosis 2 kg per 100 m³ kayu, suhu ruang pada 21°C selama 24 jam, atau selama 6 jam pada keadaan panas kering (74°C).

- Pengeringan dengan alat pengering hingga kadar airnya 14%

- Penguapan pada suhu 82°C selama 4 jam.

- Pencelupan dalam larutan borat pada suhu 93°C selama 3.5 jam.

G. APLIKASI KEMASAN KAYU UNTUK BAHAN PANGAN

Kemasan kayu yang berbentuk peti, krats atau tong kayu merupakan bentuk kemasan yang umum untuk pengangkutan berbagai komoditas dalam perdagangan internasional. Penggunaan peti kayu untuk transportasi botol minuman baik untuk melindungi botol agar tidak pecah. Pengemasan buah segar dalam transportasi hingga saat ini juga masih banyak dilakukan. Kemasan kayu biasanya digunakan sebagai kemasan tersier yaitu kemasan yang digunakan untuk mengemas kemasan lain yang ada di dalamnya.

Ada dua metode penanganan yang berbeda untuk pengemasan bahan pangan, penyimpanan dan pengiriman, yaitu :

1. Kotak dan Nampan , untuk ukuran kecil dengan berat sampai 20 kg.

2. Tabung kontainer untuk produk-produk seperti kentang dan apel (berat sampai 150 kg).

Kedua sistem ini dilengkapi dengan penggunaan alat dorong (*forklift*).

Bahan yang biasa digunakan dalam pembuatan kemasan kayu untuk bahan pangan adalah kayu gergajian, kayu lapis tipis dan papan keras (*hard board*).

Kayu yang berwarna terang lebih baik dari kayu yang berwarna gelap, karena kayu yang berwarna gelap biasanya banyak mengandung tanin, yang jika berhubungan langsung dengan bahan yang

1
dikemas akan mengurangi kesegarannya. Kayu yang digunakan juga harus tanpa perlakuan kimiawi. Penguatan dilakukan dengan menggunakan kawat jepret (staples), paku atau kawat lingkaran yang dilapisi bahan anti karat. Ketebalan kayu sekitar 3-5 mm untuk kawat jepret dan kawat lingkaran serta 100 mm untuk pemakuan.

Kemasan kayu yang sudah berisi bahan harus diberi tanda yang memuat keterangan isi dari kemasan dengan menggunakan bahan yang mudah dilihat dan tidak mudah luntur. Tanda atau label pada kemasan kayu harus berisi informasi tentang :

- Nama barang yang dikemas
- Ukuran
- Isi (jumlah atau volume bahan)
- Mutu Kayu
- Jenis Kayu
- Tanda pengenal dan nama perusahaan

H. PALET KAYU

Palet kayu banyak digunakan untuk pergerakan barang dari satu departemen ke departemen lain dalam suatu perusahaan, atau dari produsen ke konsumen sebagai unit beban. Palet kayu dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu :

1. palet untuk satu kali perjalanan (*expendable pallets*)
2. palet yang bersifat permanen atau untuk beberapa kali perjalanan.

Palet permanen bisa tahan sampai 15 bulan.

Bagian bawah dari palet kayu terdiri atas dasar dan kaki kemasan yang biasanya berbentuk datar dan terbuat dari papan yang tersusun teratur dan memiliki jarak tertentu. Kayu gergajian pada palet mempunyai minimum 2 kaki penyangga yang sesuai dengan panjang kemasan. Dasar alas kemasan berupa papan kering dan kuat berukuran tebal 2 cm dan lebar 10-15 cm. Kaki alas kemasan mempunyai tebal 5.0-7.5 cm, lebar 7-10 cm dan panjang disesuaikan dengan panjang kemasan. Kaki alas kemasan bisa dilepas atau diikat bersama kemasannya dengan paku pada alas.

DAFTAR BACAAN

1. Syarif, R., S.Santosa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.

VI. KEMASAN LOGAM

A. SEJARAH PERKEMBANGAN

Wadah logam dalam bentuk kotak atau cangkir emas digunakan pada zaman kuno sebagai lambang prestise. Teknik pengalengan makanan sebagai upaya pengawetan bahan pangan pertama sekali

dikembangkan pada tahun 1809 yaitu pada zaman pemerintahan Napoleon Bonaparte yaitu dari hasil penemuan Nicholas Appert. Aspek legislasi pengalengan makanan ditetapkan tahun 1810 yang dikenal dengan "l'art de conserver". Tahun 1810 Peter Duran dari Inggris menciptakan kaleng. Tahun 1817 William Underwood (imigran asal Inggris) mendirikan industri pengalengan makanan yang pertama di Amerika Serikat. Kapten Edward Perry yang melakukan ekspedisi ke kutub utara pada tahun 1819, 1824 dan 1826 telah menggunakan makanan kaleng sebagai logistik mereka. Alumunium foil (alufo) diproduksi secara komersial pertama kali pada tahun 1910. Kaleng aluminium untuk kemasan bir digunakan pertama sekali tahun 1965. Awalnya pembuatan kaleng dilakukan secara manual yaitu hanya dihasilkan 5-6 kaleng per jam. Akhir tahun 1900 ditemukan cara pembuatan kaleng termasuk cara pengisian dan penutupannya yang lebih maju dan bersih. Kaleng alumunium awalnya diperkenalkan sebagai wadah pelumas. Tahun 1866 ditemukan alat pembuka kaleng yang berupa kunci pemutar untuk menggantikan paku atau pahat. Tahun 1875 ditemukan alat pembuka kaleng dengan prinsip ungkit. Tahun 1889 ditemukan kaleng-kaleng aerosol, tetapi saat ini kaleng aerosol banyak ditentang karena dapat merusak lapisan ozon.

B. KARAKTERISTIK LOGAM

Karakteristik bahan logam dibandingkan bahan non logam dapat dilihat pada Tabel 6. 1. Keuntungan wadah kaleng untuk makanan dan minuman :

- mempunyai kekuatan mekanik yang tinggi
- barrier yang baik terhadap gas, uap air, jasad renik, debu dan kotoran sehingga cocok untuk kemasan hermetis.
- Toksisitasnya relatif rendah meskipun ada kemungkinan migrasi unsur logam ke bahan yang dikemas.
- Tahan terhadap perubahan-perubahan atau keadaan suhu yang ekstrim
- Mempunyai permukaan yang ideal untuk dekorasi dan pelabelan.

Tabel 6. 1. Karakteristik logam dibandingkan bahan non logam

Logam	Non Logam
a. Penghantar (konduktor) panas dan listrik yang baik	Konduktor yang buruk, isolator yang baik
b. Dapat ditempa atau dibengkokkan dalam keadaan padat	Rapuh dan tidak dapat ditempa
c. Mempunyai kilap logam	Kilap non logam
d. Tidak tembus pandang	Beberapa jenis bersifat tembus pandang (translucid)

e. Densitas tinggi

Densitas rendah

f. Berbentuk padat (kecuali merkuri)

Berbentuk padat, cair atau gas

Sumber : Syarief *et al.*, 1989.

Bentuk kemasan dari bahan logam yang digunakan untuk bahan pangan yaitu :

- bentuk kaleng tinsplate
- kaleng aluminium
- bentuk aluminium foil

Kaleng tinsplate banyak digunakan dalam industri makanan dan komponen utama untuk tutup botol atau jars. Kaleng aluminium banyak digunakan dalam industri minuman. Aluminium foil banyak digunakan sebagai bagian dari kemasan bentuk kantong bersama-sama/dilaminasi dengan berbagai jenis plastik, dan banyak digunakan oleh industri makanan ringan, susu bubuk dan sebagainya.

C. KALENG PLAT TIMAH DAN BAJA BEBAS TIMAH

Plat timah (*tin plate*) adalah bahan yang digunakan untuk membuat kemasan kaleng, terdiri dari lembaran baja dengan pelapis timah. Plat timah ini berupa lembaran atau gulungan baja berkarbon rendah dengan ketebalan 0.15-0.5 mm dan kandungan timah putih berkisar antara 1.0-1.25% dari berat kaleng. Digunakan untuk produk yang mengalami sterilisasi.

1. Pembuatan Tin Plate

Wadah kaleng pada awalnya terbuat dari plat timah (*tin plate*) yang terdiri dari : lembaran dasar baja dilapisi timah putih (Sn) dengan cara pencelupan dalam timah cair panas (*hot dipping*) atau dengan elektrolisa. Pelapisan kaleng dengan cara hot dipped merupakan cara yang lama dimana lembaran baja dicelupkan ke dalam cairan timah panas, sehingga diperoleh lapisan timah yang terlalu tebal dan tidak menarik. Pelapisan dengan cara elektrolisa adalah cara yang lebih moderen yaitu pelapisan dengan menggunakan listrik galvanis sehingga dihasilkan lapisan timah yang lebih tipis dan rata.

Pembuatan kaleng plat timah secara tradisional dilakukan dengan memukul besi hingga gepeng dan tipis kemudian direndam dalam larutan asam hasil fermentasi, sehingga prosesnya disebut dengan *pickling*.

Pada pembuatan kaleng plat timah secara mekanis , pengasaman dilakukan dengan menggunakan asam sulfat, sedangkan proses pelebaran dengan menggunakan tekanan tinggi. Lembaran plat timah ini dapat dibuat menjadi kaleng yang berbentuk *hollow* (berlubang), atau *flat can* yaitu kaleng yang digepengkan baru kemudian dibentuk kembali.

2. Jenis-Jenis Kaleng Plat Timah

Di dalam perkembangannya ada beberapa jenis kaleng yaitu :

- kaleng baja bebas timah (*tin-free steel*)
- kaleng 3 lapis (*three pieces cans*)
- kaleng lapis ganda (*two pieces cans*)

Plat timah atau *tin plate* adalah lembaran atau gulungan baja berkarbon rendah dengan ketebalan 0.15 – 0.5 mm. Kandungan timah putih pada kaleng plat timah berkisar antara 1.0-1,25% dari berat kaleng, seperti terlihat pada Gambar 6.1 . Kandungan timah putih ini biasanya dinyatakan dengan TP yang diikuti dengan angka yang menunjukkan banyaknya timah putih, misalnya pada TP₂₅ mengandung timah putih sebanyak 2.8 g/m², TP₅₀ = 5.6 g/m², TP₇₅ = 8.4 g/m² dan TP₁₀₀ =11.2 g/m².

Kaleng bebas timah (*tin-free-steel*=TFS) adalah lembaran baja yang tidak dilapisi timah putih. Jenis TFS yang paling banyak digunakan untuk pengalengan makanan adalah jenis *Tin Free Steel Chrome Type* (TFS-CT), yaitu lembaran baja yang dilapisi kromium secara elektrik, sehingga terbentuk khromium oksida di seluruh permukaannya. Jenis ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu harganya murah karena tidak menggunakan timah putih, dan daya adhesinya terhadap bahan organik baik. Tetapi kelemahannya peluang untuk berkarat lebih tinggi, sehingga harus diberi lapisan pada kedua belah permukaannya (permukaan dalam dan luar).

Berdasarkan komposisi lapisan kaleng, cara melapisi dan komposisi baja penyusun kaleng, maka kaleng dibedakan atas beberapa tipe seperti terlihat pada Tabel 6.2, dan Tabel 6.3.

Kaleng Tipe L = *Low Metalloids* adalah kaleng yang mempunyai daya korosif rendah, sehingga dapat digunakan untuk makanan yang berasam tinggi. Kaleng tipe MR (*Medium Residual*) dan tipe MC (*Medium Metalloids Cold Reduces*) adalah kaleng yang mempunyai daya korosif rendah sehingga digunakan untuk makanan berasam rendah. Kaleng dengan lapisan timah yang tebal digunakan untuk makanan dengan daya korosif yang tinggi.

A. Plat Timah (Tin Plate=TP)

B. Baja bebas timah
(*Tin-Free Steel*=TFS)

Gambar 6.1. Penampang melintang lembaran kaleng (Syarief *et al.*, 1989)

Tabel 6.2. Komposisi kimia (kisaran dan persentase maksimum) dari beberapa jenis kaleng.

Unsur Kimia	Jenis Kaleng				
	Tipe L	Tipe MS	Tipe MR	Tipe MC	Bir
Karbon	0.05-0.12	0.05-0.12	0.05-0.12	0.05-0.12	0.15
Mangan	0.25-0.60	0.25-0.60	0.25-0.60	0.25-0.60	0.25-0.70
Belerang	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Pospor	0.015	0.015	0.020	0.07-0.11	0.10-0.15
Silikon	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Tembaga	0.06	0.10-0.20	0.20	0.20	0.20
Nikel	0.04	0.04	-	-	-
Khromium	0.06	0.06	-	-	-
Molibdenum	0.05	0.05	-	-	-
Arsen	0.02	0.02	-	-	-

Keterangan : - : tidak ada batas yang spesifik

Sumber : Syarief *et al.*, 1989.

Kemasan plat timah mempunyai daya tahan terhadap karat yang rendah, tetapi daya tahannya terhadap reaksi-reaksi dengan bahan pangan yang dikemasnya lebih lambat dibanding baja. Kaleng dengan lapisan timah yang tebal digunakan untuk mengalengkan bahan makanan yang mempunyai daya korosif lebih tinggi.

Tabel 6.3. Jenis kaleng berdasarkan jumlah timah dan cara melapisi

Nama Dagang	Jumlah Timah (13/Base Box)	Cara Melapisi
No. 10	0.10	Elektrolisis
No. 25	0.25	Elektrolisis
No. 50	0.50	Elektrolisis
No. 75	0.75	Elektrolisis
No. 100	1.00	Elektrolisis
No. 135	1.35	Elektrolisis
No. 100-25	Sebelah 1.00 dan sebelah 0.25	Elektrolisis
<i>Common Coke</i>	1.25	Hot Dipped
<i>Standard Coke</i>	1.50	Hot Dipped
<i>Best Coke</i>	1.70	Hot Dipped
<i>Canners Special Coke</i>	2.00	Hot Dipped
<i>Charcoal</i>	> 2.00	Hot Dipped

Sumber : Winarno,1993

Dalam memilih kemasan kaleng untuk pengemasan bahan pangan, maka perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

- sifat korosif kaleng
- sifat keasaman makanan
- kekuatan kaleng (daya tahan terhadap tekanan dalam retort atau keadaan vakum)
- Ukuran kaleng

Tabel 6.4. Pemilihan tipe kaleng untuk pengemasan makanan dan minuman

Klasifikasi Makanan	Sifat Keasaman	Jenis kaleng
a. Sangat Korosif	Keasaman tinggi atau sedang (jus apel, ceri, acar)	Tipe L
b. Korosif Sedang	Keasaman sedang (sayur asin, aprikot, anggur, pir)	Tipe MS Tipe MR
c. Sedikit Korosif	Keasaman rendah (kapri, jagung, daging, ikan)	Tipe MR Tipe MC
d. Tidak Korosif	Makanan yang tidak asam (produk kering, makanan yang tidak diproses, makanan beku)	Tipe MR Tipe MC

Sumber : Syarieff *et al.*, 1989

Kelebihan dari *tin plate* adalah mengkilap, kuat, tahan karat dan dapat disolder. Tetapi kekurangannya adalah terjadi penyimpangan warna permukaan tin plate karena bereaksi dengan makanan yang mengandung sulfur, yang disebut dengan *sulphur staining/feathering* (terbentuknya noda sulfur pada permukaan *tin plate*). Kekurangan ini dapat diatasi dengan proses *lacquering* dan *pasivikasi* yaitu melapisi *tin plate* dengan lapisan krom setebal 1-2 mg/m². Proses *lacquering* dan *pasivikasi* dapat memperpanjang daya simpan *tin plate* dan mencegah terjadinya *sulphur staining*.

Pelapisan *tin plate* dengan pelumas seperti minyak biji kapas, minyak sintetis (parafin oil) dan

dibutil sebakat aman untuk kesehatan manusia. Lapisan tipis dari minyak diserap oleh *film lacquer*. Sebagian besar proses pasivitas dilakukan secara cathodic dichromate, dimana lapisan dalam lebih tebal dari lapisan luar.

Pelapisan dengan elektrolit diberi kode D, misalnya D11.2/5.6 menunjukkan sebelah dalam dilapisi 11.2 g Sn/m² dan lapisan luar 5.6 g Sn/m².

Tin plate juga dapat dibedakan atas beberapa tipe, berdasarkan perlakuan pelapisan yang diberikan, yaitu :

- CDC = *Cathodic Dichromate Chemical Treatment*
- SDC = *Sodium Dichromate Chemical Treatment*
- GP = *General Purpose Lacquer*
- Sr = *Lacquer with sulphur resisting properties.*

Masalah dalam penggunaan kemasan plast timah (*tin plate*) sebagai bahan kemasan pangan adalah terjadinya migrasi (perpindahan) logam berat yaitu Pb dan Sn dari kaleng ke makanan yang dikemas. Batas maksimum Sn yang diperbolehkan dalam bahan pangan adalah 200 mg/kg makanan.

3. Coating (Lapisan Enamel)

Untuk mencegah terjadinya kontak langsung antara kaleng pengemas dengan bahan pangan yang dikemas, maka kaleng plat timah harus diberi pelapis yang disebut dengan enamel. Interaksi antara bahan pangan dengan kemasan ini dapat menimbulkan korosi yang menghasilkan warna serta flavor yang tidak diinginkan, misalnya :

- Terbentuknya warna hitam yang disebabkan oleh reaksi antara besi atau timah dengan sulfida pada makanan berasam rendah (berprotein tinggi).
- Pemucatan pigmen merah dari sayuran/buah-buahan seperti bit atau anggur karena reaksi dengan baja, timah atau aluminium.

Untuk mencegah terjadinya korosi ini maka kaleng lapisan enamel. Jenis-jenis lapisan enamel yang digunakan adalah :

- **Epoksi-fenolik**, merupakan pelapis yang banyak digunakan, bersifat tahan asam serta mempunyai resistensi dan fleksibilitas terhadap panas yang baik. Digunakan untuk pengalengan ikan, daging, buah, pasta dan produk sayuran. Pada pelapisan dengan epoksi fenolik juga dapat ditambahkan zink oksida atau logam aluminium bubuk untuk mencegah *sulphur staining* pada produk daging, ikan dan sayuran.
- **Komponen Vinil**, yang mempunyai daya adhesi dan fleksibilitas tinggi, tahan terhadap asam dan basa, tapi tidak tahan terhadap suhu tinggi pada proses sterilisasi. Digunakan untuk produk bir, juice buah dan minuman berkarbonasi.
- **Phenolic lacquers**, merupakan pelapis yang tahan asam dan komponen sulfida, digunakan untuk kaleng kemasan pada produk daging, ikan, buah, sop dan sayuran.

- **Butadiene lacquers**, dapat mencegah kehilangan warna dan mempunyai resistensi terhadap panas yang tinggi. Digunakan untuk bir dan minuman ringan.
- **Acrylic lacquers**, merupakan pelapis yang berwarna putih, digunakan sebagai pelapis internal dan eksternal pada produk buah. Pelapis ini lebih mahal dibanding pelapis lainnya dan dapat menimbulkan masalah pada beberapa produk.
- **Epoxy amine lacquers**, adalah pelapis yang mempunyai daya adhesi yang baik, tahan terhadap panas dan abrasi, fleksibel dan tidak menimbulkan *off-flavor*, tetapi harganya mahal. Digunakan untuk bir, minuman ringan, produk hasil ternak, ikan dan daging.
- **Alkyd lacquers**, adalah pelapis yang murah dan digunakan sebagai pelapis luar, tidak digunakan sebagai pelapis dalam karena dapat menimbulkan masalah *off-flavor*.
- **Oleoresinous lacquers**, digunakan untuk berbagai tujuan, harganya murah, pelapis dengan warna keemasan. Digunakan untuk bir, minuman sari buah dan sayuran. Pelapis ini dapat digabung dengan zink oksida (C' enamel) yang digunakan untuk kacang-kacangan, sayur, sop, daging dan bahan pangan lain yang mengandung sulfur.

Berdasarkan aplikasinya pada kaleng, maka enamel dibedakan atas 2 (dua) jenis yaitu : lapisan pelindung dalam (LPD) dan lapisan pelindung luar (LPL). LPL dapat diaplikasikan untuk mencegah terjadinya korosi atau sebagai dekorasi, sedangkan aplikasi LPD dapat dilihat pada Tabel 6.5.

4. Ukuran kaleng

Ukuran kaleng dapat dinyatakan dengan penomoran sebagai berikut :

- 211 x 300 atau
- 303 x 406.

Tiga digit yang pertama (yaitu 211 atau 303) menyatakan diameter kaleng sedangkan 3 digit terakhir menyatakan tinggi kaleng. Angka pertama dari diameter kaleng atau tinggi kaleng menyatakan satuan inchi, sedangkan 2 angka terakhir menunjukkan $1/16$ inchi. Contoh kaleng dengan ukuran 211 x 300, menunjukkan diameter kaleng adalah $2 \frac{11}{16}$ inchi dan tinggi 3 inchi. Kaleng dengan ukuran 202 x 214 mempunyai diameter $2 \frac{2}{16}$ inchi dan tinggi $2 \frac{14}{16}$ inchi.

Ukuran kaleng yang berbentuk silinder dicirikan oleh dua dimensi yaitu diameter dan tinggi, dengan nilai nominal tertentu seperti pada Tabel 6.6.

Tabel 6.5. Jenis-jenis enamel dan aplikasinya.

Jenis Enamel	Penggunaan	Bahan Dasar
Enamel Buah	Buah-buahan berwarna gelap (arbei, ceri)	Oleoresin

Enamel C	Jagung, kacang polong dan bahan pangan yang mengandung sulfida termasuk hasil laut	Oleoresin dengan pigmen ZnO yang disuspensikan
Enamel Jenuh	Produk-produk konsentrat	Oleoresin yang dimodifikasi
Enamel Makanan Laut	Produk dari ikan, pasta dan daging	Phenol
Enamel Daging	Daging dan produk daging	Epon yang dimodifikasi dengan pigmen Al
Enamel Susu	Susu, telur dan produk susu	Phenol
Enamel Minuman Tidak berkarbonat	Sari sayuran, sari buah berwarna merah, buah-buahan yang sangat korosif, minuman yang tidak berkarbonasi	Sistem dua lapis yang terdiri dari oleoresin yang dilapisi lagi dengan vinil
Enamel Bir	Bir dan minuman berkarbonasi	Sistem dua lapis yaitu oleoresin atau polibutadiena yang dilapisi lagi dengan vinil

Sumber : Syarief *et al.*, 1989.

Tabel 6.6. Dimensi nominal kaleng silinder dari plat timah

Volume bahan yang dikalengkan (ml)	Dimensi kaleng (diameter x tinggi)	
	(mm)	(1/16 inchi)
120-125	52 x 72.5	202 x 214
65-170	52 x 93.5	202 x 311
200	66 x 74	211 x 301
370-375	66 x 129	211 x 502
410-425	74 x 112.5	301 x 407
800	99 x 118.5	401 x 41
3000	154 x 180.5	603 x 702

5. Pembuatan Kemasan Kaleng dari Tin Plate

Secara umum proses pembuatan kaleng terdiri dari *printing/coating*, *slitting/shearing*, *pressing* dan *assembly*. *Printing* dilakukan dengan tujuan untuk pembuatan : dekorasi dan melindungi kaleng dari karat atau untuk mencegah reaksi antara tinsplate dengan bahan yang dikemas.

Slitting / Shearing adalah proses memotong tinsplate menjadi body blank atau strip yang digunakan untuk pembuatan komponen-komponen kaleng sesuai kebutuhan. *Pressing* adalah proses pembuatan komponen-komponen kaleng seperti tutup atas / bawah atau body kaleng pada *two*

pieces. Jumlah proses pembuatan komponen tergantung dari bentuk kaleng yang akan dibuat. Pada pembuatan tutup latex sebagai bahan pengisi sambungan body dengan tutup membuat kaleng kedap udara.

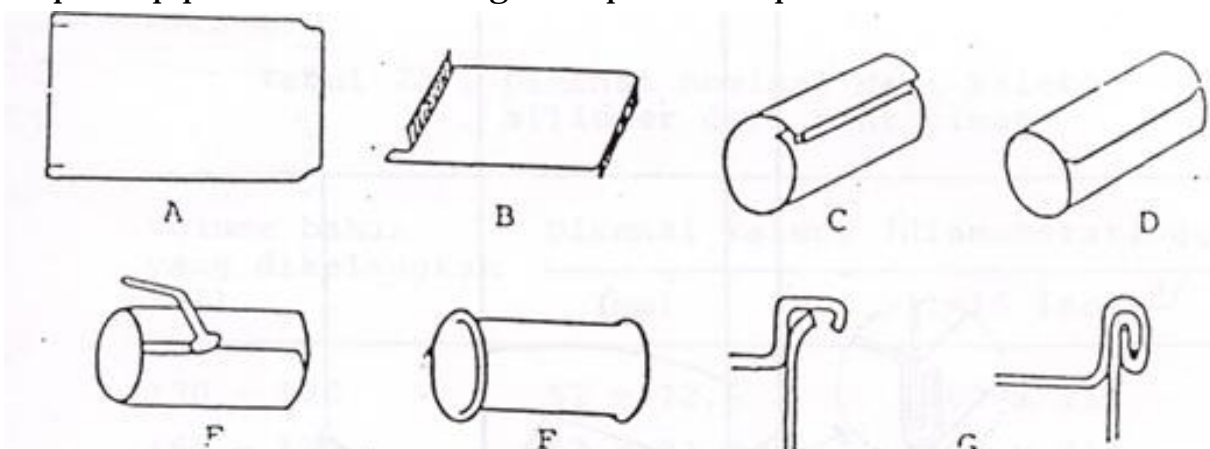
Assembly adalah proses menyatukan badan dan tutup kaleng dengan menggunakan mesin-mesin soudronic, soldering atau mesin lain. Pembuatan kemasan kaleng dilakukan dengan menyambung lembaran plat timah hingga membentuk kaleng. Proses penyambungan dilakukan dengan cara *soldering* (patri), *cementing* dan *welding*. Soldering adalah cara perekatan dengan panas pada *metal solid* (*tin plate*) dengan *metallic boundary agent* dengan menggunakan fluks pada suhu 45°C. *Cementing* adalah perekatan dengan menggunakan bahan perekat berupa poliamida dan polyester. Teknik *cementing* tidak tahan sterilisasi dan biasanya digunakan untuk kaleng –kaleng minyak goreng.

a. Pembuatan Kemasan kaleng Secara Konvensional (*Three-piece-cans*)

Kaleng tiga lembar (*Three-piece-cans*) adalah kaleng yang mempunyai satu lingkaran dan dua tutup. Bahan baku kaleng tiga lembar ini adalah plat timah (TP) atau baja bebas timah (TFS). Urutan pembuatan kemasan kaleng dari plat timah secara konvensional adalah sebagai berikut (Syarief *et al.*, 1989) :

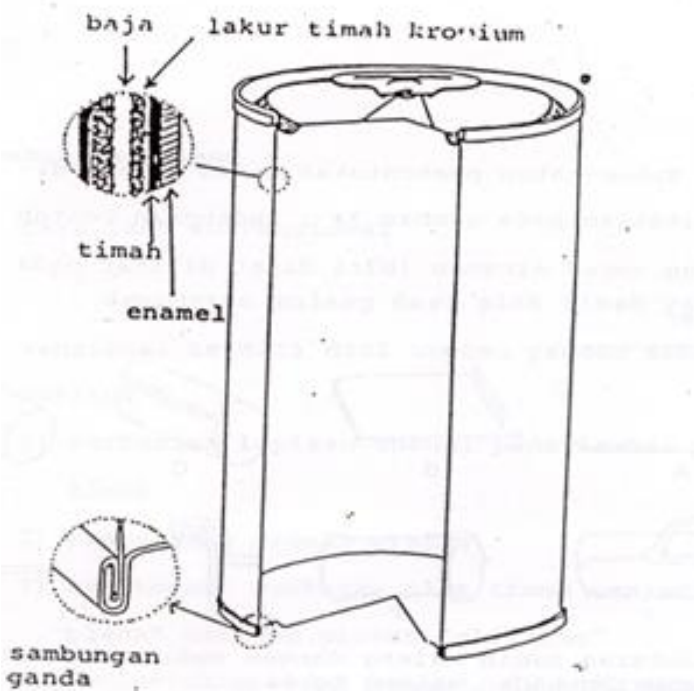
- Pemberian lapisan enamel pada lembar plat timah
- Pencetakan disain grafis
- Pemotongan lembaran plat timah menjadi body blank yang disebut proses *slitting*
- Pembentukan badan kaleng (*body making*)
- Pembentukan leher kaleng (*necking*) untuk beberapa jenis kaleng
- Pembentukan *body hood* (*flanging*) untuk semua bentuk kaleng.
- Pembersihan permukaan dalam kaleng dengan menggunakan sikat dan hembusan udara.
- Pelapisan enamel kedua (enamel ganda), yaitu untuk kaleng kemasan minuman berkarbonasi. Proses pelapisan enamel kedua ini dilakukan dengan cara pengabutan bahan pelapis (*sprayed coating*).
- Pemasangan tutup kaleng dengan mesin *seamer*.

Tahap-tahap pembentukan kaleng ini dapat dilihat pada Gambar 6.2.

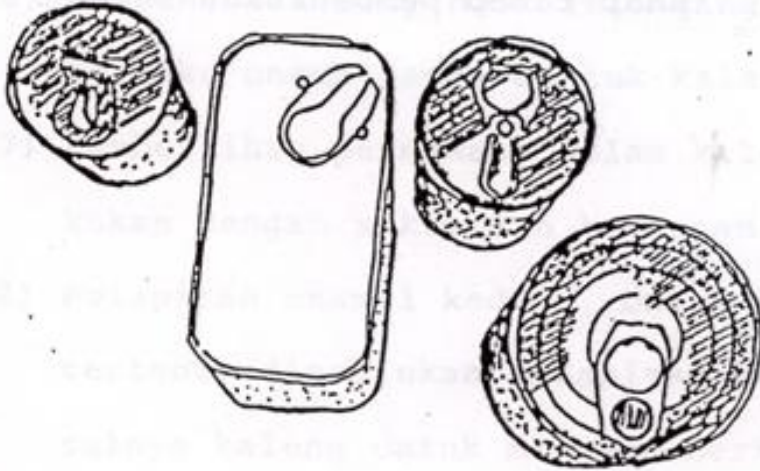


- A. Lembaran badan kaleng dengan sudut bercelah
- B. Lembaran badan kaleng berkait
- C. Pembentukan silinder
- D. Kaitan didatarkan, dilas bagian luar dan dalam
- E. Strip bagian luar
- F. Pembentukan *body hook (flanging)*
- G. Model lipatan sambungan

Gambar 6.2. Tahap-tahap pembentukan kaleng



Gambar 6.3. Kaleng Minuman Bir



Gambar 6.4. Contoh berbagai bentuk kemasan bebas timah (TFS)

Saat ini pembuatan kaleng plat timah sudah lebih moderen dimana kaleng dibuat di pabrik kaleng sedangkan penutupan dilakukan di pabrik pengalengan makanan.

b. Pembuatan kaleng Dua Lembar (Two piece-cans)

Kaleng dua lembar adalah kaleng yang dibuat dari bahan baku plat timah, aluminium atau lakur (alloy). Pembuatan kaleng dua lembar dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu proses *draw-and-wall-iron* (DWI) dan proses *draw-and-redraw* (DRD). Proses DWI menghasilkan kaleng dengan dinding yang tipis dan digunakan untuk memproduksi kaleng aluminium untuk minuman berkarbonasi dimana bahan pengemas mendapat tekanan setelah pengisian. Kaleng DRD mempunyai dinding yang lebih tebal dan dapat digunakan untuk mengemas bahan pangan yang disterilisasi dimana diperlukan adanya ruang vakum (*head-space*) pada kaleng selama pendinginan.

- *Kaleng DWI (Draw and Wall Iron)*

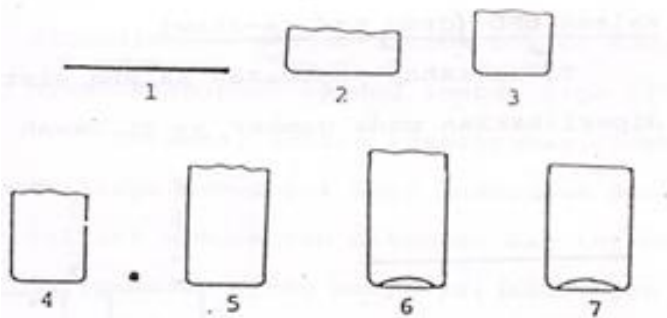
Urutan proses pembuatan kaleng DWI dapat dilihat pada Gambar 6.5, dan dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Bahan pembuat kaleng adalah plat timah dan aluminium dengan ketebalan masing-masing 0.3 dan 0.42 mm.
- Sekeliling lembaran ditekan ke dalam berbentuk mangkuk atau lekukan untuk memperoleh lekukan yang dangkal.
- Lekukan dilewatkan berturut-turut pada lingkaran logam (*annular rings*) untuk mengurangi ketebalan dinding lekukan sampai kira-kira $1/3$ dari ketebalan awal dan tingginya tiga kali tinggi semula. Proses ini disebut dengan *Wall Ironed*.
- Setelah bentuk dasar terbentuk, maka kaleng dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan.
- Penutupan dengan cara *double seaming* setelah pengisian.

Sistem pelapisan bagian dalam dilakukan dengan cara *spray* dan oven. Jenis enamel yang digunakan tergantung dari bahan pembuat kaleng dan produk yang akan dikemas, dan biasanya berupa epoksi fenolik, epoksiamin dan senyawa-senyawa vinil.

Modifikasi dari proses DWI dapat dilakukan dengan cara :

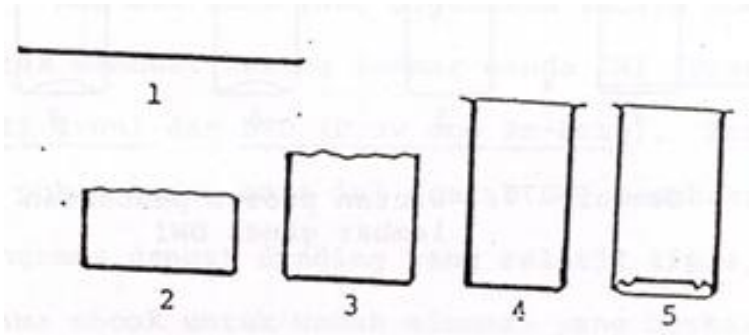
- Memperkecil ukuran diameter dari leher kaleng yang dapat memperbaiki penampilan dan kekuatan kaleng untuk ditumpuk, serta menghemat penggunaan logam.
- *Ring-pull-tabs* atau *full-aperture* untuk memudahkan membuka kaleng.
- Disain cetakan dengan menggunakan komputer dan penggunaan tinta yang tahan terhadap abrasi, yang memungkinkan badan kaleng dicetak sebelum dibentuk. Tinta kemudian ditarik dengan logam selama proses DWI untuk menghasilkan disain yang diinginkan pada produk akhir.



Gambar 6.5. urutan proses pembuatan kaleng lembar ganda tipe DWI

§ Kaleng DRD (*Draw and Re-Draw*)

Proses DRD pada prinsipnya sama dengan DWI, dan perbedaannya hanya terletak pada proses *ironing*, dimana pada DWI proses *ironing* bertujuan untuk mengurangi ketebalan dari kaleng, sedangkan pada proses DWD tidak terdapat proses *ironing* sehingga dihasilkan kaleng yang lebih tebal. Bahan pembuat kaleng DRD adalah plat timah dengan ketebalan 0.2 mm. Tahap-tahap pembuatan kaleng DRD dapat dilihat pada Gambar 6.6.



Gambar 6.6. Tahapan proses pembuatan kaleng lembar ganda dengan sistem DRD

Keuntungan dari kaleng dua lembar adalah mempunyai integritas yang besar, lapisan penutup yang lebih seragam, menghemat penggunaan logam dan mempunyai bentuk yang lebih menarik bagi konsumen, dibandingkan dengan sistem solder maupun penyambungan pada kaleng lembar tiga (TPC). Hal ini disebabkan karena :

- a. Lembar ganda hanya mempunyai satu sambungan *double seam* sehingga mudah dibentuk dan dikontrol, dibandingkan TPC dengan sambungan pada sisi badan dan *double seam* yang kompleks.
- b. Lapisan pelindung bagian dalam tidak perlu melindungi sambungan yang mudah korosi an kontak dengan produk sebagaimana pada kaleng TPC.
- c. Tidak diperlukan adanya penyolderan sehingga bahan dapat dihemat.
- d. Menyediakan tempat yang lebih luas karena tidak terdapat sambungan sehingga dapat dicetak (diprinting) lebih indah dan lebih lengkap misalnya untuk pelabelan pada produk.

6. Proses Pengalengan Bahan Pangan

Proses pengalengan makanan secara garis besar meliputi operasi-operasi sebagai berikut:

- a. *Pembersihan dan persiapan bahan baku.*
- b. *Blansing*, dengan cara mencelup di dalam air mendidih atau menggunakan uap panas, yang bertujuan untuk menginaktifkan enzim, menghilangkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap di dalam bahan sehingga memudahkan dalam proses pengisian dan memudahkan dalam proses sterilisasi.

c. *Pengisian dan exhausting*. Kaleng terbuka yang bersih diisi dengan bahan pangan secara otomatis. Untuk sayuran maka ditambahkan cairan pengisi berupa larutan garam, sedang untuk buah-buahan ditambahkan cairan pengisi berupa sirup gula. Cairan ditambahkan sampai 1 cm dari bagian atas kaleng. Setelah pengisian, kaleng dipindahkan ke kotak pengeluaran gas (*exhaust box*), sehingga di dalam kaleng akan terbentuk keadaan yang vakum.

d. *Penutupan*.

e. *Sterilisasi*.

7. Kerusakan Makanan Kaleng

Kerusakan yang dapat terjadi pada bahan pangan yang dikemas dengan kemasan kaleng terutama adalah kerusakan kimia, meski demikian kerusakan biologis juga dapat terjadi. Kerusakan kimia yang paling banyak terjadi pada makanan yang dikemas dengan kemasan kaleng adalah *hydrogen swell*. Kerusakan lainnya adalah interaksi antara bahan pembuat kaleng yaitu Sn dan Fe dengan makanan yang dapat menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan, kerusakan mikrobiologis dan perkaratan (korosi). *Hydrogen Swell*

Hydrogen swell terjadi karena adanya tekanan gas hidrogen yang dihasilkan dari reaksi antara asam pada makanan dengan logam pada kaleng kemasan. *Hydrogen swell* disebabkan oleh:

- meningkatnya keasaman bahan pangan
- meningkatnya suhu penyimpanan
- ketidaksempurnaan pelapisan bagian dalam dari kaleng
- proses exhausting yang tidak sempurna
- terdapatnya komponen terlarut dari sulfur dan pospat.

b. Interaksi antara bahan dasar kaleng dengan makanan

Kerusakan makanan kaleng akibat interaksi antara logam pembuat kaleng dengan makanan dapat berupa :

- perubahan warna dari bagian dalam kaleng
- perubahan warna pada makanan yang dikemas
- off-flavor pada makanan yang dikemas
- kekeruhan pada sirup
- perkaratan atau terbentuknya lubang pada logam
- kehilangan zat gizi
-

c. Kerusakan biologis

Kerusakan biologis pada makanan kaleng dapat disebabkan oleh :

- meningkatnya resistensi mikroba terhadap panas setelah proses sterilisasi

- rusaknya kaleng setelah proses sterilisasi sehingga memungkinkan masuknya mikroorganisme ke dalam kaleng.

Kerusakan kaleng yang memungkinkan masuknya mikroorganisma adalah kerusakan pada bagian sambungan kaleng atau terjadinya gesekan pada saat proses pengisian (*filling*). Mikroorganisme juga dapat masuk pada saat pengisian apabila kaleng yang digunakan sudah terkontaminasi terutama jika kaleng tersebut dalam keadaan basah. Kerusakan juga dapat disebabkan karena kaleng kehilangan kondisi vakumnya sehingga mikroorganisme dapat tumbuh.

d. Perkaratan (*Korosi*)

Perkaratan adalah pembentukan lapisan longgar dari peroksida yang berwarna merah coklat sebagai hasil proses korosi produk pada permukaan dalam kaleng. Pembentukan karat memerlukan banyak oksigen, sehingga karat biasanya terjadi pada bagian *head space* dari kaleng. Proses korosi jika terus berlangsung dapat menyebabkan terbentuknya lubang dan kebocoran pada kaleng. Beberapa faktor yang menentukan terbentuknya karat pada kemasan kaleng adalah :

- Sifat bahan pangan, terutama pH
- Adanya faktor-faktor pemicu, misalnya nitrat, belerang dan zat warna antosianin.
- Banyaknya sisa oksigen dalam bahan pangan khususnya pada bagian atas kaleng (*head space*), yang sangat ditentukan pada saat proses *blanching*, pengisian dan *exhausting*.
- Faktor yang berasal dari bahan kemasan, misalnya berat lapisan timah, jenis dan komposisi lapisan baja dasar, efektivitas perlakuan permukaan, jenis lapisan dan lain-lain.
- Suhu dan waktu penyimpanan, serta kebersihan ruang penyimpanan

Perkaratan pada kemasan kaleng ini dapat menyebabkan terjadinya migrasi Sn ke dalam makanan yang dikemas.

8. Kandungan Sn Dalam Makanan Kaleng

Timah putih (Sn) baik dalam bentuk alloy maupun murni, sudah sejak lama dikenal sebagai logam yang aman digunakan untuk menyiapkan dan mengemas makanan. Hal ini disebabkan karena sifatnya yang tahan korosi dan daya racunnya kecil. Pada saat ini lebih dari 50% produksi Sn di dunia dipakai untuk melapisi kaleng dalam pembuatan *tin plate* yang penggunaan utamanya untuk mengemas makanan.

Logam Sn dan Fe yang merupakan logam dasar pembuat kemasan termasuk ke dalam golongan logam berat, sehingga jika produk pangan kalengan terkontaminasi oleh logam ini dan makanan itu dikonsumsi oleh manusia dapat menimbulkan keracunan. Hal ini disebabkan toksikan dari logam berat mempunyai kemampuan untuk berfungsi sebagai kofaktor enzim, akibatnya enzim tidak dapat berfungsi sebagaimana biasanya sehingga reaksi metabolisme terhambat.

Secara alami biji-bijian, sayuran dan daging mengandung Sn sekitar 1 mg/kg. Timah putih (Sn) merupakan logam yang tidak beracun (mikronutrien yang esensial untuk tubuh). Tikus

memerlukan Sn 1-2 mg/kg berat badan/hari untuk dapat tumbuh normal. Di dalam pencernaan hanya sekitar 1% dari Sn yang diabsorpsi oleh tubuh, sisanya dikeluarkan kembali melalui urin, sedangkan yang tertahan di dalam tubuh akan didistribusikan ke dalam ginjal, hati dan tulang.

Menurut CODEX, batas maksimum Sn di dalam makanan adalah 250 mg/kg. Jumlah Sn yang dikonsumsi melalui makanan tergantung dari pola makan seseorang. Di Inggris secara normal jumlah Sn yang dikonsumsi adalah 187 µg, namun dapat mencapai jumlah 1.5-3.8 mg untuk orang yang banyak mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi Sn (Tripton *et al.*, 1966 di dalam Herman, 1990)

Dosis racun Sn untuk manusia adalah 5-7 mg/kg berat badan. Keracunan Sn ditandai dengan mual-mual, muntah dan pada kadar keracunan yang tinggi dapat menyebabkan kematian, tetapi jarang ditemukan adanya kasus keracunan Sn yang serius. Konsumsi Sn dalam jumlah sedikit pada waktu yang panjang juga tidak menimbulkan efek keracunan (Reilly, 1990 di dalam Herman, 1990).

Kontaminasi Sn ke dalam makanan dapat berasal dari peralatan pengolahan atau dari bahan pengemas. Untuk memperkecil alrutnya Sn ke dalam bahan makanan maka digunakan enamel sebagai pelapis kaleng.

Bahan-bahan makanan yang mendapat perhatian khusus terhadap kontaminasi Sn adalah sayuran, buah-buahan (nenas, tomat, jamur, asparagus dan buah-buahan berwarna putih) yang umumnya dikalengkan dalam kemasan kaleng *tin plate* tanpa enamel. Hal ini disebabkan karena kontaminasi Sn dapat menurunkan penampilan produk yaitu perubahan warna menjadil lebih gelap.

Kandungan Sn dalam fraksi padatan dan fraksi cairan dari makanan kalen umumnya berbeda (Tabel 6.7.). Fraksi padatan pada umumnya mengandung Sn lebih tinggi dibandingkan fraksi cairan, yang kemungkinan disebabkan adanya komponen kimia tertentu dalam fraksi padatan yang dapat mengikat Sn.

Untuk komoditi yang terdiri dari fraksi padatan yang dicampur dengan fraksi cairan seperti buah dalam kaleng yang diberi sirup gula, maka penetapan kadar Sn dilakukan setelah kedua fraksi dicampur secara merata. Tetapi jika komoditi tersebut yang dikonsumsi hanya fraksi padatannya saja seperti jamur di dalam kaleng, maka penetapan kadar Sn dilakukan hanya terhadap fraksi padatan saja.

Batas maksimum kandungan Sn dalam makanan kaleng, dapat dilihat pada Tabel 6.8. Dari pengujian yang telah dilakukan terhadap beberapa jenis makanan kaleng yang ada di Indonesia, hingga saat ini kandungan Sn di dalam makanan kaleng masih berada di bawah ambang batas yang telah ditetapkan.

Tabel 6.7. Distribusi Sn dalam fraksi padatan dan cairan dari sayuran dan buah dalam kaleng

Jenis Produk	Fraksi (g)	Jenis Kaleng	Kadar Sn (mg/kg)
--------------	------------	--------------	------------------

Jamur	C.90	Te	15
	P.122		55
Jagung Manis	C.157	E	10
	P.265		20
Asparagus	C.113	E	25
	P.192		54
Strawberry	C.290	E	5
	P.210		20
Nenas	C.140	TE	55
	P.160		105
Peaches	C.250	TE	35
	P.260		85

Sumber : Crosby, 1981.

Tabel 6.8. Batas maksimum Sn di dalam makanan

Komoditi	Batas Max Sn (mg/ kg)	No. SII
INDONESIA		
1. - Sirup dalam kemasan kaleng	250	0153.77
	40	
- Sirup dalam kemasan non kaleng	250	0623.80
2. Corned beef	250	0623.83
3. Kerang dalam kaleng		
4. Manisan kering buah-buahan	150	0718.83
(dikalengkan)	150	1081.84
5. Buah-buahan dalam kaleng	250	1226.85
6. Asparagus	150	389.85
7. Bir hitam (staut)	150	
8. - Limun dalam kaleng	40	0154.87
- dalam kemasan non kaleng		
LUAR NEGERI		
Inggris, Afrika Selatan, C.A.C		
Makanan Kaleng	250	
Australia, New Zealand		
Makanan Umum	40	
Makanan dalam kaleng	250	

D. KEMASAN ALUMINIUM

Aluminium merupakan logam yang memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih ringan daripada baja, mudah dibentuk, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, dapat menahan masuknya gas, mempunyai konduktivitas panas yang baik dan dapat didaur ulang. Tetapi penggunaan aluminium sebagai bahan kemasan juga mempunyai kelemahan yaitu kekuatan (rigiditasnya) kurang baik, sukar disolder sehingga sambungannya tidak rapat sehingga dapat menimbulkan lubang pada

kemasan, harganya lebih mahal dan mudah mengalami perkaratan sehingga harus diberi lapisan tambahan.

Reaksi aluminium dengan udara akan menghasilkan aluminium oksida yang merupakan lapisan film yang tahan terhadap korosi dari atmosfer. Penggunaan aluminium sebagai wadah kemasan, menyebabkan bagian sebelah dalam wadah tidak dapat kontak dengan oksigen, dan ini menyebabkan terjadinya perkaratan di bagian sebelah dalam kemasan. Untuk mencegah terjadinya karat, maka di bagian dalam dari wadah aluminium ini harus diberi lapisan enamel.

Secara komersial penggunaan aluminium murni tidak menguntungkan, sehingga harus dicampur dengan logam lainnya untuk mengurangi biaya dan memperbaiki daya tahannya terhadap korosi. Logam-logam yang biasanya digunakan sebagai campuran pada pembuatan wadah aluminium adalah tembaga, magnesium, mangan, khromium dan seng (pada media alkali).

1. Aluminium foil

Aluminium foil adalah bahan kemasan berupa lembaran logam aluminium yang padat dan tipis dengan ketebalan <0.15 mm. Kemasan ini mempunyai tingkat kekerasan dari 0 yaitu sangat lunak, hingga H-n yang berarti keras. Semakin tinggi bilangan H-, maka aluminium foil tersebut semakin keras.

Ketebalan dari aluminium foil menentukan sifat protektifnya. Jika kurang tebal, maka foil tersebut dapat dilalui oleh gas dan uap. Pada ketebalan 0.0375 mm, maka permeabilitasnya terhadap uap air = 0, artinya foil tersebut tidak dapat dilalui oleh uap air. Foil dengan ukuran 0.009 mm biasanya digunakan untuk permen dan susu, sedangkan foil dengan ukuran 0.05 mm digunakan sebagai tutup botol multitrip.

Sifat-sifat dari aluminium foil adalah hermetis, fleksibel, tidak tembus cahaya sehingga dapat digunakan untuk mengemas bahan-bahan yang berlemak dan bahan-bahan yang peka terhadap cahaya seperti margarin dan yoghurt. Aluminium foil banyak digunakan sebagai bahan pelapis atau laminan.

Kombinasi aluminium foil dengan bahan kemasan lain dapat menghasilkan jenis kemasan baru yang disebut dengan retort pouch. Syarat-syarat retort pouch adalah harus mempunyai daya simpan yang tinggi, teknik penutupan mudah, tidak mudah sobek bila tertusuk dan tahan terhadap suhu sterilisasi yang tinggi.

Retort pouch mempunyai keunggulan dibanding kaleng, yaitu :

- luas permukaan besar dan kemasannya tipis sehingga memungkinkan terjadinya penetrasi panas yang lebih cepat dan lebih efisien.
- dengan berkurangnya waktu sterilisasi, maka mutu produk dapat diperbaiki, karena nilai gizinya lebih tinggi dan sifat-sifat sensori seperti rasa, warna dan tekstur dapat dipertahankan.
- dari sisi konsumen, *retort pouch* lebih disukai karena praktis dan awet.
- produk yang telah disterilisasi dalam kemasan *retort pouch* dapat langsung dikonsumsi tanpa

harus dipanaskan.

- pemanasan cukup mudah, yaitu dengan cara memasukkan kemasan *retort pouch* ke dalam air mendidih selama 5 menit.
- dapat dipanaskan dalam *microwave oven*
- mudah dalam hal menyobek atau membuka kemasan
 - harga lebih murah, karena dapat menghemat penggunaan garam, energi dan peralatan. Jumlah larutan gula/garam yang digunakan sebagai pengisi dapat dikurangi sampai 30%, energi untuk mensterilkan 25% lebih irit dibanding kaleng dan peralatan dalam *retort pouch line* berlangsung dengan kapasitas maksimum. Untuk 60 pouch/menit/mesin diperlukan hanya 3 jenis mesin yaitu mesin pembentuk, pengisi dan penutup.

Contoh kemasan *retort pouch* adalah kemasan yang terdiri dari poliester-adhesif-aluminium foil-adhesif-polipropilen, dengan susunan sebagai berikut :

- film polister dengan tebal 0.5 mil di bagian luar
- kertas aluminium dengan tebal 0.0035 inchi di bagian tengah
- bagian dalam dilaminasi dengan polipropilen

Poliester dan polipropilen dapat bekerja sebagai adhesif bagi aluminium foil dan dapat ditutup secara kuat dengan pemanasan. Fungsi poliester adalah untuk memberikan ketahanan dan kekuatan pada kemasan. Poliester juga bersifat tahan tekanan dan dapat dicetak, sehingga pencetakan label kemasan dapat dilakukan di bagian poliester ini. Aluminium foil memberikan perlindungan bahan sehingga tahan disimpan tanpa pembekuan dan pendinginan, karena permeabilitasnya yang rendah terhadap sinar, uap air, O₂ dan mikroba. Polipropilen bersifat inert, dapat direkatkan secara kuat dengan panas (*heat seal*) dan mempunyai daya simpan (*shelf life*) sama dengan kaleng.

Bentuk lain dari kantung aluminium foil adalah *bag in box system*, yang terdiri dari 3 (tiga) lapisan bahan kemasan yaitu polietilen-saran- polietilen. Kemasan ini digunakan untuk susu, *wine*, minyak goreng dan kacang. Susu homogenisasi yang dikemas secara aseptis dengan kemasan *bag in box system*, mempunyai masa simpan 9 bulan pada susu kamar.

2. Penggunaan Aluminium untuk Kemasan Bahan Pangan

Aluminium dapat digunakan untuk mengemas produk buah-buahan dan sayuran, produk daging, ikan dan kernag-kerangan, produk susu dan minuman. Penggunaan kemasan aluminium untuk bahan-bahan ini harus memperhatikan beberapa kondisi sebagai berikut :

a. Produk Buah-buahan dan Sayuran

Aluminium yang digunakan untuk mengemas produk buah-buah harus dilapisi dengan enamel untuk mencegah terjadinya akumulasi gas hidrogen yang dapat menyebabkan terbentuknya

1
gelembung gas dan karat. Penyimpangan warna pada saus apel yang dikemas dengan aluminium, dapat dicegah dengan menambahkan asam askorbat .

b. Produk daging

Pengemasan daging dengan wadah aluminium tidak menyebabkan terjadinya perubahan warna sebagaimana yang terjadi pada logam lain. Produk yang mengandung asam amino dengan sulfur seperti daging dan ikan dapat bereaksi dengan besi dan membentuk noda hitam. Penambahan aluminium yang dipatri pada kaleng *tin plate* dapat mencegah pembentukan noda karat. Pada produk daging yang berkadar garam tinggi dan mengandung bumbu yang mudah berkarat, maka penambahan gelatin dapat mengurangi serangan karat pada logam.

c. Ikan dan Kerang-kerangan

Pengemasan ikan sarden dalam minyak atau saus tomat dan saus mustard dengan kemasan aluminium yang berlapis enamel, maka pH nya tidak boleh lebih dari 3.0, karena jika lebih besar enamel tidak dapat melindungi produk. Pengemasan lobster dengan kaleng aluminium tidak memerlukan kertas perkamen yang biasanya digunakan untuk mencegah perubahan warna pada kaleng *tinplate*.

d. Produk-produk susu

Kemasan aluminium untuk produk susu memerlukan lapisan pelindung, terutama pada susu kental yang tidak manis. Penggunaan aluminium untuk produk-produk susu seperti margarin dan mentega, berperan untuk memberikan sifat opak sehingga menjadi sekat lintasan bagi cahaya dan O₂.

e. Minuman

Pengemasan minuman dengan wadah aluminium harus diberi pelapis, yaitu epoksivinil atau epoksi jernih untuk bir dan epoksivinil atau vinil organosol untuk minuman ringan atau minuman berkarbonasi. Pengemasan teh dengan aluminium yang tidak diberi lapis dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna dan flavor.

E. KEMASAN AEROSOL

Kemasan aerosol banyak digunakan untuk mengemas produk-produk non pangan seperti kosmetika (parfum), pembersih kaca, pengharum ruangan, cat semprot, pemadam kebakaran dan pestisida. Penggunaan kemasan aerosol untuk bahan pangan adalah untuk whipped cream yaitu krim sebanyak 90% terdiri dari susu, sirup jagung, sukrosa dan minyak nabati yang diberi cita rasa dan bahan penstabil.

Kemasan aerosol terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu : produk cair, propelen pendorong cairan

dan bagian gas dengan pengaruh tekanan. Bagian cair menempati $\frac{3}{4}$ bagian dari volume wadah, bagian gas berada di bawah. Pipa saluran (*dip tube*) dipasang hingga masuk ke bagian cairan mulai dari katup. Klep dibuka dengan menekan knop sehingga gas menekan ke seluruh bagian dalam wadah kemudian cairan bergerak melalui pipa saluran dan keluar melalui katup. Sebagian cairan propelan menguap dan menggantikan posisi produk cair di bagian dalam aerosol sehingga menambah gas. Volume gas propelan dapat mencapai 250 kali dari volume cairnya, sehingga hanya sebagian kecil cairan yang tertinggal, dan hampir seluruh ruang diisi dengan gas, tetapi tekanan tetap sama, selama di dalam wadah aerosol masih terdapat propelan dalam bentuk cair.

Berdasarkan bahan kemasannya maka kemasan aerosol dibedakan atas: 1) kemasan aerosol logam, 2) kemasan aerosol gelas dan 3) kemasan aerosol plastik. Kemasan aerosol logam terbuat dari logam aluminium, plat timah atau nir karat (*stainless steel*), dan paling banyak digunakan dibanding kemasan aerosol lain. Kemasan aerosol gelas mempunyai sifat inert terhadap bahan kimia dan sesuai untuk produk-produk yang korosif. Kemasan aerosol plastik terbuat dari asetal, nilon atau propilena, dan biasanya digunakan untuk pembersih alat rumah tangga.

Jenis propelan yang digunakan dalam kemasan aerosol adalah fluorokarbon, hidrokarbon (butana, propana, isobutana) dan gas kompresi (campuran N_2O dan CO_2 dengan perbandingan 15 : 85). Kerja propelan dipengaruhi oleh suhu, sehingga pada daerah yang mempunyai musim dingin beberapa aerosol tidak dapat bekerja pada suhu udara luar.

Penggunaan kemasan aerosol saat ini banyak mendapat tantangan karena adanya propelan yang bersifat merusak ozon.

F. DRUM DAN WADAH LAIN

Drum logam untuk bahan pangan umumnya terbuat dari baja atau aluminium. Drum baja banyak digunakan untuk minyak goreng. Bentuk drum yang lain yaitu jemblung dibuat dari kaleng dengan bahan dasar seng, biasanya digunakan untuk kerupuk atau makanan jajanan kering lainnya.

Drum logam untuk minyak goreng, biasanya dipakai secara berulang sehingga jarang ditemui drum yang masih baru. Pada dinding drum biasanya dibentuk gelang-gelang (*simpay*) dengan menekan keluar dinding sisi, agar drum mudah digelindingkan. Bagian penutup mempunyai dua lubang, yaitu lubang kecil untuk lubang angin, dan lubang besar untuk mengeluarkan produk.

DAFTAR BACAAN

1. Herman, A.S., 1990. Kandungan Timah Putih (Sn) Dalam Makanan kaleng. Di dalam : S.Fardiaz dan D.Fardiaz (ed), Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dalam Negeri dan Ekspor Pangan. Jakarta.
2. Syarief, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.

3. Winarno, F.G., 1995 Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen. PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

VII. KEMASAN PLASTIK

Kemasan plastik saat ini mendominasi industri makanan di Indonesia, menggeser penggunaan kemasan logam dan gelas. Hal ini disebabkan karena kelebihan dari kemasan plastik yaitu ringan, fleksibel, multiguna, kuat, tidak bereaksi, tidak karatan dan bersifat termoplastis (*heat seal*), dapat diberi warna dan harganya yang murah. Kelemahan dari plastik karena adanya zat monomer dan molekul kecil dari plastik yang mungkin bermigrasi ke dalam bahan pangan yang dikemas. Plastik sering dibedakan dengan resin, karena antara plastik dan resin tidak jelas perbedaannya. Secara alami, resin dapat berasal dari tanaman seperti balsam, damar, terpentin. Oleoresin dan lain-lain. Tetapi kini resin sintesis sudah dapat diproduksi misalnya selofan, akrilik seluloid, formika, nilon, fenol formaldehida resin dan sebagainya.

A. SEJARAH PERKEMBANGAN PLASTIK

Penemuan dan pembuatan plastik, pertama kali dilaporkan oleh Dr.Montgomerie pada tahun 1843, yaitu oleh penduduk Malaya dengan cara memanaskan getah karet kemudian dibentuk dengan tangan dan dijadikan sebagai gagang pisau. Pada tahun 1845 J.Peluoze berhasil mensintesa selulosa nitrat. Cetakan bahan plastik yang pertama, dipatenkan oleh J.L.Baldwin pada tanggal 11 Februari 1862 yang disebut dengan *molds for making daguerreotype cases*. Cetakan ini kemudian digunakan secara luas untuk membentuk bahan-bahan plastik yang terdiri dari campuran getah karet dengan berbagai bahan pengisi, humektan dan pemplastik.

Penemuan selulosa nitrat atau seluloid pertama kali dilakukan oleh Dr.John Wesley Hyatt dari New York yaitu untuk menggantikan bola bilyard yang sebelumnya terbuat dari gading. Seluloid digunakan juga untuk mainan anak-anak, pakaian, cat dan vernis, serta film untuk foto.

Tahun 1920 Dr.Leo Hendrik Baekeland (Belgia) menemukan reaksi antara fenol dan formaldehida yang menghasilkan bakelite, dan penemuan ini dianggap sebagai awal industri plastik. Berbagai jenis bahan kemasan plastik baru bermunculan sesudah perang dunia kedua usai.

Penemuan jenis-jenis plastik diantaranya adalah :

- Polystirene (mudah remuk) tahun 1830
- Vinil Chlorida tahun 1835
- Polyvinil chlorida tahun 1872
- Karet sintesis (metil butadiena) tahun 1915
- Neoprene tahun 1931
- Polyethylene tahun 1933
- Butadiena-styrene tahun 1933

- Karet-hidroklorida tahun 1934
- Polystirene yang ditambah dengan karet sehingga lebih kuat pada tahun 1950
- Polypropylene tahun 1954

B. KOMPOSISI PLASTIK

Bahan pembuat plastik pada mulanya adalah minyak dan gas sebagai sumber alami, tetapi di dalam perkembangannya bahan-bahan ini digantikan dengan bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi dan ekstruksi.

Komponen utama plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer yang merupakan bagian atau rantai paling pendek. Misalnya plastik polivinil klorida mempunyai monomer vinil klorida. Di samping bahan dasar berupa monomer plastik, maka terdapat bahan-bahan tambahan non plastik atau bahan aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat plastik. Bahan-bahan aditif dalam pembuatan plastik ini merupakan bahan dengan berat molekul rendah, yaitu berupa pemlastis, antioksidan, antiblok, antistatis, pelumas, penyerap sinar ultraviolet, bahan pengisi dan penguat.

1. Monomer

Beberapa monomer dipolimerisasi membentuk polimer dengan rantai yang sangat panjang. Bila rantai tersebut dikelompokkan secara bersama-sama dalam suatu pola yang acak maka akan terbentuk

suatu

tumpukan yang menyerupai tumpukan jerami dan disebut dengan bentuk amorf, tetapi jika tumpukan tersebut teratur dan hampir sejajar maka bentuknya disebut kristalin dengan sifat yang lebih keras dan tegar. Misalnya polietilen mempunyai massa jenis berkisar antara 0.900-0.980 tergantung derajat kristalinitasnya.

Gambar 7.1. Simulasi bentuk kristalin dan amorf pada pembentukan polimer

Berdasarkan struktur kimianya, maka polimer dari plastik dibedakan atas :

1. Linier, bila monomer membentuk rantai polimer yang lurus, dan akan terbentuk plastik thermoplastik yang mempunyai sifat meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan sifatnya yang dapat balik (*reversible*) yaitu dapat kembali mengeras bila didinginkan.
2. Jaringan tiga dimensi, bila monomer berbentuk tiga dimensi akibat polimerisasi berantai, akan terbentuk plastik termoseting yang bersifat tidak dapat mengikuti perubahan suhu dan *irreversibel*. Bila plastik termoseting yang mengeras dipanaskan maka bahan tidak dapat lunak kembali, tetapi akan membentuk arang dan terurai. Jenis plastik ini sering digunakan sebagai tutup ketel seperti jenis-jenis melamin.

Proses polimerisasi yang menghasilkan polimer berantai lurus mempunyai tingkat polimerisasi yang rendah dan kerangka dasar yang mengikat antar atom karbon dan ikatan antar rantai lebih besar daripada rantai hidrogen. Bahan yang dihasilkan dengan tingkat polimerisasi rendah bersifat kaku dan keras.

2. Kopolimer

Gabungan dari dua jenis monomer yang berbeda disebut dengan kopolimer, dimana bagian yang terbanyak disebut dengan monomer dasar dan bagian yang kecil disebut komonomer. Contoh kopolimer adalah :

a. Etilen-Vinil Asetat (EVA)

EVA mengandung 20% vinil asetat, dan mempunyai sifat yang mirip dengan polietilen densitas rendah, tetapi lebih transparan dan luwes pada suhu rendah. Kekurangan EVA adalah daya permeabilitasnya terhadap uap air dan gas tinggi.

b. Kopolimer Vinil Klorida (VC)

Vinil klorida mempunyai sifat aliran yang baik, dan digunakan untuk bahan film atau untuk melindungi bahan yang memerlukan permeabilitas terhadap uap air dan gas yang rendah. Kopolimer vinil klorida sering mengalami kopolimerisasi dengan vinil asetat, viniliden klorida, polipropilen dan akrilonitril (vinil sianida). Kopolimer vinil klorida dengan polipropilen

sebanyak 10% biasanya digunakan dalam pembuatan botol plastik.

c. *Kopolimer Polistiren*

Kopolimer polistiren terdiri dari monomer stiren, akrilonitril dan butadien dengan jumlah yang bervariasi. Kopolimer stiren dan akrilonitril digunakan untuk peralatan dapur, botol dan sumbat. Kopolimer akrilonitril butadien stiren (ABS) digunakan untuk tube, baki, kotak dan dinding lemari es. Akrilonitril dan butadien dapat meningkatkan daya tahan terhadap pukulan. Resin nitril yang tinggi dapat meningkatkan sifat perlindungan terhadap gas sehingga cocok digunakan untuk wadah minuman berkarbonasi, bir dan air mineral.

3. Bahan Pemlastis (*Plastisizer*)

Bahan pemlastis (*plastisizer*) adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud memperlemah kekakuan dari polimer, meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer. Bahan pemlastis larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer dan bekerja menurunkan suhu transisi gelas, suhu kristalisasi atau suhu pelelehan dari polimer.

Mekanisme kerja plastisizer pada resin adalah memisahkan rantai melalui pemutusan ikatan yaitu ikatan hidrogen dan ikatan van der Waals atau ikatan ion, yang menyebabkan rantai polimer bersatu dan melapisi tenaga di tengahnya melalui pembentukan ikatan polimer-plastisizer.

Kemudian kelompok *polymer-phylic* akan memperbaiki kelarutannya, sedangkan kelompok *polymer-phobic* memperbaiki pengaruhnya.

Beberapa jenis bahan pemlastis yang digunakan dalam pembuatan plastik adalah :

- Dibutil ptalat (DBP)
- Dioktil ptalat (DOP)
- Dietil heptil adipat (DEHA)
- Trikresil ptalat (TCP)
- Poliester
- Heptil patalat
- Dimetil heptil adipat
- Di -N-desil adipat
- Benzil aktil adipat
- Ester asam sitrat
- Oleat
- Sitrat

2. Antioksidan

Antioksidan ditambahkan dalam proses pembuatan plastik untuk mencegah degradasi polimer akibat terjadinya oksidasi, baik pada saat pencetakan wadah maupun pada saat penggunaan wadah, serta mencegah perapuhan selama penyimpanan. Contoh antioksidan dalam pembuatan plastik adalah turunan fenol, sulfida organik dan Irganox 1076.

3. Antiblok

Bahan antiblok adalah bahan yang digunakan untuk membuat permukaan menjadi kasar sehingga tidak lengket satu sama lain. Contoh bahan antiblok pada proses pembuatan plastik adalah silika, asam lemak amida.

4. Antistatik

Plastik adalah isolator listrik yang baik, sehingga dapat menahan muatan listrik yang dihasilkan dari gesekan dengan mesin pengolahan, akibatnya terjadi akumulasi listrik statis, dan ini dapat menimbulkan masalah, misalnya dapat menarik debu, saling tarik menarik antara lembaran plastik, kejutan listrik atau bahkan kebakaran. Bahan antistatis dapat meningkatkan daya konuktifitas listrik.

Bahan antistatik yang ditambahkan misalnya turunan glikol (glikol polietilen) an amonium kuartener.

5. Pelumas

Pelumas berfungsi untuk mengurangi gaya gesekan. Syarat-syarat bahan pelumas untuk pembuatan plastik adalah mempunyai kelarutan yang baik dalam plastik, stabil dan volatilitasnya rendah. Bahan yang biasanya digunakan sebagai pelumas adalah hidrokarbon dengan berat molekul rendah hingga menengah.

6. Bahan Penyerap Cahaya

Bahan penyerap cahaya berfungsi untuk melindungi kemasan dari cahaya matahari atau lampu, terutama jika plastik tersebut akan digunakan untuk mengemas bahan yang peka terhadap cahaya seperti vitamin C. Contoh bahan penyerap cahaya adalah Tinuvin P, Tinuvin 326, organotin (timah organik) dan Di-n-octyl-tin-mercaptide.

7. Bahan Pengisi dan Penguat

Bahan pengisi berfungsi untuk memperkuat kemasan plastik yang dihasilkan dengan cara pengerasan oleh bahan berserat, meningkatkan kekakuan, dan menekan harga jika bahan pengisi

tersebut lebih murah daripada harga resinnya. Contoh bahan pengisi adalah kapas, serbuk kayu, serat gelas dan lain-lain.

C. JENIS DAN SIFAT KEMASAN PLASTIK

Beberapa jenis kemasan plastik yang dikenal adalah polietilen, polipropilen, poliester, nilon dan vinil film. Jenis plastik yang banyak digunakan untuk berbagai tujuan (60% dari penjualan plastik yang ada di dunia) kemasan adalah polistiren, polietilen dan polivinil klorida.

1. Polietilen

Polietilen adalah polimer dari monomer etilen yang dibuat dengan proses polimerisasi adisi dari gas etilen yang diperoleh dari hasil samping industri minyak dan batubara. Proses polimerisasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu polimerisasi dalam bejana bertekanan tinggi (1000-300 atm) menghasilkan molekul makro dengan banyak percabangan yakni campuran dari rantai lurus dan bercabang. Cara kedua, polimerisasi dengan bejana bertekanan rendah (10-40 atm) menghasilkan molekul makro berantai lurus dan tersusun paralel. Reaksi yang terjadi adalah :



Polietilen merupakan film yang lunak, transparan dan fleksibel, mempunyai kekuatan benturan dan kekuatan sobek yang baik. Pemanasan polietilen akan menyebabkan plastik ini menjadi lunak dan cair pada suhu 110°C. Sifat permeabilitasnya yang rendah dan sifat mekaniknya yang baik, maka polietilen dengan ketebalan 0.001 – 0.01 inchi banyak digunakan untuk mengemas bahan pangan. Plastik polietilen termasuk golongan termoplastik sehingga dapat dibentuk menjadi kantong dengan derajat kerapatan yang baik.

Berdasarkan densitasnya, maka plastik polietilen dibedakan atas :

a. Polietilen densitas rendah (LDPE = *Low Density Polyethylene*)

LDPE dihasilkan dengan cara polimerisasi pada tekanan tinggi, mudah dikelim dan harganya murah. Dalam perdagangan dikenal dengan nama alathon, dylan dan fortiflex. Kekakuan dan kuat tarik dari LDPE lebih rendah daripada HDPE (modulus Young 20.000-30000 psi, dan kuat tarik 1200-2000 psi), tapi karena LDPE memiliki derajat elongasi yang tinggi (400-800%) maka plastik ini mempunyai kekuatan terhadap kerusakan dan ketahanan untuk putus yang tinggi. Titik lelehnya berkisar antara 105-115°C. Digunakan untuk film, mangkuk, botol dan wadah/kemasan.

b. Polietilen densitas menengah (MDPE = *Medium Density Polyethylene*)

MDPE lebih kaku dari LDPE dan titik lelehnya lebih tinggi dari LDPE, yaitu antara 115-125°C, mempunyai densitas 0.927-0.940 g/cm³.

c. Polietilen Densitas Tinggi (HDPE = *High Density Polyethylene*)

1

HDPE dihasilkan dengan cara polimerisasi pada tekanan dan suhu yang rendah (10 atm, 50-70°C). HDPE lebih kaku dibanding LDPE dan MDPE, tahan terhadap suhu tinggi sehingga dapat digunakan untuk produk yang akan disterilisasi. Dalam perdagangan dikenal dengan nama alathon, alkahtene, blapol, carag, fi-fax, hostalon.

d. *Linear-low-density polyethylene* (LLDPE) yaitu kopolimer etilen dengan sejumlah kecil butana, heksana atau oktana, sehingga mempunyai cabang pada rantai utama dengan interval (jarak) yang teratur. LLDPE lebih kuat daripada LDPE dan sifat *heat sealing*-nya juga lebih baik.

Gambar 7.2. Struktur beberapa jenis polietilen (Miltz, 1992).

Sifat-sifat polietilen adalah :

- Penampakkannya bervariasi dari transparan, berminyak sampai keruh (translusid)

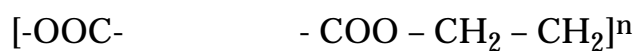
tergantung proses pembuatan dan jenis resin.

- Fleksible sehingga mudah dibentuk dan mempunyai daya rentang yang tinggi.
- *Heat seal* (dapat dikelim dengan panas), sehingga dapat digunakan untuk laminasi dengan bahan lain. Titik leleh 120°C.
- Tahan asam, basa, alkohol, deterjen dan bahan kimia.
- Kedap terhadap air, uap air dan gas.
- Dapat digunakan untuk penyimpanan beku hingga suhu -50°C.
- Transmisi gas tinggi sehingga tidak cocok untuk pengemasan bahan yang beraroma.
- Tidak sesuai untuk bahan pangan berlemak
- Mudah lengket sehingga sulit dalam proses laminasi, tapi dengan bahan antiblok sifat ini dapat diperbaiki.
- Dapat dicetak

Kemasan polietilen banyak digunakan untuk mengemas buah-buahan, sayur-sayuran segar, roti, produk pangan beku dan tekstil.

2. Poliester atau Polietilen Tereftalat (PET)

PET adalah hasil kondensasi polimer etilen glikol dan asam tereftalat, dan dikenal dengan nama dagang mylar. Jenis plastik ini banyak digunakan dalam laminasi terutama untuk meningkatkan daya tahan kemasan terhadap kikisan dan sobekan sehingga banyak digunakan sebagai kantung-kantung makanan. Rumus kimia PET adalah :



Ada 3 (tiga) jenis plastik PE, yaitu :

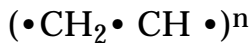
- PET biasa tanpa laminasi
- PET yang mengkerut jika kena panas
- PET yang dilaminasi untuk kemasan vakum.

Sifat-sifat plastik PET adalah :

- tembus pandang (transparan), bersih dan jernih
- tahan terhadap suhu tinggi (300°C)
- permeabilitasnya terhadap uap air dan gas rendah
- tahan terhadap pelarut organik seperti asam-asam organik dari buah-buahan, sehingga dapat digunakan untuk mengemas minuman sari buah.
- tidak tahan terhadap asam kuat, fenol dan benzil alkohol.
- kuat dan tidak mudah sobek
- tidak mudah dikelim dengan pelarut

3. Polipropilen (PP)

Polipropilen adalah polimer dari propilen dan termasuk jenis plastik olefin, dengan rumus bangun sebagai berikut :



Polipropilen mempunyai nama dagang Bexophane, Dynafilm, Luparen, Escon, Olefane dan Profax.. Sifat-sifat dan penggunaannya sangat mirip dengan polietilen, yaitu :

- ringan (densitas 0.9 g/cm³)
- mudah dibentuk
- tembus pandang dan jernih dalam bentuk film, tapi tidak transparan dalam bentuk kemasan kaku
- lebih kuat dari PE. Pada suhu rendah akan rapuh, dalam bentuk murninya mudah pecah pada suhu -30°C sehingga perlu ditambahkan PE atau bahan lain untuk memperbaiki ketahanan terhadap benturan. Tidak dapat digunakan untuk kemasan beku.
- lebih kaku dari PE dan tidak mudah sobek sehingga mudah dalam penanganan dan distribusi
- daya tembus (permeabilitasnya) terhadap uap air rendah, permeabilitas terhadap gas sedang, dan tidak baik untuk bahan pangan yang mudah rusak oleh oksigen.
- tahan terhadap suhu tinggi sampai dengan 150°C, sehingga dapat dipakai untuk mensterilkan bahan pangan.
- mempunyai titik lebur yang tinggi, sehingga sulit untuk dibentuk menjadi kantung dengan sifat kelim panas yang baik.
- polipropilen juga tahan lemak, asam kuat dan basa, sehingga baik untuk kemasan minyak dan sari buah. Pada suhu kamar tidak terpengaruh oleh pelarut kecuali oleh HCl.
- pada suhu tinggi PP akan bereaksi dengan benzen, siklen, toluen, terpentin dan asam nitrat kuat.

Sifat-sifat polipropilen dapat diperbaiki dengan memodifikasi menjadi OPP (*oriented polypropylene*), yaitu pembuatannya dilakukan dengan menarik ke satu arah, atau menjadi BOPP (*Biaxial Oriented Polypropylene*), jika ditarik dari dua arah.

Orientasi satu arah

Orientasi dua arah (Biaxial)

Orientasi =

$$W_1 = W_2$$

Gambar 7.3. Jenis orientasi dalam film plastik

4. Polistiren

Polistiren ditemukan pada tahun 1839 oleh E.Simon, tapi secara komersial baru diproduksi di Jerman tahun 1935 dengan nama dagang Bextrene, Carinex, Dylene, Fostarene, Kardel, Vestyran, Lustrex, Restiolo, Luran dan Lorkalene.

Sifat-sifat umum polistiren adalah :

- kekuatan tariknya tinggi dan tidak mudah sobek
- titik leburnya rendah (88°C), lunak pada suhu 90-95°C
- tahan terhadap asam dan basa kecuali asam pengoksidasi
- terurai dengan alkohol pada konsentrasi tinggi, ester, keton, hidrokarbon aromatik dan klorin
- permeabilitas uap air dan gas sangat tinggi, baik untuk kemasan bahan segar
- permukaan licin, jernih dan mengkilap serta mudah dicetak
- bila kontak dengan pelarut akan keruh
- mudah menyerap pemlastis, jika ditempatkan bersama-sama dengan plastik lain menyebabkan penyimpangan warna
- mempunyai afinitas yang tinggi terhadap debu dan kotoran
- baik untuk bahan dasar laminasi dengan logam (aluminium)

Oriented Polistiren (OPS) banyak digunakan untuk kemasan buah-buahan dan sayuran yang memerlukan permeabilitas uap air dan gas yang tinggi. Bentuk lain adalah kopolimer stiren dengan karet butadien (SB), kopolimer stiren dengan akrilonitril (SAN) dan kopolimer akrilonitril butadien stiren (ABS). Nama dagang ABS : Abson, Cycolac, Royalite dan Sulvac. ABS adalah termoplastik yang bersifat tidak transparan (*translucent*), tidak berwarna putih tapi kekuningan, dan dalam kemasan berperan sebagai *thermoforming*.

5. Polivinil Klorida (PVC)

Reaksi polimerisasi vinil klorida ditemukan pada tahun 1835 oleh Regnault, dan fabrikasinya dimulai tahun 1931. Nama-nama dagang PVC adalah Elvax, Geon, Postalit, Irvinil, Kenron, Marvinol, Opalon, Rucoblend, Vinoflex. Kemasan PVC dapat berupa kemasan kaku atau kemasan bentuk. Beberapa jenis PVC adalah :

a. *Plasticized Vinyl Chlorida*

Bahan pemlastis yang digunakan adalah resin (poliester, epoksi) dan non resin (ptalat dan posfat). Digunakan untuk kemasan daging segar, ikan, buah-buahan dan sayuran.

b. *Vinyl Copolymer*

Vinyl copolymer mirip dengan plastized vinil klorida, hanya resinnya berupa polimer, sehingga

dapat digunakan untuk kemasan *blister pack*, kosmetika dan sari buah.

c. *Oriented Film*

PVC jenis *oriented film* mempunyai sifat yang luwes (lunak) dan tidak mudah berkerut.

Sifat-sifat umum kemasan PVC adalah sebagai berikut :

- tembus pandang, ada juga yang keruh
- permeabilitas terhadap uap air dan gas rendah
- tahan minyak, alkohol dan pelarut petrolium, sehingga dapat digunakan untuk kemasan, mentega, margarin dan minyak goreng
- kekuatan tarik tinggi dan tidak mudah sobek
- dipengaruhi oleh hidrokarbon aromatik, keton, aldehida, ester, eter aromatik, anhidrat dan molekul-molekul yang mengandung belerang, nitrogen dan fosfor. Tidak terpengaruh oleh asam dan basa, kecuali asam pengoksidasi, akan tetapi pemlastis akan terhidrolisa oleh asam dan basa pekat.
- densitas 1.35-1.4 g/cm³

Bahan penstabil yang diizinkan untuk pembuatan kemasan PVC adalah dioktil-tin mercaptoasetat dan maleat.

6. Saran atau Poliviniliden Klorida (PVDC)

PVDC merupakan kopolimer dari vinil klorida dan viniliden klorida $(-\text{CH}_2\text{-CCl}_2)_n$, yang dibuat dengan cara menarik dari dua arah secara simultan, sehingga molekul PVDC berorientasi paralel dengan permukaannya. Selain Saran jenis PVDC yang lain adalah *Cryovac* (nama dagang).

Sifat-sifat umum dari saran adalah :

- transparan dan luwes dengan kejernihan yang bervariasi
- tahan terhadap bahan kimia, asma, basa dan minyak
- *barrier* yang baik untuk sinar ultraviolet, sehingga baik digunakan untuk bahan-bahan yang peka terhadap sinar ultraviolet seperti daging segar dan keju
- permeabilitas uap air dan gas sangat rendah, sehingga baik digunakan untuk produk-produk yang peka terhadap oksigen seperti daging, keju dan produk kering (buah-buahan, candy)
- dapat menahan aroma
- tahan terhadap pemanasan yang kering atau basah (perebusan)
- tidak baik untuk kemasan beku

Beberapa sifat umum PVDC cryovac adalah :

- permeabilitasnya terhadap uap air dan gas rendah
- mudah mengkerut jika kena panas, sesuai untuk kemasan bahan yang bentuknya tidak

beraturan seperti ayam dan ikan

- tahan suhu rendah (-40°C) sehingga baik untuk kemasan beku
- tahan terhadap tekanan tinggi, dapat digunakan untuk kemasan vakum
- mudah dicetak karena permukaannya licin, transparan dan mengkilap
- tidak mudah terbakar
- mudah dikelim panas

7. Selopan

Selopan berasal dari kata *cello* dan *phane* yaitu cellulose dan diaphane (Perancis) dimana cello artinya selulosa dan phane artinya transparan.

Selopan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- transparan dan sangat terang
- tidak bersifat termoplastik, tidak bisa direkat dengan panas
- tidak larut air atau minyak
- mudah retak pada kelembaban dan suhu rendah
- mudah dilaminasi sehingga merupakan pelapis yang baik
- mudah robek sehingga perlu dihindarkan dari resiko tertusuk
- mengkerut pada suhu dingin

Untuk dapat memberikan sifat kedap air dan dapat direkatkan dengan panas, maka kedua permukaan selopan dilapisi dengan nitroselulosa atau poliviniliden klorida (saran) dengan tebal

0.00125 mm.

Berdasarkan jenisnya, maka selopon diberi kode-kode sebagai berikut :

A atau B	= anchored (dilapisi)
C	= colored (berwarna)
D	= Du Pont (sifat kedap air menurun)
L	= sifat kedap air < dari standar (kedap air sedang)
M	= Kedap uap air
O	= dilapisi sebelah
P	= tidak dilapisi
R	= dilapisi dengan vinil
S	= direkat dengan panas (<i>sealable</i>)
T	= tembus pandang
V,X atau K	= dilapisi dengan polimer saran
WO	= white opaque (berwarna puih keruh)

Selopon banyak digunakan untuk kemasan berbagai produk, seperti daging, keju, pickle, tekstil dan sebagainya seperti terlihat pada Tabel 7.1. Pada udara kering kemasan selopon akan mengkerut, oleh karena itu dalam pembungkusan perlu dilonggarkan sekitar 1,5-6,25 mm. Selopon disimpan pada suhu 21-24°C dan RH 35-50%.

Tabel 7.1. Beberapa jenis selopon dan penggunaannya (Syarief et al., 1989)

Jenis	Penggunaan	Produk yang Dikemas	Karakteristik
MST-44	Umum	Umum	Umum
MST-51	Pembungkus	Roti	Luwes
MST-52	Pita bercabik	Produk berminyak	Kaku
MSAT-87	Kantung	Pangan beku	Tahan air
MT-33	Pembungkus	Permen	Luwes
MT-31	Pembungkus	Rokok	Merekat dengan solven
T-79	Kantung	Masakan	Barrier
OF-16	Pembungkus	Daging Segar	Tidak berkabut
V-4	Pembungkus	Produk berlemak	Tahan lemak

8. Selulosa Asetat (CA)

CA adalah bahan kristal termoplastik yang keras dan mudah diproses, memiliki sifat sangat jernih dan kaku. Meskipun terbuat dari selulosa, tapi sifatnya sangat berbeda dengan selopon, karena CA merupakan thermoplastik. Cara pembuatan CA adalah menambahkan selulosa dengan asam asetat dan asetat anhidrid melalui katalisa dan pelarut sehingga diperoleh selulosa triasetat yang jernih. Kemudian dihidrolisa dengan air dan bahan penghidrolisa, dikeringkan dan dihasilkan

serpihan selulosa asetat. Persentase dari kombinasi asam asetat dan panjang rantai molekul menentukan sifat fisik dari CA.

Beberapa sifat CA adalah :

- Tidak mudah mengkerut bila dekat dengan api
- Sangat jernih, mengkilap, agak kaku dan mudah sobek
- CA lebih tahan terhadap benturan dibandingkan HDPE. Tapi lebih lemah daripada selulosa propionat
- Tahan abrasi
- Peka terhadap cahaya matahari, oksigen dan uap air, sehingga perlu dicegah dengan penambahan bahan penstabil asam tartarat 0.01%.
- Tahan panas dan rapuh pada suhu rendah, tidak cocok untuk makanan beku
- Tahan minyak
- Terurai oleh asam kuat, basa, alkohol, ester dan HCl
- Mengembang pada RH tinggi
- *Barrier* yang buruk terhadap uap air dan gas

Plastik CA sesuai untuk kemasan kembang gula karena penampakannya yang jernih. Untuk menambah kekuatan CA maka ditambahkan dietil phtalat. Dalam perdagangan, CA dikenal dengan nama Bexoid, Lumarith, Plastacele, Sicaloid, Tenite I dan Vuepak.

9. Selulosa Propionat (CP)

CP dibuat dengan cara mereaksikan selulosa dengan asam propionat dan anhidrat, atau pencampuran antara asetat, asam propionat dan anhidrat dengan katalisator asam sulfat sehingga menghasilkan produk dengan sifat yang diinginkan. Sifat-sifat CP adalah :

- daya tahan terhadap benturan lebih besar daripada CA
- transparan dan mudah dibentuk
- mengembang pada RH tinggi
- terurai oleh asam kuat, basa, alkohol, keton dan ester

10. Etil Selulosa

Etil selulosa bersifat stabil pada suhu tinggi dan sering digunakan untuk laminasi *hot-dip*, lapisan (*lacquer*) panas dan pembungkus yang mudah dikelupas. Etil selulosa merupakan termoplastik dan mengandung beberapa pemlastis. Sifat-sifat utama etil selulosa adalah :

- tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa
- tidak dapat menahan uap air dan gas
- larut pada sebagian besar pelarut kecuali pada hidrokarbon alifatik, glikol dan air
- tidak tahan terhadap pelarut organik

- tahan minyak, sehingga cocok untuk kemasan bahan pangan berlemak seperti margarine, mentega dan minyak
- tahan terhadap asam dan basa lemah, tapi terurai oleh asam kuat
- mempunyai kekerasan dan kekuatan yang baik, daya rentang menurun dan ekstensibilitas meningkat dengan meningkatnya suhu. Kelenturan meningkat dengan menurunnya suhu, tidak terjadi degradasi hingga suhu 200°C
- tidak banyak terpengaruh oleh cahaya matahari

11. Metil Selulosa

Metil selulosa dengan nama dagang Methocel banyak digunakan untuk kemasan dari produk yang akan dicampur bersama kemasannya. Sifat-sifat metil selulosa adalah :

- larut dalam air jika kontak langsung, makin tinggi suhu maka semakin banyak metil selulosa yang larut
- tahan terhadap udara lembab dan tidak menjadi rapuh
- tahan terhadap minyak nabati dan hewani, sehingga banyak digunakan untuk kapsul

12. Nilon atau Poliamida (PA)

Poliamida diperoleh dengan cara kondensasi polimer (polikondensasi) dari asam amino atau diamina dengan asam dua karboksilat (di-acid). Asam amino dan asam karboksilat mempunyai banyak jenis, sehingga nilon yang dihasilkan juga berbagai macam, misalnya :

- Nilon 6 yang tahan terhadap abrasi
- Nilon 11 dan nilon 12, tahan terhadap oksigen, air dan dapat direkat pada suhu rendah

Dahulu digunakan untuk industri tekstil, tapi saat ini sudah digunakan sebagai film kemasan, dengan nama dagang Nypel, Ultramid, X-tal, Zytel, Capran dan Rilsan.

Poliamida tergolong termoplastik non etilen dengan sifat-sifat sebagai berikut :

- bersifat inert, tahan panas dan mempunyai sifa-sifat mekanis yang istimewa (*elongation, tensile strength, tear strength, folding endurance*)
- tahan terhadap asam encer dan basa, tidak tahan asam kuat dan pengoksidasi
- tidak berasa, tidak berbau dan tidak beracun
- larut dalam asam formal dan penol
- cukup kedap gas, tetapi tidak kedap air
- dapat mengkerut karena perubahan kelembaban, atau dapat mengembang dan menyerap air hingga 8%
- tahan terhadap suhu tinggi, dan baik digunakan untuk kemasan bahan yang dimasak di dalam kemasannya, seperti nasi instan, serta untuk produk-produk yang disterilisasi, dan untuk kemas hampa

Nilon dilapiskan secara kombinasi dengan bahan lain sehingga diperoleh sifat kemasan yang inert dan permeabilitasnya rendah. Nilon dapat digunakan untuk semua jenis makanan kecuali susu dan produk-produk susu. Nilon juga banyak digunakan sebagai jala dan pembungkus amunisi.

13. Polikarbonat (PC)

PC dengan nama dagang Lexan dan Merlon termasuk termoplastis non etilen dengan sifat-sifat antara logam ringan, gelas dan bahan plastik, dan biasanya digunakan untuk kemasan jus buah-buahan, bir, wadah pembagi yang otomatis dan untuk botol susu bayi. Sifat-sifat PC adalah :

- tidak berbau dan tidak berwarna (transparan)
- kuat dan tahan panas, sehingga cocok untuk bahan pangan yang disterilisasi
- tahan terhadap asam lemah, zat pereduksi atau pengoksidasi, garam, lemak serta hidrokarbon alifatik.
- terurai oleh alkali, amin, keton, ester hidrokarbon aromatik, dan beberapa jenis alkohol
- larut dalam metilen klorida, etilen diklorida dan dioktana dari kresol

14. Pliofilm (Karet Hidroklorida)

Pliofilm dibuat dari lembaran karet yang dilarutkan dan diklorinasi, mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- berkilau dan transparan, tapi lama kelamaan dapat menjadi coklat dan berbau yang berasal dari antioksidan yang digunakan
- bila diregangkan, warnanya berubah menjadi putih
- tahan asam, alkali dan lemak, sesuai untuk produk daging , tetapi beberapa jenis minyak dapat menyerang pemplastisannya sehingga film menjadi rapuh
- tidak dapat menahan gas sehingga tidak cocok untuk kemasan *boil in bag*.
- Transmisi gas CO₂ tidak cukup tinggi untuk sayuran segar

15. Poliuretan

Bahan kemasan poliuretan terdapat dalam dua bentuk, yaitu bentuk padat (film) dan busa. Poliuretan diperoleh dari reaksi diisosianat aromatik seperti tolylene diisosianat $[(CH_3)C_6H_3(NCO)_2]$ dan diol (HOROH). Sifat-sifat utama poliuretan adalah :

- tidak berbau
- tahan oksidasi, tahan minyak dan kapang
- dipengaruhi oleh asam dan basa kuat, halogen, hidrokarbon aromatik, pelarut-pelarut klorin, ester, keton dan alkohol
- dalam bentuk busa, mudah melekat pada permukaan yang bebas minyak atau lilin.

Nama-nama dagang poliuretan adalah arohane, chem-o-thane, chempol, expandotoam, isotoam, lux-foam, nopof foam, safoam, sanfoam, thermohane, unifoam dan uralane.

16. Plastik Urea

Plastik urea tergolong dalam termoset, dan merupakan bahan yang translusid dan keras. Banyak digunakan sebagai sumbat atau penutup wadah dan kemasan kosmetika. Dalam perdagangan dikenal dengan nama Arodure, Beetle, Kaurit, Resfurin, Scrab, Siritle, Sylplas dan Synvarol.

Urea merupakan istilah untuk Urea-formaldehida yaitu dua jenis bahan utama pembuatan plastik urea. Plastik ini tersedia dalam berbagai warna seperti merah jambu, kuning dan oranye. Sifat-sifat umum plastik urea adalah :

- umumnya keras, kaku
- tidak berbau dan tidak berasa dan berwarna keruh atau translusid
- tidak dipengaruhi oleh pelarut-pelarut organik tapi dapat dipengaruhi oleh basa dan asam kuat
- tahan minyak
- stabil pada suhu tinggi

17. Akrilik

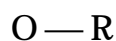
Akrilik adalah nama kristal termoplastik yang jernih dengan nama dagang Lucie, Barex dan Plexiglas. Beberapa sifat akrilik adalah :

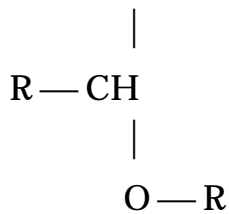
- kaku dan transparan
- penahan yang baik terhadap oksigen dan cahaya
- titik leburnya rendah (65.5°C)
- pada suhu rendah cenderung cair, mudah rusak tergantung formula yang menyusunnya
- tahan terhadap petroleum, tapi terurai oleh alkohol rendah, HCl, asam pengoksidasi, keton, ester dan pelarut aromatik
- tidak dapat ditumbuhi kapang
- peka terhadap asam kuat dan basa

Akrilik banyak digunakan sebagai bahan pelapis untuk bahan keras lain, dan dahulu digunakan untuk gigi palsu dan kacamata. Kemasan pangan yang menggunakan akrilik adalah botol-botol minuman.

18. Asetal

Asetal adalah dieter dari alkalidena glikol, dan mengandung dua atom eter oksigen yang terikat pada atom karbon yang sama.





Asetal biasanya digunakan untuk kemasan aerosol, karena kemampuannya menahan tekanan, dengan nama dagang Ceclon dan Delrin. Sifat-sifat asetal antara lain :

- tidak berwarna dalam keadaan netral, tapi bila didinginkan dapat berwarna
- kaku kuat
- tahan terhadap oksigen dan cahaya
- tahan benturan
- tahan asam dan basa lemah, serta pelarut organik
- terurai oleh asam dan basa kuat serta pengoksidasi

19. Plastik Penol (Bakelite)

Bakelit adalah nama dagang dari penol-formaldehida yang ditemukan oleh Dr. Leo Hendrik Baekeland pada tahun 1907. Nama dagang lainnya adalah Durez, Fiberite, Mesa dan Plenco. Sifat-sifat penol tergantung dari bahan pengisinya, misalnya tepung kayu akan mempertinggi daya tahan terhadap benturan dan mengurangi kemungkinan plastik mengkerut, bahan pengisi dari asbes dan lempung akan memperbaiki daya tahan terhadap bahan kimia.

Sifat-sifat umum plastik penolik adalah :

- tahan terhadap asam lemah dan basa
- terurai oleh asam pengoksidasi dan basa kuat
- keras, kuat dan tahan panas
- berwarna, umumnya warna gelap (hitam, coklat)

20. Politetra Fluoroetilen (PTFE)

PTFE termasuk dalam golongan poliolefin yang banyak digunakan sebagai pelapis pada penggorengan dan alat-alat dapur lainnya, dengan nama dagang Algoflon, Erttafluor, Fluon, Gaflon, Halon, Hosaflon, Polyflon, Soreflon dan Teflon. Sifat-sifat PTFE adalah :

- licin dan berlilin
- umumnya berwarna abu-abu
- mempunyai koefisien gesek yang sangat rendah (0.05)
- panas jenisnya 0.25 kal.g.°C dan konstanta dielektrik 2.1
- mempunyai toleransi terhadap kisaran suhu yang luas

21. Film Plastik lain

Banyak jenis film plastik lain yang digunakan baik untuk bahan pangan maupun produk-produk non pangan, misalnya :

- Edible film dari amilosa pati jagung untuk kemasan permen dan sosis yang dapat dimakan
- Selulosa aseat butirrat, yang mempunyai sifat seperti selulosa asetat dan selulosa propionat, tapi lebih kuat , dan sering menimbulkan bau yang tidak enak, sehingga penggunaannya sebagai bahan kemasan terbatas.
- Selulosa nitrat
- Selulosa Triasetat
- Klorotrifloroetilen
- Etilen buten
- Fluorokarbon (teflon)
- Fluorohalokarbon (nama dagangnya Aclar)
- Silikon
- Polisulfon
- Polivinil alkohol, yang merupakan salah satu contoh film yang larut air, biasanya digunakan untuk produk yang akan dilarutkan dalam air
- Polietilen Oksida, mirip dengan polivinil alkohol, digunakan untuk kemasan tepung yang akan dilarutkan dalam air tanpa membuka dulu kemasannya.
- Ionomer, yang dapat digunakan untuk kemasan vakum pada bahan pangan

D. BENTUK-BENTUK DAN CARA PEMBUATAN PLASTIK

1. Pengemas Plastik Kaku

Contoh kemasan plastik kaku yang ada di pasaran adalah botol, jerigen, drum, komplang, gelas, ember dan wadah lainnya. Wadah kaku ini dibuat dengan pencetakan injeksi atau dengan hembusan.

a. Pencetakan secara injeksi

Prinsip pencetakan secara injeksi terdiri tahap pelunakan bahan plastik dalam silinder panas, dan kemudian diinjeksikan ke dalam cetakan yang lebih dingin, sehingga plastik mengeras. Eadah yang telah dicetak dikeluarkan dari cetakan oleh sebuah alat, kompresi udara atau alat lainnya. Teknik ini mahal dan kurang ekonomis.

b. Pencetakan Secara Hembusan

Teknik dasar dari pencetakan secara hembusan adalah seperti pada pembuatan gelas. Udara didorong di bawah tekanan ke plastik cair yang tertutup yang dikelilingi oleh cetakan yang dingin dengan bentuk yang diinginkan. Adanya tekanan udara menyebabkan plastik cair mengembang. Plastik akan dingin dengan mendinginnya cetakan, dan kemudian cetakan dibuka, sedangkan botolnya dikeluarkan. Proses hembusan ini dibedakan atas hembus injeksi dan hembus ekstruksi.

- Hembus Injeksi

Urutan proses hembusan injeksi adalah :

- bahan plastik yang akan dibentuk diinjeksikan pada cetakan parison
- dalam keadaan masih cair kemudian dipindahkan ke cetakan berikutnya
- setelah itu cetakan dibuka dan botol dikeluarkan

- Hembus Eksruksi

Pada proses hembus ekstruksi, maka bahan plastik diekstrusi terlebih dahulu, kemudian dihembus oleh udara yang bertekanan pada cetakan, didinginkan dan tahap akhir cetakan dibuka.

- Cetak hembus biaksial (*Stretch Blow Moulding*)

Cara ini menghasilkan botol-botol dengan arah atau orientasi yang baik pada arah membujur dan melintang, sehingga sifatnya lebih baik dari hembus injeksi, yaitu tahan terhadap benturan, dan *barrier* yang baik terhadap gas dan uap air.

- Botol Ko-ekstrusi

Cara ini merupakan pengembangan dari cetak hembus ekstrusi yang berasal dari bidang ekstrusi film. Ko ekstrusi adalah suatu proses dimana dua atau lebih ekstruder digabungkan dengan satu cetakan (*die*) untuk menghasilkan film multilapis. Proses ini memungkinkan untuk menghasilkan bahan dengan lapisan yang terdiri dari bahan yang mahal dan diapit oleh dua lapisan bahan yang murah.

- Cetakan Botol Multiproses

Cara ini disebut multiproses karena menggunakan peralatan cetak yang sekaligus membentuk botol, kemudian mengisi dan menutupnya. Proses ini dilakukan dalam satu jalur, sehingga proses pengisian pangan dapat berlangsung secara aseptis. Teknik ini terutama digunakan untuk wadah susu.

- Cetak Hembus Kemasan Mulut Lebar

Cara ini digunakan untuk menghasilkan wadah plastik bermulut lebar seperti kendi, jerigen, botol besar dan wadah lain yang mempunyai diameter leher lebih sempit dibandingkan diameter wadahnya.

c. *Thermofing*

Proses thermofing adalah membentuk wadah dengan cetakan pada saat plastik panas dan dalam keadaan lunak. Proses pemanasan dilakukan dengan menggunakan radiasi infra merah, dan bahan plastik yang digunakan adalah polietilen, polipropilen dan polistiren. Dalam proses ini ada 3 macam teknik pencetakan, yaitu :

1. Teknik vakum : terdiri dari proses mengapit lembar plastik yang dipasang pada sebuah rangka yang diletakkan pada kotak pencetak. Kondisi hampa udara akan menarik lembar plastik pada cetakan.
2. Teknik tekanan : mirip dengan teknik vakum, tapi pembentukan wadah menggunakan tekanan dari bagian atas plastik.
3. Teknik cetak berpasangan : lembaran plastik yang panas dipress di antara dua lempeng, yang terdiri dari lempeng cetakan jantan dan cetakan betina.

Wadah yang dihasilkan dari proses thermoforming di antaranya adalah kemasan yoghurt, mentega, coklat dan biskuit.

d. *Cetakan Fase Padat*

Berbeda dengan teknik pencetakan yang telah diterangkan sebelumnya yang memerlukan energi panas dua kali yaitu saat pencetakan lembaran plastik dan saat membentuk wadah, maka proses cetakan fase padat hanya sekali memerlukan energi panas. Cara ini banyak digunakan untuk pencetakan plastik secara komersial.

e. *Cetak Kompresi*

Teknik ini merupakan metode tertua dalam pencetakan plastik, dan saat ini masih digunakan untuk mencetak plastik termoset. Hasil cetak kompresi dapat berupa tutup botol, jerigen dan lain-lain. Caranya adalah sebagai berikut :

- resin dalam bentuk serbuk yang telah ditimbang diletakkan di dalam rongga cetakan terbuka yang telah dipanaskan
- kemudian cetakan ditutup dan ditekan dengan pres hidraulik
- serbuk resin akan meleleh dan mengisi cetakan
- setelah wadah atau tutup plastik dicetak kemudian dikeluarkan

2. Kemas Bentuk (Flexible Packaging) dan Laminasi

Salah satu contoh pembuatan kemasan laminasi dalam bentuk kantung plastik dikemukakan oleh Darmadi (1987) di dalam Syarief *et al.*, (1989) yang terdiri dari 3 tahap proses yaitu :

Tahap I : proses printing, dilakukan dengan cara rotogravure pada permukaan lembaran OPP/kertas/PET/OPA/selo

Tahap II : Menambahkan lapisan-lapisan lain yang disebut dengan laminasi dengan cara laminasi ekstrusi atau laminasi adhesif. Laminasi ekstrusi menghasilkan kemasan yang tidak kuat dan kadang-kadang menimbulkan bau plastik, api murah. Sedangkan laminasi adhesif kekuatannya lebih baik dan tidak menimbulkan bau tetapi biayanya lebih mahal.

Tahap III : yaitu tahap akhir, dilakukan pemotongan (*slitting*) sesuai dengan ukuran-ukuran yang diinginkan dan bila perlu dapat dilanjutkan ke proses pembentukan kantung.

E. PEMILIHAN KEMASAN PLASTIK UNTUK BAHAN PANGAN

Sekarang telah terjadi perubahan permintaan konsumen dan pasar akan produk pangan, dimana konsumen menuntut produk pangan yang :

- bermutu tinggi
- dapat disiapkan di rumah
- segar
- lebih dapat dipercaya
- level *reject* (yang terbuang) dapat dibandingkan dengan pengalengan
- lebih konsisten
- mutu seragam
- biaya murah

Hal ini menyebabkan kemasan plastik merupakan pilihan yang paling tepat, karena dapat memenuhi semua tuntutan konsumen seperti di atas.

Jenis-jenis film plastik yang ada di pasaran sangat beragam, sehingga perlu pengetahuan yang baik untuk dapat menentukan jenis kemasan plastik yang tepat untuk pengemasan produk pangan. Kesalahan dalam memilih jenis kemasan yang tepat, dapat menyebabkan rusaknya bahan pangan yang dikemas.

Pertimbangan-pertimbangan yang perlu diperhatikan sebelum memilih satu jenis kemasan adalah :

- kemasan tersebut harus dapat melindungi produk dari kerusakan fisik dan mekanis
- mempunyai daya lindung yang baik terhadap gas dan uap air
- harus dapat melindungi dari sinar ultra violet

- tahan terhadap bahan kimia

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan ini maka kita dapat menentukan jenis film kemasan yang sesuai dengan produk yang akan dikemas.

1. Produk Susu

Kemasan plastik yang sesuai untuk produk-produk susu adalah LDPE dan HDPE. Kemasan yang baik untuk keju harus yang bersifat sekat lintasan uap air dan gas yang baik, misalnya nilon/ Polietilen, Selulosa?polietilen dan PET/PE,

2. Daging dan Ikan

- Daging segar dikemas dengan PVC yang permeabilitasnya terhadap uap air dan gas tinggi
- Daging beku dikemas dengan LDPE dan LDPE nilon.
- Unggas dikemas dengan kantung laminasi dari etilen vinil asetat/polietilen (EVA/PE)
- Daging masak dan bacon dengan PE/PVDC/PA/PT/PETT atau kemasan vakum
- Ikan dan ikan beku dikemas dengan HDPE atau LDPE

3. Produk Roti

- Roti yang mengandung humektan dikemas dengan kemasan kedap air
- Roti yang bertekstur renyah dengan kemasan kedap udara
- *Cake* (bolu) agar tidak kering dan bau apek dikemas dengan selulosa berlapis atau OPP

4. Makanan Kering dan Sereal

- Untuk makanan kering dan sereal dikemas dengan kemasan kedap uap air dan gas seperti LDPE berlapis kertas atau LDPE/aluminium foil.

5. Makanan Yang Diolah

- Untuk makanan yang stabil seperti selai dan acar kemasan yang digunakan adalah plastik fleksibel dan jika akan diolah lagi digunakan gelas atau kaleng.
- Konstruksi lapisan yang dibutuhkan untuk retort pouch adalah bahan-bahan seperti poliester atau poliamida/aluminium foil/HDPE atau PE-PP kopolimer.
- Kemasan sekunder yang digunakan untuk distribusi adalah karton

6. Buah dan Sayur Segar

- Kemasan yang dipilih adalah kemasan yang mempunyai permeabilitas yang tinggi terhadap CO₂ agar dapat mengeluarkan CO₂ dari produk sebagai hasil dari proses pernafasan.

- Jenis kemasan yang sesuai adalah polistiren busa seperti LDPE, EVA, ionomer atau plastik PVC.

7. Kopi

- Dikemas dengan kemasan hampa seperti foil atau poliester yang sudah dimetalisasi dan PE
- Untuk kemasan kopi instan digunakan PVC yang dilapisi dengan PVDC, tapi harganya masih terlalu mahal

8. Lemak dan Minyak

- Digunakan kemasan PVC yang bersih dan mengkilap
- Pengemasan menega dan margarin dilakukan dengan polistiren

9. Selai dan Manisan

- Dahulu digunakan polistiren dengan pencetakan injeksi.
- Saat ini digunakan PVC berbentuk lembaran

10. Minuman

- Untuk minuman berkarbonasi maka dipilih kemasan yang kuat, tahan umbukan dan benturan, tidak tembus cahaya dan permeabilitasnya terhadap gas rendah, sehingga jenis kemasan yang sesuai adalah poliakrilonitril.
- Untuk minuman yang tidak berkarbonasi maka dipilih kemasan berbentuk botol yang mengalami proses ekstrusi yaitu Lamicon yang berasal dari PE dan lamipet (bahan yang mengandung 95% polivinil asetat saponifiliasi).

11. BahanPangan lain

- Garam dikemas dengan HDPE karena sifat perindungannya terhadap kelembaban yang tinggi.
- Bumbu masak dikemas dengan LDPE yang luwes
- Makanan beku dengan LDPE dan EVA.

F. FILM PLASTIK FLEKSIBEL

Menurut SII 2282-88, kemasan fleksibel adalah bentuk kemasan yang bersifat fleksibel terdiri dari foil, film plastik, selopan, film plastik berlapis logam dan kertas, dibuat satu lapis atau lebih dengan atau tanpa termoplastik atau bahan perekat lain sebagai pengikat atau pelapis. Konstruksi kemasan berbentuk lembaran, kantung, sachet atau kotak.

1. Bentuk Kemasan Film Fleksibel

Bentuk kemasan fleksibel yang banyak digunakan dalam industri makanan :

- Kantong sachet, bentuk bermacam-macam disiapkan setengah jadi, diisi dan disegel. Digunakan oleh industri kecil/menengah.
- Dalam bentuk gulungan/roll, bahan dasar dibentuk menjadi kantung dengan mesin lalu diisi dengan produk skaligus ditutup (*form-fill and seal*)
- Dalam bentuk label/Shrink Label, yang digunakan untuk label pada kemasan kaleng

2. Bahan Dasar Kemasan Fleksibel

- Kemasan fleksibel dalam bentuk film terdiri dari :
 - Celofan : *plain, NC Coated, Saran Coated dan PE coated*
 - Polietilen : LD, MD, LLD dan HD
 - Polipropilen : Cast PP, Oriented PP dan Plain PP
 - Poliester
 - Poliamida
 - PVC
 - Polistiren
- Kemasan fleksibel dalam bentuk resin terdiri dari :
 - PP, PE, etilen vinil asetat
 - Etilen Etil Akrilat, Ionomer
- Poliselonium, terdiri dari :
 - selop, yang berfungsi sebagai tempat cetakan dan pelindung
 - aluminium foil sebagai pelindung utama
 - polietilen, sebagai pengikat antara aluminium foil dan selop, sebagai pelapis yang dapat dikelim dengan panas dan sebagai pelindung

DAFTAR BACAAN

1. Fellows, P.J. 2000. Food Processing Technology. Principles and Practice. 2nd Ed. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England.
2. Miltz, J., 1992. Food Packaging. In : Handbook of Food Engineering, D.R.Heldman and D. B.Lund (Ed). Marcel Dekker, Inc. New York.
3. Syarif, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.

VIII. KEMASAN EDIBLE

Dalam 20 tahun terakhir, bahan kemasan yang berasal dari polimer petrokimia atau yang lebih dikenal dengan plastik, merupakan bahan kemasan yang paling banyak digunakan. Hal ini disebabkan karena berbagai keunggulan plastik seperti fleksibel, mudah dibentuk, transparan, tidak mudah pecah dan harganya yang relatif murah. Namun ternyata, polimer plastik juga mempunyai berbagai kelemahan, yaitu sifatnya yang tidak tahan panas, mudah robek dan yang paling penting adalah dapat menyebabkan kontaminasi melalui transmisi monomernya ke bahan yang dikemas. Kelemahan lain dari plastik adalah sifatnya yang tidak dapat dihancurkan secara alami (*non-biodegradable*), sehingga menyebabkan beban bagi lingkungan khususnya pada negara-negara yang tidak melakukan daur ulang (*recycling*). Sampah plastik bekas pakai tidak akan hancur meskipun telah ditimbun berpuluh-puluh tahun, akibatnya penumpukan sampah plastik dapat menyebabkan pencemaran dan kerusakan bagi lingkungan hidup.

Seiring dengan kesadaran manusia akan masalah ini, maka dikembangkanlah jenis kemasan dari bahan organik, dan berasal dari bahan-bahan terbarukan (*renewable*) dan ekonomis. Salah satu jenis kemasan yang bersifat ramah lingkungan adalah kemasan edible (*edible packaging*). Keuntungan dari *edible packaging* adalah dapat melindungi produk pangan, penampakan asli produk dapat dipertahankan dan dapat langsung dimakan serta aman bagi lingkungan (Kinzel, 1992).

A. PENGERTIAN

Edible packaging dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu yang berfungsi sebagai pelapis (*edible coating*) dan yang berbentuk lembaran (*edible film*). *Edible coating* banyak digunakan untuk pelapis produk daging beku, makanan semi basah (*intermediate moisture foods*), produk konfeksionari, ayam beku, produk hasil laut, sosis, buah-buahan dan obata-obatan terutama untuk pelapis kapsul (Krochta *et al.*, 1994).

Edible film adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen makanan yang berfungsi sebagai penghambat transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lemak dan zat terlarut) dan atau sebagai *carrier* bahan makanan atau aditif dan atau untuk meningkatkan penanganan makanan (Krochta, 1992).

Edible film harus mempunyai sifat-sifat yang sama dengan film kemasan seperti plastik, yaitu harus memiliki sifat menahan air sehingga dapat mencegah kehilangan kelembaban produk, memiliki permeabilitas selektif terhadap gas tertentu, mengendalikan perpindahan padatan terlarut

untuk mempertahankan warna, pigmen alami dan gizi, serta menjadi pembawa bahan aditif seperti pewarna, pengawet dan penambah aroma yang memperbaiki mutu bahan pangan.

Penggunaan edible film untuk pengemasan produk-produk pangan seperti sosis, buah-buahan dan sayuran segar dapat memperlama penurunan mutu, karena edible film dapat berfungsi sebagai penahan difusi gas oksigen, karbondioksida dan uap air serta komponen flavor, sehingga mampu menciptakan kondisi atmosfer internal yang sesuai dengan kebutuhan produk yang dikemas. Keuntungan penggunaan edible film untuk kemasan bahan pangan adalah untuk memperpanjang umur simpan produk serta tidak mencemari lingkungan karena edible film ini dapat dimakan bersama produk yang dikemasnya.

Selain edible film istilah lain untuk kemasan yang berasal dari bahan hasil pertanian adalah biopolimer, yaitu polimer dari hasil pertanian yang digunakan sebagai bahan baku film kemasan tanpa dicampur dengan polimer sintesis (plastik). Bahan polimer diperoleh secara murni dari hasil pertanian dalam bentuk tepung, pati atau isolat. Komponen polimer hasil pertanian adalah polipeptida (protein), polisakarida (karbohidrat) dan lipida. Ketiganya mempunyai sifat termoplastik, sehingga mempunyai potensi untuk dibentuk atau dicetak sebagai film kemasan. Keunggulan polimer hasil pertanian adalah bahannya yang berasal dari sumber yang terbarukan (*renewable*) dan dapat dihancurkan secara alami (*biodegradable*).

B. BAHAN-BAHAN PEMBUATAN EDIBLE FILM

Komponen penyusun edible film mempengaruhi secara langsung bentuk morfologi maupun karakteristik pengemas yang dihasilkan. Komponen utama penyusun edible film dikelompokkan menjadi tiga, yaitu hidrokoloid, lipida dan komposit. Bahan-bahan tambahan yang sering dijumpai dalam pembuatan edible film adalah antimikroba, antioksidan, flavor dan pewarna.

Komponen yang cukup besar dalam pembuatan edible film adalah *plastisizer*, yang berfungsi untuk :

- meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas film
- menghindari film dari keretakan
- meningkatkan permeabilitas terhadap gas, uap air dan zat terlarut
- meningkatkan elastisitas film

1. Hidrokolid

Hidrokolid yang digunakan dalam pembuatan edible film berupa protein atau polisakarida. Bahan dasar protein dapat berasal dari jagung, kedele, *wheat gluten*, kasein, kolagen, gelatin, *corn zein*, protein susu dan protein ikan.

Polisakarida yang digunakan dalam pembuatan edible film adalah selulosa dan turunannya, pati dan turunannya, pektin, ekstrak ganggang laut (alginat, karagenan, agar), gum (gum arab dan

gun karaya), xanthan, kitosan dan lain-lain. Beberapa polimer polisakarida yang banyak diteliti akhir-akhir ini adalah pati gandum (*wheat*), jagung (*corn starch*) dan kentang.

2. Lemak

Lemak yang umum digunakan dalam pembuatan edible film adalah lilin alami (*beeswax*, *carnauba wax*, *paraffin wax*), asil gliserol, asam lemak (asam oleat dan asam laurat) serta emulsifier.

3. Komposit

Komposit adalah bahan yang didasarkan pada campuran hidrokoloid dan lipida.

4. Plastisizer

Plastisizer adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari polimer (Ward and Hadley, 1993), sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer (Ferry, 1980).

Mekanisme proses plastisisasi polimer sebagai akibat penambahan *plastisizer* berdasarkan Sears and Darby, 1982 di dalam : Di Gioia and Guilbert, 1999) melalui urutan sebagai berikut :

1. pembasahan dan adsorpsi
2. pemecahan dan atau penetrasi pada permukaan
3. absorpsi, difusi
4. pemutusan pada bagian amorf
5. pemotongan struktur

Beberapa jenis plastisizer yang dapat digunakan dalam pembuatan edible film adalah gliserol, lilin lebah, polivinil alkohol dan sorbitol. Jenis-jenis plastisizer yang penting lainnya dan dapat digunakan dalam *edible film* adalah :

a. Asam Laurat ($CH_3(CH_2)_{10}COOH$)

Asam laurat merupakan asam lemak jenuh yang mempunyai jumlah atom C 12 dengan berat molekul 200. Berwarna putih, berbentuk tepung kristal, sedikit berbau khas lemak dan sangat tidak larut dalam air. Titik didihnya $44.2^\circ C$, dan berasal dari minyak sawit, minyak kelapa atau susu.

b. Asam Oktanoat ($CH_3(CH_2)_6COOH$)

Asam oktanoat berbentuk cairan berminyak, sedikit memberi rasa tengik, sedikit larut dalam

air, larut dalam alkohol, kloroform, eter, karbon disulfid, petroleum eter dan asam asetat glasial serta digunakan pada industri pewarna, atau sebagai bahan intermediate pada pembuatan ester yang digunakan dalam industri parfum.

c. Asam Laktat

Asam laktat dengan BM 90, secara teknis dibuat melalui fermentasi asam laktat dengan bahan dasar karbohidrat seperti glukosa, sukrosa dan laktosa dengan bantuan *Bacillus acidilacti* aau *Lactobacillus delbrueckii*, *L.bulgaricus* dan lain-lain. Secara komersial asam laktat diproduksi melalui fermentasi *whey*, pati jagung, kentang dan molase.

Asam laktat larut dalam air, alkohol, furfural, sedikit larut dalam eter dan tidak larut dalam kloroform, petroleum eter dan karbon disulfid serta digunakan sebagai pelarut pada pewarna yang tidak larut air, industri keju, *confectionary*, *beverages*, produk pangan, obat-obatan dan lain-lain.

d. Trietilen Glikol ($(CH_2CH_2OCH_2OH)_2$)

TEG mempunyai berat molekul 50, dan dibuat dari etilen oksid dan etilen glikol dengan penambahan asam sulfurat. Secara industri dibuat melalui pembentukan ester-ester dari $HOCH_2COOH$ dengan glikol, kemudian dilakukan hidrogenasi. TEG tidak berwarna, tidak berbau, dan higroskopis, dapat bercampur dengan air, alkohol, benzene, toluena, namun sebagian tidak larut dalam eter dan sama sekali tidak larut dalam petroleum eter. LD50 pada tikus 15-22 g/kg melalui oral. Penggunaannya pada plastik dapat meningkatkan kelenturan (*pliability*).

e. Polietilen Glikol ($H(OCH_2CH_2)_nOH$)

PEG mempunyai berat molekul rata-rata 400 (380-420), bersifat kental, cairan yang agak higroskopis dan sedikit mempunyai bau khas. Kelarutannya sama dengan TEG. PEG digunakan pada industri pangan dan kemasan pangan.

C. PEMBUATAN EDIBLE FILM

Proses pembuatan edible film dimulai dari pelarutan bahan dasar berupa hidrokoloid, lipid atau komposit, kemudian dilakukan penambahan plastisizer. Campuran dipanaskan pada suhu 55-70°C selama 15 menit. Film dicetak (casting) dengan cara menuangkan adonan pada permukaan lembar polietilen yang licin menggunakan *auto-casting machine*. Selanjutnya dibiarkan beberapa jam pada suhu 35°C dengan RH ruangan 50%. Film yang dihasilkan kemudian dikeringkan selama 12-18 jam pada suhu 30°C RH 50% dan dilanjutkan dengan penyimpanan (*conditioning*) dalam ruang selama 24 jam menggunakan suhu dan RH ambien. Contoh pembuatan edible film dari zein jagung

dapat dilihat pada Gambar 8.2.

Bentuk lain dari edible packaging adalah edible coating, yaitu pelapisan bahan pangan dengan bahan pelapis yang dapat dimakan. Bahan-bahan baku untuk pembuatan edible coating sama dengan edible film, hanya saja dalam pembuatan edible coating tidak ada penambahan plastisizer, sehingga pelapis yang dihasilkan tidak berbentuk film. Contoh prosedur standar pembuatan edible coating dengan bahan dasar isolat protein kedele (ISP) dapat dilihat pada Gambar 8.3.

Cara-cara pelapisan untuk edible coating adalah pencelupan, penyemprotan atau penuangan.

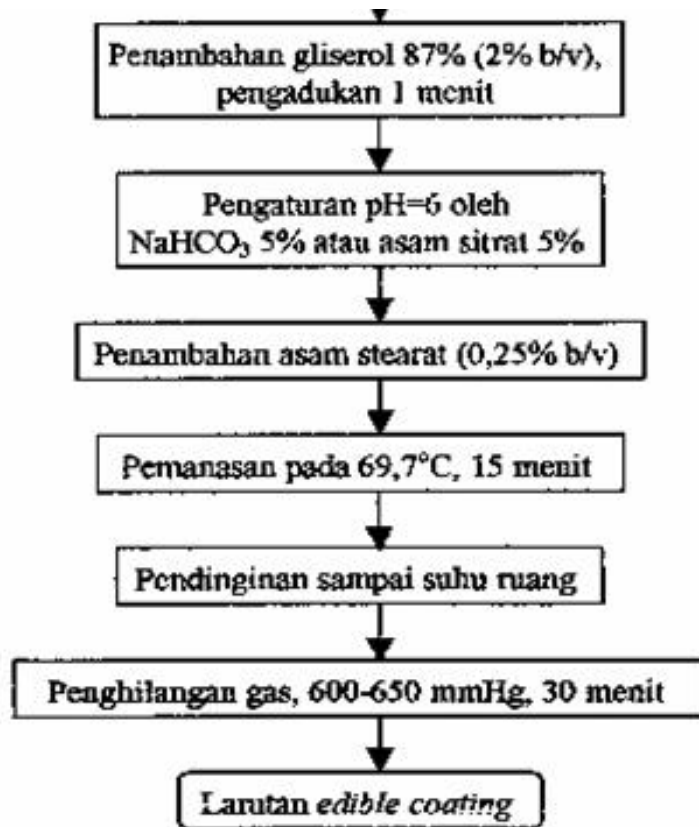
Metode pencelupan dilakukan dengan cara mencelupkan bahan makanan ke dalam *edible coating*.

Untuk mendapatkan permukaan yang rata, dibutuhkan suau mantel. Setelah pencelupan, kelebihan mantel dialirkan ke produk dan kemudian dikeringkan agar diperoleh teksur yang keras.

Metode penyemprotan dilakukan dengan cara menyemprokan *edible coating* pada bahan pangan pada satu sisinya, sehingga hasilnya lebih seragam dan praktis dibandingkan cara pencelupan. Metode penuangan dilakukan dengan cara menuang edible coating ke bahan yang akan dilapis. Teknik ini menghasilkan bahan yang lembut dan permukaan yang datar, tetapi ketebalannya harus diperhatikan karena berpengaruh terhadap permukaan bahan.

Gambar 8.1. Diagram alir pembuatan film dari zein jagung (Paramawati, 2001)





Gambar 8.2. Diagram alir pembuatan *edible coating* (Setiasih, 1999)

D. SIFAT-SIFAT FISIK DAN MEKANIS EDIBLE FILM

Karakteristik mekanis suatu bahan umumnya mengikuti garfik *strain-stress* seperti Gambar 8.1. Hukum Hooke tentang modulus elastisitas ($E=\sigma/\epsilon$), diterapkan pada daerah linier elastis. Ketika muatan tekanan berlebihan, benda akan kembali ke keadaan aslinya, bila benda diregangkan hingga mendekati batas elastis, hanya sebagian yang akan kembali ke keadaan aslinya dan menjadi bentuk permanen.

Gambar 8.1. Pola karakteristik mekanik (Robertson, 1993).

Secara umum parameter penting karakteristik mekanik yang diukur dan diamati dari sebuah film kemasan termasuk *edible film* adalah kuat tarik (*tensile strength*), kuat tusuk (*puncture strength*), persen pemanjangan (*elongation to break*) dan elastisitas (*elastic modulus/young modulus*). Parameter-parameter tersebut dapat menjelaskan bagaimana karakteristik mekanik dari bahan film yang

berkaitan dengan struktur kimianya. Karakteristik mekanik menunjukkan inikasi integrasi film pada kondisi tekanan (stress) yang terjadi selama proses pembentukan film tersebut.

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah film. Parameter ini menggambarkan gaya maksimum yang terjadi pada film selama pengukuran berlangsung. Hasil pengukuran ini berhubungan erat dengan jumlah *plastisizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan film. Penambahan *plastisizer* lebih dari jumlah tertentu akan menghasilkan film dengan kuat tarik yang lebih rendah (Lai *et al.*, 1997). Kuat tusuk menggambarkan tusukan (gaya tekan) maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah film. pH dan suhu yang tinggi dalam pembuatan film, akan menghasilkan film dengan kuat tusuk yang rendah (Yildirim and Hettiarachchy, 1998). Film dengan struktur yang kaku (rigid) akan menghasilkan film yang tahan terhadap kuat tusuk (Banerjee *et al.*, 1996).

Proses pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel film terputus. Pada umumnya keberadaan *plastisizer* dalam proporsi lebih besar akan membuat nilai persen pemanjangan suatu film meningkat lebih besar.

Modulus elatis merupakan kebalikan dari persen pemanjangan, karena akan semakin menurun seiring meningkatnya jumlah *plastisizer* dalam film. Modulus elastisitas menurun berarti fleksibilitas film meningkat, Modulus elastisitas merupakan ukuran dasar dari kekakuan (*stiffness*) sebuah film.

Nilai permeabilitas suatu jenis film perlu diketahui, karena dapat dipergunakan untuk memperkirakan daya simpan produk yang dikemas di dalamnya. Nilai permeabilitas juga dapat dipergunakan untuk menentukan produk atau bahan pangan apa yang sesuai untuk kemasan tersebut. Nilai permeabilitas mencakup : permeabilitas terhadap uap air dan permeabilitas terhadap gas.

Sifat-sifat fisik yang digunakan sebagai parameter mutu *edible film* adalah ketebalan film, warna, suhu transisi gelas dan a_w .

Edible film yang terbuat dari hidrokoloid memiliki beberapa kelebihan, yaitu baik untuk melindungi produk terhadap oksigen maupun CO₂ dan lipid, serta memiliki sifat mekanis yang diinginkan, selain itu meningkatkan kesatuan struktural produk, sedangkan kekurangannya yaitu bungkus dari karbohidrat kurang bagus untuk mengatur migrasi uap air dan bungkus dari protein biasanya dipengaruhi oleh perubahan pH.

Kelebihan *edible film* dari lipid adalah dapat melindungi produk konfeksionary yang tidak boleh menyerap air selama penyimpanannya, sedangkan kekurangannya adalah penggunaannya dalam bentuk murni terbatas karena kurangnya integritas dan ketahanannya.

Sifat-sifat dari *edible film* dibandingkan dengan film kemasan sintesis dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1. Sifat-sifat edible film dibandingkan dengan film sintesis

Tipe film	Ketebalan (mm)	Kondisi (°C, RH%)	Permeabilitas (g/mm/m ² /hari)
Kolagen	-	23, 0	1.2
Kolagen	-	23, 63	23.3
Kolagen	-	23, 93	890
Zein : Gliserin	0.10-0.31	30, 0	13.0-44.9
Glue : Gliserin	0.23-0.42	30, 0	9.6-24.2
AM:Gluten:Gliserin	0.066	23, 0	2.67
ISP:Gliserin	0.064-0.089	25, 0	4.75
Protein susu:sorbitol	0.118	23, 30	1.03
Protein susu:sorbitol	0.118	23, 75	144.92
MC:PEG	-	30, 0	149-226
HPC:PEG	-	30, 0	910
M:BW/MC:PEG	-	25, 0	960
S:BW/MC:PEG	-	25, 0	319
Pati	-	24, -	13130
Amilosa Jagung	-	25, -	1480
Gliadin dan Gliserol	0.01	-	1.03
Gluten dan lilin lebah	0.09	-	0.005
Gluten dan Gliserol	0.011	-	0.18
Gluten dan Gliserol	0.05	-	1.05
Pektin	0.036	-	8.2
Pati	0.790	-	4.86
Pati :Selulosa Asetat	1.19	-	29.3
LDPE	0.04-0.07	23, 50	1870
Selulosa	0.10	23, 50	16
Selulosa	0.05	23, 95	252
EVOH	0.05	23, 0	0.1
Poliester	0.054	23, 0	17.3

MC = metil selulosa, PEG = polietilen glikol, ISP = isolat protein kedele, HPC=hydroxypropyl cellulose, BW = beeswax (lilin lebah) , M=molten dari lilin lebah, S = lilin lebah yang diberi pelarut, LDPE = polietilen densitas rendah. EVOH – etilene inil alkohol

Sumber : Fellows, 2000.

E. APLIKASI EDIBLE FILM PADA BAHAN PANGAN

Penggunaan *edible film* sebenarnya sudah lama dilakukan, terutama pada sosis, yang pada zaman dahulu menggunakan usus hewan. Selain itu pelapisan buah-buahan dan sayuran dengan lilin juga sudah dilakukan sejak tahun 1800-an.

Aplikasi dari *edible film* untuk kemasan bahan pangan saat ini sudah semakin meningkat, seiring kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan hidup. *Edible film* dan *biodegradable film* banyak digunakan untuk pengemasan produk buah-buahan segar yaitu untuk mengendalikan laju respirasi, akan tetapi produk-produk pangan lainnya juga sudah banyak menggunakan *edible coating*,

seperti produk konfeksionari, daging dan ayam beku, sosis, produk hasil laut dan pangan semi basah. Aplikasi dari *edible film* atau *edible coating* dapat dikelompokkan atas :

1. Sebagai Kemasan Primer dari produk pangan

Contoh dari penggunaan *edible film* sebagai kemasan primer adalah pada permen, sayur-sayuran dan buah-buahan segar, sosis, daging dan produk hasil laut.

2. Sebagai Barrier

Penggunaan *edible film* sebagai barrier dapat dilihat dari contoh-contoh berikut :

- *Gellan gum* yang direaksikan dengan garam mono atau bivalen yang membentuk film, diperdagangkan dengan nama dagang Kelcoge® merupakan barrier yang baik untuk absorpsi minyak pada bahan pangan yang digoreng, sehingga menghasilkan bahan dengan kandungan minyak yang rendah. Di Jepang bahan ini digunakan untuk menggoreng tempura.
- *Edible coating* yang terbuat dari zein (protein jagung), dengan nama dagang Z'coat TM (Cozean) dari Zumbro Inc., Hayfield, MN terdiri dari zein, minyak sayuran, BHA, BHT dan etil alkohol, digunakan untuk produk-produk konfeksionari seperti permen dan coklat .
- *Fry Shiled* yang dipatenkan oleh Kerry Ingredientt, Beloit, WI dan Hercules, Wilmington, DE, terdiri dari pektin, remah-remahan roti dan kalsium, digunakan untuk mengurangi lemak pada saat penggorengan, seperti pada penggorengan *french fries*.
- *Film Zein* dapat bersifat sebagai barrier untuk uap air dan gas pada kacang-kacangan atau buah-buahan. Diaplikasikan pada kismis untuk sereal sarapan siap santap (*ready to eat- breakfast cereal*)

2. Sebagai Pengikat (Binding)

Edible film juga dapat diaplikasikan pada *snack* atau *crackers* yang diberi bumbu, yaitu sebagai pengikat atau adhesif dari bumbu yang diberikan agar dapat lebih melekat pada produk. Pelapisan ini berguna untuk mengurangi lemak pada bahan yang digoreng dengan penambahan bumbu-bumbu.

3. Pelapis (Glaze)

Edible film dapat bersifat sebagai pelapis untuk meningkatkan penampilan dari produk-produk bakery, yaitu untuk menggantikan pelapisan dengan telur. Keuntungan dari pelapisan dengan *edible film*, adalah dapat menghindari masuknya mikroba yang dapat terjadi jika dilapisi dengan telur.

BAHAN BACAAN

1. Banerjee, R., H.Chen and J.Wu, 1996. Milk protein-based edible film mechanical strength changes due to ultrasound process. *J.Food Sci.* 61(4) : 824-828.
2. Druchta. M. and D.J.Catherine. 1997. An up date on edible films. *Lifeline Spring* 15 (2) : 1-3. <http://www.csaceliacs.org/library/ediblefilms.php>
3. Ferry,J.D. 1980. Concentrated solutions, plasticized polymers, and gels. In *Viscoelastic Properties of Plymers*, 3rd ed, Wiley, New York, pp.486-598.
4. Guilbert, S. 2001. A survey on protein absed materials for food, agricultural and biotechnological uses. In *Active biopolymer films and coating for food and biotechnological uses*. Park,H.J., R.F.Testin, M.S.Chinnan and J.W.Park (Ed). *Materials of Pre-Congress Short Course of IUFoST*, Korea University-Seoul, Korea.
5. Kinzel, B., 1992. Protein-rich edible coatings for foods. *Agricultural research*. May 1992 : 20-21
6. Krochta,J.M. 1992. Control of mass transfer in food with edible coatings and film. In : Singh,R.P. and M.A.Wirakartakusumah (Eds) : *Advances in Food Engineering*. CRC Press : Boca Raton, F.L. pp. 517-538.
7. Krochta,J.M., Baldwin,E.A. dan M.O.Nisperos-Carriedo. 1994. Edible coatings and film to improve food quality. *Echnomic Publ.Co., Inc., USA*.
8. Lai,H.M., G.W.Padua and L.S.Wei. 1997. Properties and microsrucre of zein sheets plastisized with palmitic and stearic acids. *Cereal Chem.* 74(1): 83-90.
9. Paramawati, R. 2001. Kajian fisik dan mekanik terhadap karakteristik film kemasan organik dari zein jagung. *Disertasi Program, Pascasarjana Institut Pertanian Bogor*.
10. Sears,J.K. and J.R.Darby, 1982. Mechanism of plastisizer action. In : Di Gioia, L. and S. Guilbert. 1999. *Corn protein-based thermoplastic resins : Effect of some polar and amphiphilic plastisizers*. *J.Agric.Food.Chem.* 47: 1254-1261.
11. Ward, I.M. and D.W. Hadley. 1993. *An introduction on the mechanical properties of solid polymers*, Wiley, New York.

IX. PENGEMASAN ASEPTIK

A. PENDAHULUAN

Pengemasan aseptis adalah suatu cara pengemasan bahan di dalam suatu wadah yang memenuhi empat persyaratan, yaitu : produk harus steril, wadah pengemas harus steril, lingkungan tempat pengisian produk ke dalam wadah harus steril, dan wadah pengepak yang digunakan harus rapat untuk mencegah kontaminasi kembali selama penyimpanan.

Prinsip pengemasan aseptis adalah baik bahan pangan yang dikemas maupun bahan kemasan harus bebas dari mikroorganisme perusak ketika bahan pangan tersebut dikemas, sehingga produk pangan yang dikemas merupakan produk yang steril. Hal ini berarti kemasan harus bebas dari mikroorganisme patogen dan toksin, dan mikroorganisme penyebab kerusakan tidak dapat berkembang. Jika kondisi ini sudah diterapkan, maka bahan pangan akan aman untuk disimpan pada suhu ruang dalam jangka waktu yang lebih lama.

Penggunaan pengemasan aseptik dimulai tahun 1917 dimana dikembangkan suatu paten mengenai cara pengalengan aseptik. Pada tahun 1919 diperkenalkan produk-produk kemasan aseptis dalam suatu pameran susu di London. Pada saat itu konsumen belum siap menerima produk-produk seperti ini. Penggunaan kemasan aseptis baru mulai berkembang setelah Perang Dunia II dan berkembang dengan pesat dalam tahun 1962, yaitu saat diperkenalkan mesin pengemasan aseptis untuk bahan pengemas fleksibel.

Sistem pengemasan aseptis digunakan untuk mengemas berbagai macam produk seperti bahan pangan dan obat-obatan. Dalam pengawetan bahan pangan, pengemasan aseptis banyak digunakan untuk pengawetan minuman atau makanan berbentuk cair terutama susu dan sari buah yang mengandung asam rendah.

B. PROSES ASEPTIS

Untuk keberhasilan proses aseptis bahan pangan, maka ada beberapa persyaratan yang diperlukan, yaitu :

- Peralatan yang dapat disterilkan
- Produk steril secara komersial
- Kemasan yang steril secara komersial

- Ruang steril dalam mesin pengemas, tempat pengisian produk steril ke dalam kemasan steril dan penutupan secara hermetis
- Ada monitoring dan pencatat faktor-faktor kritis

Dalam sistem pengemasan aseptis, produk dan wadah pengemas disterilisasi secara terpisah, kemudian dilakukan pengisian produk ke dalam wadah dalam lingkungan steril sehingga diperoleh produk steril dalam kemasan yang tahan disimpan dalam jangka waktu lama. Sterilisasi produk dalam sistem aseptis dilakukan dengan sistem alir atau sistem UHT (*Ultra High Temperature*), yaitu pemanasan dengan suhu yang sangat tinggi (135-150°C) selama 2-5 detik.

Pemanasan produk dengan sistem UHT dalam pengemas aseptis dapat dibagi menjadi 2 kategori utama, yaitu:

1. **Sistem pemanasan langsung**, yaitu sistem dimana terjadi kontak langsung antara medium pemanasan dan hal ini uap panas dengan produk yang dipanaskan. Dalam sistem pemanasan langsung terdapat dua cara yaitu : 1) cara injeksi uap dimana uap panas disuntikkan ke dalam produk, dan 2) cara infusi dimana produk diinfusikan ke dalam aliran uap panas (Gambar 9.1a).

Pindah panas terutama disebabkan kondensasi uap mencapai sekitar 10 persen dari produk. Sehingga untuk mempertahankan kadar padatan produk, perlu diuapkan dengan vakum. Pada sistem injeksi uap, uap panas disemprotkan ke dalam aliran produk menggunakan injektor. Suhu uap mencapai 140-146°C dengan waktu tinggal sekitar 4 detik. Suhu produk yang disterilisasi mencapai 137-138°C. Pada proses infusi produk, produk didispersikan ke dalam ruang infusi yang berisi uap panas.

2. **Sistem pemanasan tidak langsung**, yaitu sistem dimana medium pemanas tidak kontak langsung dengan produk. Panas ditransfer melalui permukaan (biasanya stainless steel). Pada sistem pemanasan tidak langsung ada 3 (tiga) macam cara, yaitu : 1) *heat exchanger* tipe konvensional yang berupa lempengan atau *plate* dan 2) tipe saluran atau tubular (Gambar 9.1b), dan 3) *Scraped-Surface Heat Exchanger*.

- a. Sistem Langsung
- b. Sistem Tidak Langsung

Gambar 9.1.
Proses pemanasan UHT dengan cara :
a) langsung dan b) tidak langsung.

Pada prinsipnya dalam sistem UHT terjadi kenaikan suhu secara cepat untuk

mencapai suhu mendekati 150°C , dimana dalam sistem tidak langsung dibutuhkan waktu lebih lama untuk mencapainya dibanding dengan sistem langsung, seperti dapat dilihat pada Gambar 9.2.a. Proses seluruhnya akan selesai dalam waktu satu sampai dua menit. Waktu yang dibutuhkan dalam sistem UHT jauh lebih singkat dibandingkan dengan cara sterilisasi konvensional di dalam wadah (Gambar 9. 2.b.).

a. Sterilisasi UHT**b. Sterilisasi dalam Wadah**

Gambar 9.2. Hubungan antara suhu dengan waktu dalam a) sterilisasi UHT dan b) Sterilisasi konvensional di dalam wadah.

C. PROSES PENGEMASAN ASEPTIS

Dalam sistem pengemasan aseptis, sterilisasi yang dilakukan terhadap wadah lebih bervariasi tergantung dari jenis wadahnya. Beberapa contoh cara sterilisasi terhadap berbagai wadah yang digunakan dalam pengemasan aseptis dapat dilihat pada Tabel 9.1. Misalnya untuk wadah yang terbuat dari metal digunakan uap panas atau udara panas. Untuk wadah yang terbuat dari plastik dapat digunakan etilen oksida, hidrogen peroksida atau dengan cara radiasi. Wadah gelas dapat digunakan etilen oksida.

Masing-masing cara sterilisasi tersebut mempunyai keuntungan dan kelemahan. Sterilisasi dengan uap panas dan udara panas akan menghasilkan suhu tinggi pada tekanan atmosfer, tetapi mempunyai kelemahan karena mikroorganisme lebih tahan di dalam uap/udara panas daripada di dalam uap jenuh. Sterilisasi wadah menggunakan hidrogen peroksida mempunyai keuntungan karena prosesnya cepat dan efisien, sedangkan radiasi dapat digunakan untuk sterilisasi wadah yang terbuat dari plastik yang sensitif terhadap panas, tetapi mempunyai kelemahan karena biayanya yang mahal dan lokasinya terbatas.

Tabel 9.1. Berbagai cara sterilisasi wadah pengemas

Cara Sterilisasi	Aplikasi
Udara panas	Wadah metal
Udara panas (kering)	Wadah metal/komposit
H ₂ O ₂ panas	Wadah plastik, foil berlaminasi
Kombinasi H ₂ O ₂ /sinar ultra violet	Wadah plastik (karton/kemas bentuk)
Etilen Oksida	Wadah gelas dan plastik
Panas dari proses koekstruksi	Wadah Plastik
Radiasi	Wadah plastik yang sensitif terhadap panas

Sumber : Ito and Stevenson (1984).

Proses sterilisasi kemasan dengan menggabungkan antara peroksida dan sinar ultraviolet sudah diterapkan oleh perusahaan kemasan lamintaing seperti Tetra Pak®. Dalam hal ini sterilisasi dilakukan dalam dua tahap, yaitu :

- Tahap pertama, bahan kemasan berupa kotak karton berlaminasi (terdiri dari kotak karton yang diberi plastik tipis dan dilapisi dengan aluminium foil), dilewatkan pada bak berisi hidrogen peroksida, dimana derajat sterilisasi tergantung pada waktu dan suhu yang

digunakan. Misalnya waktu sterilisasi 6.5 detik dengan konsentrasi H_2O_2 30% dan suhu $65^\circ C$, atau selama 5 detik pada suhu $76^\circ C$

- Tahap kedua, bahan kemasan dikeringkan dengan udara panas untuk menghilangkan sisa H_2O_2 .

Sinergisme antara larutan H_2O_2 dengan sinar ultraviolet sudah lama diterapkan untuk pengawetan bahan pangan yang bertujuan untuk memperpanjang umur simpan (*extended shelf life*=ESL), tapi produk ESL ini masih membutuhkan penyimpanan pada suhu rendah (refrigerasi). Produk ESL yang dikemas membutuhkan standard higienis tapi tidak seketat standard yang ditetapkan dalam kemasan aseptis.

Pada proses aseptis yang tradisional, peroksida diaplikasikan ke bahan kemasan dengan cara menyemprot atau mengkondensasikan gas H_2O_2 pada permukaan bahan kemasan. Konsentrasi peroksida yang digunakan biasanya sekitar 2% dengan waktu 2-4 detik. Bahan kemasan yang masih basah dan mengandung H_2O_2 kemudian diberi sinar UV, kemudian kemasan dikeringkan dengan udara panas untuk menghilangkan sisa H_2O_2 .

Saat ini kombinasi antara peroksida dan UV telah dikembangkan oleh Tetra Pak®, dimana sinar UV diberikan setelah kemasan dikeringkan dengan udara panas. Sinar UV lebih efektif untuk membunuh mikroorganisme patogen dalam keadaan kering daripada dalam keadaan basah.

Dalam pengemasan aseptik, ada beberapa metode pengemasan yang dapat diterapkan yaitu :

1. *Film and Seal*
2. *Form, Fill and Seal*
3. *Erect, Fill and Seal*
4. *Thermoform, Fill and Seal*
5. *Blow mold, Fill and Seal*

Dalam pengemasan aseptik menggunakan karton diterapkan sistem *Form Fill-Seal* vertikal. Kertas karton dalam gulungan, melalui roler untuk menghilangkan kisut, diberi tanggal, dilaminasi plastik pada satu sisinya, dibentuk silinder yang menyelubungi pipa pemasukan produk, bagian bawah diseal, diisi produk, kemudian bagian atas diseal bersamaan dengan seal bagian bawah karton di atasnya. Selanjutnya dipotong dan dibentuk.

D. RANGKAIAN PROSES PENGEMASAN ASEPTIK

Bahan kemasan dalam bentuk gulungan melalui beberapa rol dan penjepit untuk persiapan pembentukan kemasan. Pada bagian atas mesin pengemas, bahan kemasan dilewatkan dalam bak berisi larutan hidrogen peroksida 35 persen untuk sterilisasi kemasan. Pada proses ini sebagian bakteri tercuci dan sebagian lagi terbunuh.

Hidrogen peroksida yang berlebihan akan terperas ketika bahan kemasan melewati sepasang

rol penekan dan yang masih tertinggal diuapkan dengan udara panas yang dialirkan dari mantel pipa produk. Karton berbentuk tube melewati zona pemanas sehingga suhu karton mencapai 120°C . Selain efek pencelupan dalam hidrogen peroksida, sterilisasi dapat terjadi karena pemanasan dari elemen pemanas dan peningkatan konsentrasi H_2O_2 akibat pemanasan. Tepat di bawah ujung pipa pengeluaran produk, kelim melintang bagian bawah dibuat. Kemudian produk diisikan dan diikuti penutupan bagian atas karton bersama dengan keliman bagian bawah karton yang berikutnya.

Pada waktu turun dari rol atas mesin pengemas, bahan kemasan mulai dibentuk. Begitu turun melewati pipa pemasukan produk. Satu sisi karton dipanaskan dengan udara panas steril, lalu direkatkan dengan sisi lainnya dengan ring pembentuk sehingga karton berbentuk silinder. Strip plastik yang dipasang pada salah satu sisi karton akan berfungsi sebagai perekat, pelindung udara dan mencegah terjadinya kontak produk dengan tepi karton.

Setelah penutupan, karton berisi kemasan digunting hingga terpisah dari tube karton yang berada di atasnya dan selanjutnya dibentuk sampai bentuk akhir, yang cukup rapat untuk melindungi produk dari mikroorganisme. Selanjutnya produk dipak dan siap dipasarkan.

E. PENGUJIAN KEMASAN ASEPTIK

Pengujian keutuhan kemasan dalam sistem aseptik merupakan hal yang kritis. Hal ini karena berhubungan dengan keamanan dan kualitas produk. Untuk keperluan tersebut dibutuhkan uji yang bersifat non destruktif. Beberapa test yang sering digunakan ialah:

1. Test elektrolit, digunakan untuk mengetahui kerusakan yang berhubungan dengan kebocoran kemasan, test ini menggunakan larutan elektrolit, bila terjadi kebocoran maka akan terjadi arus listrik.
2. Test tekanan, digunakan untuk mendeteksi kebocoran dari kemasan, dalam test ini, gas diinjeksikan ke dalam kemasan yang telah dicelup dalam air. Injeksi gas dilakukan dengan pompa. Bila terjadi kebocoran maka terjadi gelembung dalam air.
3. Test mikrobiologi, digunakan untuk mendeteksi adanya kontaminasi dari mikroba dalam kemasan. Test ini juga digunakan untuk menguji efektifitas sterilan yang digunakan.

F. EFEKTIVITAS STERILISASI

Untuk mengetahui efektifitas sterilisasi dalam sistem pengemasan aseptik dapat dilakukan pengujian yang dapat dibedakan atas 3 (tiga) macam, yaitu : 1) pengujian efektifitas proses sterilisasi produk, 2) pengujian efektifitas proses sterilisasi wadah pengemas dan 3) pengujian efektifitas sterilisasi proses/lingkungan pengisian produk ke dalam wadah dan proses penutupan. Dengan melakukan pengujian efektifitas sterilisasi dapat diketahui apakah proses sterilisasi yang dilakukan secara terpisah baik terhadap produk, wadah maupun ruang pengolahan sudah memenuhi persyaratan.

Untuk menguji efektivitas sterilisasi biasanya digunakan spora bakteri tahan panas karena hanya spora tersebut yang mungkin tahan terhadap perlakuan pemanasan pada suhu tinggi. Spora bakteri yang tahan panas masih dapat hidup dengan pemanasan pada suhu 100°C selama 10 menit. Spora bakteri yang tidak tahan panas akan mati pada suhu tersebut, bahkan sel vegetatif bakteri, kapang dan khamir akan mati pada suhu 80°C selama 10 menit.

Bakteri mempunyai ketahanan panas yang berbeda-beda terhadap masing-masing cara sterilisasi, maka sebagai penguji juga digunakan spora bakteri yang berbeda tergantung dari cara sterilisasi yang digunakan (Tabel 2). Spora bakteri tahan panas yang paling banyak digunakan dalam pengujian efektivitas sterilisasi adalah *Bacillus stearothermophilus* dan *Bacillus subtilis*.

Tabel 9.2. Spora bakteri yang digunakan dalam pengujian efektivitas sterilisasi

Cara Sterilisasi	Spora bakteri penguji
Uap panas	<i>Bacillus stearothermophilus</i> 1517 <i>B. polymyxa</i>
Udara panas	<i>B. stearothermophilus</i> 1515 <i>B. subtilis</i>
H ₂ O ₂ + panas atau + lain-lain	<i>B. subtilis</i> A <i>B. subtilis</i> (<i>globigii</i>)
Radiasi	<i>B. subtilis</i>

Sumber : Ito dan Steenson (1984)

Pengujian efektivitas sterilisasi terhadap produk dilakukan dengan cara menginokulasikan produk dengan sejumlah spora bakteri, kemudian dilakukan sterilisasi seperti yang sebenarnya diterapkan dalam proses. Proses selanjutnya yaitu pengisian ke dalam wadah steril dan penutupan secara aseptik juga dilakukan seperti dalam proses. Kemudian produk dalam kemasan tersebut diinkubasi untuk melihat pertumbuhan bakteri yang diuji. Bagan proses pengujian efektivitas produk dapat dilihat pada Gambar 9.3.

Jumlah bakteri yang masih hidup setelah perlakuan sterilisasi dapat dihitung dengan menggunakan metode MPN (*most probable number*), yaitu dengan cara mengencerkan sampel hingga beberapa tingkat pengenceran untuk memperoleh jumlah bakteri yang sedikit (agar mempermudah perhitungan). Masing-masing tingkat pengenceran ini diinokulasikan ke dalam satu seri tabung yang terdiri dari 5 tabung yang berisi medium yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri. Dengan mengetahui jumlah tabung yang positif (menunjukkan pertumbuhan) pada setiap pengenceran, dan mencocokkannya pada Tabel MPN, dapat dihitung jumlah bakteri di dalam contoh yang telah dipanaskan.

Cara lain untuk menghitung jumlah bakteri adalah dengan metode pemupukan cawan (*Total Plate Count/TPC*) menggunakan medium yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri. Jumlah bakteri dihitung dengan menghitung jumlah koloni yang tumbuh pada pengenceran tertentu.

Gambar 9. 3. Diagram alir pengujian efektivitas sterilisasi terhadap produk

Cara pengujian efektivitas sterilisasi wadah dilakukan seperti dalam pengujian efektivitas sterilisasi produk, hanya inokulasi spora bakteri dilakukan terhadap wadah pengemas. Setelah

wadah disterilisasi seperti yang diterapkan dalam proses, pengisian produk steril ke dalam wadah dan penutupan secara aseptik juga dilakukan seperti yang diterapkan dalam proses. Pengujian jumlah spora bakteri yang masih hidup dilakukan seperti pengujian yang dilakukan terhadap produk (Gambar 9. 4).

Pengujian sterilisasi terhadap sistem sterilisasi dalam pengisian dan penutupan secara aseptik dilakukan untuk mengetahui apakah kontaminasi berasal dari sistem pengisian dan penutupan yang tidak tepat (Gambar 5). Dalam hal ini pengujian dilakukan dengan cara melekatkan kepingan aluminium berperekat yang telah diinokulasikan dengan sejumlah spora bakteri pada sistem pengisian aseptik (*aseptic filler*). Kemudian siklus pengisian dan penutupan kaleng dilakukan seperti yang diterapkan dalam proses. Setelah proses selesai kepingan aluminium tersebut dimasukkan ke dalam medium pertumbuhan dan diinkubasi untuk melihat adanya pertumbuhan.

Gambar 9. 4. Bagan Cara pengujian Efektivitas sterilisasi Wadak kemasan

Gambar 9. 5. Bagan cara pengujian efektivitas sterilisasi sistem pengisian dan Penutupan.

Dengan mengetahui jumlah spora awal dan jumlah spora setelah mengalami proses sterilisasi dapat diketahui nilai efektivitas sterilisasi dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Efektivitas sterilisasi} = \log \frac{\text{Jumlah spora awal}}{\text{Jumlah spora setelah sterilisasi}}$$

Misalnya jika jumlah spora sebelum sterilisasi adalah 10^{10} , kemudian setelah sterilisasi tinggal 10 spora yang masih hidup, maka efektivitas sterilisasi dari proses tersebut adalah $\log 10^{10}/10$ atau sama dengan 9. Dalam sistem UHT, proses pemanasan yang diterapkan seharusnya mempunyai efektivitas sterilisasi 12 jika digunakan *B.subtilis* sebagai bakteri penguji, atau 8 jika digunakan spora bakteri yang sangat tahan panas yaitu *B.stearothermophilus*.

Dengan mengetahui efektivitas sterilisasi yang diterapkan dalam suatu proses dan jumlah kontaminasi mikroorganisme sebelum proses, maka dapat dihitung kemungkinan terjadinya kerusakan, misalnya dapat diketahui jumlah wadah yang mungkin rusak di antara sekian ribu atau juta wadah yang steril.

DAFTAR BACAAN

1. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, 1990. Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dalam Negeri dan Ekspor Pangan. S.Fardiaz dan D.Fardiaz (ed). Jakarta.
2. Syarief, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.

X. TEKNOLOGI PENGEMASAN AKTIF

Saat ini permintaan konsumen akan kemasan bahan pangan adalah teknik pengemasan yang ramah lingkungan, produk yang lebih alami dan tanpa menggunakan bahan pengawet. Industri-industri pengolahan pangan juga berusaha untuk meningkatkan masa simpan dan keamanan dari produk. Teknologi pengemasan bahan pangan yang modern mencakup pengemasan atmosfer termodifikasi (*Modified Atmosfer Packaging/*MAP), pengemasan aktif (*Active Packaging*) dan *Smart Packaging*, bertujuan untuk semaksimal mungkin meningkatkan keamanan dan mutu bahan sebagaimana bahan alaminya.

Pengemasan atmosfer termodifikasi (MAP) adalah pengemasan produk dengan menggunakan bahan kemasan yang dapat menahan keluar masuknya gas sehingga konsentrasi gas di dalam kemasan berubah dan ini menyebabkan laju respirasi produk menurun, mengurangi pertumbuhan mikrobia, mengurangi kerusakan oleh enzim serta memperpanjang umur simpan. MAP banyak digunakan dalam teknologi olah minimal buah-buahan dan sayuran segar serta bahan-bahan pangan yang siap santap (*ready-to eat*).

Saat ini MAP telah berkembang dengan sangat pesat, hal ini didorong oleh kemajuan fabrikasi film kemasan yang dapat menghasilkan kemasan dengan permeabilitas gas yang luas serta tersedianya adsorber untuk O₂, CO₂, etilen dan air.

Ahli-ahli pengemasan sering menganggap bahwa MAP merupakan satu dari bentuk kemasan aktif, karena banyak metode kemasan aktif juga memodifikasi komposisi udara di dalam kemasan bahan pangan. Ide penggunaan kemasan aktif bukanlah hal yang baru, tetapi keuntungan dari segi mutu dan nilai ekonomi dari teknik ini merupakan perkembangan terbaru dalam industri kemasan bahan pangan. Keuntungan dari teknik kemasan aktif adalah tidak mahal (relatif terhadap harga produk yang dikemas), ramah lingkungan, mempunyai nilai estetika yang dapat diterima dan sesuai untuk sistem distribusi.

A. PENGERTIAN

Istilah lain dari kemasan aktif (*active packaging*) adalah *smart*, *interactive*, *clever* atau *intelligent*

packaging. Defenisi dari kemasan aktif adalah teknik kemasan yang mempunyai sebuah indikator eksternal atau internal untuk menunjukkan secara aktif perubahan produk serta menentukan mutunya. Kemasan aktif disebut sebagai kemasan interaktif karena adanya interaksi aktif dari bahan kemasan dengan bahan pangan yang dikemas. Tujuan dari kemasan aktif atau interaktif adalah untuk mempertahankan mutu produk dan memperpanjang masa simpannya.

Pengemasan aktif merupakan kemasan yang mempunyai :

- bahan penyerap O₂ (*oxygen scavengers*)
- bahan penyerap atau penambah (generator) CO₂
- *ethanol emitters*
- penyerap etilen
- penyerap air
- bahan antimikroba
- heating/cooling
- bahan penyerap (absorber) dan yang dapat mengeluarkan aroma/flavor
- pelindung cahaya (*photochromic*)

Kemasan aktif juga dilengkapi dengan indikator- indikator yaitu :

- *time-temperature indicator* yang dipasang di permukaan kemasan
- indikator O₂
- indikator CO₂
- indikator *physical shock* (kejutan fisik)
- indikator kerusakan atau mutu, yang bereaksi dengan bahan-bahan volatil yang dihasilkan dari reaksi-reaksi kimia, enzimatis dan/ atau kerusakan mikroba pada bahan pangan.

Jenis-jenis indikator ini disebut indikator ineraktif atau *smart indicator* karena dapat berinteraksi secara aktif dengan komponen-komponen bahan pangan. Alat pemanas pada *microwave* seperti *susceptors* dan metode pengaturan suhu lainnya juga dapat digunakan dalam metode pengemasan aktif.

Fungsi cerdas (*smartness*) yang diharapkan dari kemasan aktif saat ini adalah :

- mempertahankan integritas dan mencegah secara aktif kerusakan produk (memperpanjang umur simpan)
- Meningkatkan atribut produk (misalnya penampilan, rasa, flavor, aroma dan lain-lain)
- Memberikan respon secara aktif terhadap perubahan produk atau lingkungan kemasan
- Mengkomunikasikan informasi produk, riwayat produk (*product history*) atau kondisi untuk penggunaannya.
- Memudahkan dalam membuka

B. ABSORBER OKSIGEN

Absorben oksigen secara dipasarkan pertama sekali di Jepang tahun 1977 yaitu berupa absorber berupa besi yang dimasukkan ke dalam kantung (sachet). Sejak itu disain dan aplikasi dari absorber oksigen terus berkembang dan Jepang merupakan negara produsen terbesar di dunia dengan produksi 7 bilyun sachet pertahun, sedangkan USA memproduksi beberapa ratus juta sachet pertahun dan beberapa puluh juta di Eropa.

Absorber oksigen umumnya digunakan untuk menyerap oksigen pada bahan-bahan pangan seperti *hamburger*, pasta segar, mie, kentang goreng, daging asap (*sliced ham* dan sosis), *cakes* dan roti dengan umur simpan panjang, produk-produk konfeksionari, kacang-kacangan, kopi, herba dan rempah-rempah. Penggunaan kantung absorber O₂ memberikan keuntungan khususnya untuk produk-produk yang sensitif terhadap oksigen dan cahaya seperti produk bakery dan pizza, daging ham yang dimasak dimana pertumbuhan jamur dan perubahan warna merupakan masalah utamanya.

Keuntungan penggunaan absorber oksigen sama dengan keuntungan dari MAP yaitu dapat mengurangi konsentrasi oksigen pada level yang sangat rendah (*ultra-low level*), suatu hal yang tidak mungkin diperoleh pada kemasan gas komersial. Konsentrasi oksigen yang tinggi di dalam kemasan dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme, menurunkan nilai gizi bahan pangan, menurunkan nilai sensori (flavor dan warna) serta mempercepat reaksi oksidasi lemak yang menyebabkan ketengikan pada bahan pangan berlemak.

Bahan penyerap oksigen secara aktif akan menurunkan konsentrasi oksigen di dalam *head-space* kemasan hingga 0.01%, mencegah terjadinya proses oksidasi, perubahan warna dan pertumbuhan mikroorganisme. Jika kapasitas absorber mencukupi, maka absorber juga dapat menyerap oksigen yang masuk ke dalam *head-space* kemasan melalui lubang-lubang dan memperpanjang umur simpan bahan yang dikemas.

Keuntungan lain dari penggunaan absorber oksigen adalah biaya investasinya lebih murah dibandingkan biaya pengemasan dengan gas. Pada dasarnya untuk pengemasan aktif hanya dibutuhkan sistem *sealing*. Keuntungan ini menjadi lebih nyata apabila diterapkan untuk kemasan bahan pangan berukuran kecil hingga medium, yang biasanya memerlukan investasi peralatan yang besar. Sebaliknya, kelemahan dari kemasan aktif adalah kemasan ini *visible* (*sachet* atau labelnya terlihat jelas) sedangkan pada kemasan gas, maka gasnya tidak terlihat. Absorber oksigen yang tersedia saat ini pada umumnya berupa bubuk besi (*iron powder*), dimana 1 gram besi akan bereaksi dengan 300 ml O₂. Kelemahan dari besi sebagai absorber oksigen adalah tidak dapat melalui detektor logam yang biasanya dipasang pada jalur pengemasan. Masalah ini dapat dipecahkan dengan menggunakan absorber oksigen berupa asam askorbat atau enzim. Ukuran penyerap oksigen yang digunakan tergantung pada jumlah oksigen pada *head-space*, oksigen yang terperangkap di dalam bahan pangan (kadar oksigen awal) dan jumlah oksigen yang akan masuk dari udara di sekitar kemasan selama penyimpanan (laju transmisi oksigen ke dalam

kemasan), suhu penyimpanan, aktivitas air, masa simpan yang diharapkan dari bahan pangan tersebut. Absorber oksigen lebih efektif jika digunakan pada kemasan yang bersifat sebagai *barrier* bagi oksigen, karena jika tidak maka absorber ini akan cepat menjadi jenuh dan kehilangan kemampuannya untuk menyerap oksigen.

Tabel 10.1. Keuntungan (+) dan kelemahan (-) teknik absorber oksigen, vakum dan gas (Hurme *et al.*, 2002).

Ciri-ciri	Gas Packaging	Vacuum Packaging	Absorber Oksigen
Biaya Investasi	-	+	+
Biaya Pengemasan	+	++	-
Keperluan terhadap bahan pengawet	-	-	+
Umur simpan/mutu	+	+	++
Volume kemasan/hemat ruang	-	++	+
Kemudahan mendeteksi kebocoran	-	+	-
Kesesuaian untuk produk lunak	+	-	+
Visible/Invisible	+	+	+/-
Dapat digunakan pada detektor logam	+	+	+/-*
Pengaruh terhadap lingkungan**	+/-	+/-	+/-

- * Tergantung type absorber, ** Data tidak tersedia
- Sumber : Hurme *et al.*, (2002)

Nama-nama perusahaan yang memproduksi absorber oksigen dan nama dagangnya dapat dilihat pada Tabel 10.2. Ukuran absorber oksigen yang ada di pasar bervariasi dengan kemampuan penyerapan antara 20-2,000 ml O₂, dan digunakan pada suhu ruang, tetapi beberapa jenis lainnya dapat bereaksi pada suhu dingin bahkan suhu beku. Absorber oksigen juga dapat digunakan pada berbagai type bahan pangan dari yang kadar airnya rendah, intermediet sampai tinggi serta pada bahan-bahan pangan yang berminyak.

Di Amerika Serikat absorber O₂ juga digunakan pada kemasan botol tertutup, seperti bir yang sangat sensitif terhadap O₂. Teknologi moderen memungkinkan pengisian dan penutupan tutup botol dengan menyisakan oksigen < 500 ppb di dalam botol. Tetapi O₂ masih dapat berpenetrasi ke dalam botol melalui tutup botol, meskipun tekanan di dalam botol mencapai 3 atm. Permeasi ini difasilitasi oleh tekanan parsial O₂ di dalam kemasan yang rendah. Proses oksidasi flavor bir ini dapat dicegah dengan penambahan antioksidan seperti SO₂ dan asam askorbat, tetapi saat ini penggunaan absorber oksigen juga telah berhasil mengatasi hal ini.

Tabel 10.2. Perusahaan dan nama dagang oksigen absorber

Perusahaan	Negara	Nama Dagang
Mitsubishi Gas Chemical Co.,Ltd.	Jepang	Ageless
Toppan Printing Co.,Ltd.	Jepang	Freshilizer
Toagosei Chemical Industry Co.,Ltd	Jepang	Vitalon
Nippon Soda Co.,Ltd.	Jepang	Seaquul
Finetec Co.,Ltd.	Jepang	Sanso-Cut
Multisorb Technologies Co.,Ltd.	USA	FreshMax, FreshPax
Standa Industrie	Perancis	ATCO
Bioka Ltd.	Finlandia	Bioka

Sumber : Hurme *et al.*, (2002)

Bahan penyerap O₂ seperti asam askorbat, sulfit dan besi dimasukkan ke dalam polimer dengan permeabilitas yang sesuai untuk air dan oksigen seperti polivinil klorida (PVC) , sedangkan polietilen dan polipropilen mempunyai permeabilitas yang sangat rendah terhadap air.

C. BAHAN PENYERAP DAN PENAMBAH CO₂ (ABSORBER DAN EMITTERS CO₂)

Absorber CO₂ terdiri dari asam askorbat dan besi karbonat sehingga mempunyai fungsi ganda dapat memproduksi CO₂ dengan volume yang sama dengan volume O₂ yang diserap. Hal ini diperlukan untuk mencegah pecahnya kemasan, terutama pada produk-produk yang sensitif terhadap adanya perubahan konsentrasi CO₂ yang mendadak seperti keripik kentang. CO₂ yang dihasilkan dapat larut di dalam fase cair atau fase lemak dari produk, dan ini akan mengakibatkan terjadinya perubahan flavor. Penggunaan lain dari adsorber dan generator CO₂ ini adalah pada kopi bubuk. Kopi yang di sangrai (*roasted*) dapat mengeluarkan sejumlah CO₂, dan mengakibatkan pecahnya kemasan karena peningkatan tekanan internal. Reaktan yang biasanya digunakan untuk menyerap CO₂ adalah kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) dengan aktivitas air yang cukup, yang dapat bereaksi dengan CO₂ membentuk kalsium karbonat.

D. ABSORBER ETILEN

Etilen adalah hormon tanaman yang dihasilkan selama pematangan buah dan sayuran. Etilen dapat memberikan pengaruh yang negatif terhadap produk segar, karena etilen akan mempercepat proses pematangan pada produk seperti pisang dan tomat, sehingga produk menjadi cepat busuk, tetapi jika digunakan pada produk seperti jeruk, maka dapat menghilangkan warna hijau (*degreening*) sehingga dihasilkan jeruk dengan warna kuning yang merata, dan penampilannya lebih baik. Secara

umum, etilen merupakan bahan yang tidak diinginkan untuk penyimpanan produk segar, sehingga etilen harus disingkirkan dari lingkungan penyimpanan, hal ini disebabkan karena :

- dalam jumlah sedikit sudah dapat menurunkan mutu dan masa simpan produk
- dapat meningkatkan laju respirasi sehingga akan mempercepat pelunakan jaringan dan kebusukan buah.
- Mempercepat degradasi klorofil yang kemudian akan menyebabkan kerusakan-kerusakan pasca panen lainnya.

Penyerap etilen yang dapat digunakan adalah potasium permanganat (KmnO_4), karbon aktif dan mineral-mineral lain, yang dimasukkan ke dalam sachet. Bahan yang paling banyak digunakan adalah kalium permanganat yang diserapkan pada silika gel. Permanganat akan mengoksidasi etilen membentuk etanol dan asetat. Bahan penyerap etilen ini mengandung 5% KmnO_4 dan dimasukkan ke dalam *sachet* untuk mencegah keluarnya KmnO_4 karena KmnO_4 bersifat racun. Jenis penyerap etilen lainnya adalah :

- penyerap berbentuk katalis logam seperti *palladium* yang dijerapkan pada karbon aktif. Etilen diserap dan kemudian diuraikan dengan menggunakan katalis
- karbon aktif yang mengandung bromin, tetapi penggunaannya harus hati-hati karena dapat membentuk gas bromin jika *sachet* tersentuh dengan air.
- mineral –mineral yang mempunyai kemampuan menyerap etilen seperti zeolit, tanah liat dan batu Oya dari Jepang, dilaporkan telah digunakan sejak ribuan tahun lalu untuk penyimpanan produk segar. Dari hasil penelitian diketahui bahwa produk yang di kemas dalam kemasan PE yang di dalamnya terdapat beberapa jenis mineral mempunyai masa simpan yang lebih panjang dibanding yang dikemas tanpa mineral. Hal ini mungkin disebabkan oleh terbukanya pori-pori dari bahan polimer oleh mineral yang terdispersi, sehingga terjadi pertukaran gas di dalamnya.
- Kombinasi diena dan triena yang defisien elektron pada bahan kemasan. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi tetrazine yang bersifat hidrofilik dengan polimer PE yang bersifat hidrofobik dapat menurunkan konsnetrasi etilen selama 48 jam. Tetrazine akan berubah warnanya jika sudah jenuh dengan etilen, sehingga dapat digunakan sebagai indikator.

E. ABSORBER AIR DAN UAP AIR

Akumulasi air pada kemasan dapat disebabkan oleh transpirasi produk hortikultura, keluarnya air dari jaringan pada daging atau fluktuasi suhu pada kemasan yang kadar airnya tinggi. Adanya air pada kemasan dapat memacu pertumbuhan mikrobial serta terbentuknya kabut pada permukaan film kemasan, sehingga air dan uap air yang ada pada kemasan harus dikeluarkan.

Lapisan absorber untuk uap air (*Drip-absorber pad*) biasanya digunakan untuk pengemasan

daging dan ayam, terdiri dari granula-granula polimer superabsorbent di antara dua lapisan polimer mikroporous atau *non-woven* yang bagian pinggirnya dikelim. Absorber ini akan menyerap air serta mencegah perubahan warna dari produk dan kemasan. Polimer yang sering digunakan untuk menyerap air adalah garam poliakrilat dan kopolimer dari pati. Polimer superabsorben ini dapat menyerap 100-500 kali dari beratnya sendiri. Alat yang sama dengan skala yang lebih besar digunakan untuk menyerap lelehan es pada transportasi ikan segar dan hasil laut lain melalui udara.

Penurunan kelembaban relatif di sekitar kemasan akan menurunkan aktivitas air di permukaan bahan pangan, sehingga dapat memperpanjang umur simpannya. Kondisi ini dapat diperoleh dengan cara menyerap air dalam bentuk fase uapnya sehingga penggunaan humektan lebih efektif daripada polimer superabsorbing. Perusahaan Showa Denko Co., di Jepang telah mengembangkan film (*Pichit*) yang dapat menyerap uap air dan digunakan untuk rumah tangga. Film ini dilaminasi dengan propilen glikol dan polivinil alkohol (PVA). Film PVA akan menahan glikol tapi permeabilitasnya terhadap air sangat tinggi. Bahan pangan dibungkus di dalam selofan kemudian dimasukkan ke dalam kantung *Pichit* dan disimpan dalam refrigerator. Perbedaan aktivitas air antara bahan pangan dan glikol berarti bahwa air ditarik dari permukaan bahan pangan dan diabsorpsi oleh film. Pengaruh yang diinginkan, misalnya mengeringnya permukaan biasanya akan terjadi dalam waktu 4-6 jam. Masa simpan ikan yang disimpan dikemas dengan bahan penyerap air ini 3-4 hari lebih panjang dari pada ikan yang dikemas tanpa penyerap air. Kantung *Pichit* dapat digunakan kembali yaitu untuk 10 kali penggunaan setelah bahan yang dikemas dikeluarkan dengan cara mencuci kantung di dalam air dan dikeringkan.

Penambahan bahan anti kabut (anti fog) yang dicampur dengan resin polimer sebelum proses ekstrusi dapat mencegah timbulnya kabut dan embun di permukaan kemasan. Bahan amfilik akan menurunkan tegangan permukaan di antara polimer dan konsendasi air, akibatnya tetesan air akan menyebar sebagai lapisan tipis yang transparan di permukaan film polimer. Konsumen akan dapat melihat dengan jelas produk yang ada di dalamnya, tetapi air masih tetap ada dan berpotensi untuk menyebabkan kebusukan. Oleh karena itu, perlakuan ini hanya digunakan untuk memperindah bentuk kemasan aktif tapi tidak untuk memperpanjang masa simpannya.

F. ETHANOL EMITTERS

Etanol digunakan sebagai bahan pengawet selama berabad-abad lamnya. Pada konsentrasi yang tinggi etanol dapat mendenaturasi protein dari kapang dan ragi sehingga dapat bersifat sebagai antimikroba walaupun pada dosis yang rendah. Penyemprotan etanol pada bahan pangan sebelum dikemas dapat memberikan pengaruh yang baik, tetapi pada beberapa kasus pemberian etanol yang dimasukkan ke dalam *sachet* sehingga dapat menghasilkan uap etanol lebih baik dari pada penyemprotan etanol.

Etanol emitters dengan nama dagang *Ethicap* terdiri dari campuran etanol dan air yang dijerap pada

bubuk silika oksida, dan dimasukkan ke dalam *sachet* yang terbuat dari kertas dan kopolimer etil vinil asetat (EVA). Bau alkohol dapat ditutupi dengan penambahan flavor seperti vanila, pada *sachet*. Ukuran *sachet* tergantung pada aktivitas air (a_w) bahan pangan dan masa simpan yang diinginkan dari produk.

Di Jepang generator uap etanol terutama digunakan untuk produk *bakery* yang berkadar air tinggi dan produk-produk ikan. *Cake* dengan kadar air tinggi masa simpannya 20 kali lebih panjang jika pada kemasannya dimasukkan *sachet* yang dapat mengeluarkan uap etanol.

Keuntungan generator uap etanol adalah memperpanjang umur simpan, menghambat proses *staling* pada produk *bakery*, dan mencegah tumbuhnya mikrobia. Ethanol emitters dimasukkan ke dalam kemasan segera setelah proses pembakaran (*baking*) dan pendinginan dengan kondisi yang steril. Kelemahan dari penggunaan uap etanol untuk tujuan pengawetan adalah : pembentukan aroma yang tidak diinginkan pada bahan pangan, absorpsi dari *head space* oleh bahan pangan, pada beberapa kasus konsentrasinya pada produk meningkat 2 kali dari konsentrasi awal sehingga menimbulkan masalah dalam standard mutu. Jika sebelum dikonsumsi produk dipanaskan terlebih dahulu dengan oven, maka etanol yang terakumulasi sebagian besar akan diuapkan. Oleh karena itu produk yang mengandung *ethanol emitters* hendaknya dipanaskan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi.

G. BAHAN KEMASAN AKTIF

Komponen-komponen pangan yang tidak diinginkan, dapat dikeluarkan dengan bantuan kemasan yang didisain khusus, sehingga terjadi interaksi selektif antara kemasan dengan bahan produk. Eliminasi komponen pangan lebih dimungkinkan untuk diaplikasikan pada produk cair, dimana molekul-molekulnya bebas bergerak, dan proses pemisahannya tidak dibatasi oleh komponen dengan tekanan uap yang tinggi pada suhu penyimpanan. Teknologi ini hendaknya tidak digunakan untuk menutupi kerusakan produk dari konsumen, misalnya untuk menutupi adanya perubahan bau oleh mikrobia. Sebaliknya kemasan harus dapat mempertahankan komponen-komponen produk pangan yang diinginkan, misalnya zat gizi.

1. Bahan Kemasan Yang dapat Menyerap Oksigen

Penggunaan bahan penyerap oksigen yang dimasukkan ke dalam sachet dan ditempatkan di dalam kemasan produk pangan, mempunyai beberapa kelemahan, yaitu :

- konsumen harus hati-hati, agar sachet tersebut tidak sampai dimakan, dan ini mengharuskan pihak produsen untuk membuat label "Jangan Dimakan" pada sachet absorber.
- *sachet* harus dibuat dari bahan yang tidak mudah sobek

Kelemahan ini dapat diatasi dengan membuat absorber oksigen sebagai bagian dari kemasan, dengan cara mengintegrasikan absorber oksigen dengan film polimer, adhesif, tinta atau bahan pelapis

(*coating*). Substrat yang mengkonsumsi oksigen dapat berupa polimer itu sendiri atau komponen-komponen lain pada kemasan yang mudah teroksidasi. Absorber oksigen yang dapat dicampur dengan film polimer adalah sulfit logam, asam askorbat dan besi.

Penggunaan adsorber oksigen yang dicampur dengan bahan kemasan menimbulkan masalah, yaitu film kemasan tersebut harus stabil pada kondisi udara biasa sebelum digunakan sebagai bahan kemasan, atau film kemasan tersebut tidak boleh menyerap oksigen sebelum bahan pangan dikemas. Masalah ini dapat diatasi dengan memasukkan beberapa jenis mekanisme aktivasi yang memicu kemampuan film untuk menyerap oksigen, pada sistem kemasan. Misalnya dengan menambahkan katalis pada saat pengisian produk atau memaparkan cahaya pada kemasan sehingga reaksi penyerapan oksigen dapat terjadi.

Hasil penelitian di Australia menunjukkan bahwa reaksi penyerapan oksigen oleh besi berlangsung sangat lambat. Oleh karena itu para peneliti kemudian mengembangkan zat warna yang sensitif terhadap cahaya yang dicampur dengan film polimer, ketika film diiradiasi dengan sinar ultra violet, zat pewarna akan mengaktivasi O_2 ke bentuk singletnya sehingga reaksi pengeluaran oksigen menjadi lebih cepat. Metode lain adalah meningkatkan kadar air untuk memicu reaksi penyerapan oksigen. Penggunaan sebuah permukaan reaktor enzim yang terdiri dari campuran enzim enzim glukosa oksidase dan katalase juga merupakan cara lain untuk mengatur konsentrasi O_2 di dalam kemasan pangan. Enzim mudah dilekatkan pada permukaan poliolefin seperti PE dan PP karena kedua kemasan ini merupakan substrat yang baik untuk imobilisasi enzim.

Kemampuan film kemasan yang dicampur dengan bahan penyerap oksigen untuk menyerap oksigen lebih kecil daripada absorben oksigen yang dimasukkan ke dalam sachet. Oleh karena itu aplikasinya sebelum dipasarkan masih harus mempertimbangkan segi-segi ekonomisnya.

2. Bahan Kemasan dengan Antioksidan

Industri kemasan menggunakan antioksidan untuk kestabilan kemasan, dan saat ini antioksidan yang dikembangkan adalah antioksidan alami untuk menggantikan antioksidan sintesis. Di dalam kemasan, antioksidan berfungsi sebagai *barrier* bagi difusi O_2 serta mentransfernya ke produk yang dikemas untuk mencegah reaksi oksidasi. Vitamin E dapat digunakan sebagai antioksidan, serta dapat dimigrasikan ke bahan pangan. Pelepasan vitamin E dari kemasan ke bahan pangan dapat menggantikan antioksidan sintesis. Saat ini antioksidan yang banyak dipakai adalah BHT (*Butylated hidroxytoluen*).

3. Bahan Kemasan Enzimatis

Enzim yang dapat merubah produk secara biokimia dapat digabung dengan bahan kemasan.

Kelebihan kolestrol dapat menyebabkan penyakit jantung, dan penambahan enzim kolestterol reduktase ke dalam susu akan mengurangi resiko kelebihan kolesterol. Konsumsi produk hasil ternak yang mengandung lakosa pada golongan orang tertentu dapat menyebabkan laktose intoleran. Penambahan enzim laktase pada bahan kemasan susu dapat mengurangi kandungan laktosa pada susu yang dikemasnya.

4. Antimikroba Di Dalam Bahan Kemasan

Animikroba yang dicampur atau diberikan pada permukaan bahan pangan akan memperpanjang umur simpan bahan pangan tersebut. Penambahan antimikroba mungkin juga dilakukan dengan cara mencampurnya ke dalam bahan kemasan yang kemudian dalam jumlah kecil akan bermigrasi ke dalam bahan pangan. Cara ini efektif diberikan pada kemasan vakum karena bahan kemasan dapat bersentuhan langsung dengan permukaan panan.

Bahan yang mempunyai pengaruh antimikroba, misalnya nisin yang diproduksi oleh *Lactococcus lactis*, asam organik, ester dan sorbat, serta bahan kemasan yang mengandung kitosan, allil-isotiosianatt yang diperoleh dari lobak dan oligosakarida siklik.

Beberapa bahan kemasan komersial yang mengandung antimikroba adalah :

- partikel keramik yang mengandung komponen aktif yaitu aluminium silikat dan perak
- bubuk kering yang dibuat dengan mengantikan antimikroba tembaga atau perak pada atom kalsium dari hidroksiapatit
- zeolit sintesis dan perak
- Tembaga dan mangan, atau nikel dan perak yang mengandung zeolit
- Magnesium oksida dan zink oksida juga terbukti mempunyai kemampuan sebagai bakterisida dan bakteristatis.

Pelepasan bahan antimikroba di dalam kemasan dapat diperoleh dengan berapa cara, yaitu :

- secara tradisonal dengan cara menambahkan sachet berisi bahan anti mikorba dan bersifat permiable atau porous ke dalam kemasan
- mengkombinasikan bahan-bahan pengawet ke dalam atau di atas bahan kemasan polimer dengan cara mencampur atau menggunakan teknik pelapisan lain
- meletakkan bahan antimikroba diantara lapisan atau dienkapsulasi agar dapat keluar secara perlahan-lahan menuju bahan pangan
- menggunakan enzim yang diimobilisasi dan bahan yang mempunyai gugus fungsional animikroba yang terikat secara kimia pada permukaan bahan.

Beberapa gugus fungsional yang memiliki aktivitas antimikroba elah ditambahkan dan diimobilisasi pada permukaan film polimer dengan modifikasi metode kimia sebagai berikut :

- Peptida yang terikat secara kovalen dengan resin tidak larut air dan mempunyai aktivitas antimikroba

- Polimer yang permukaannya disinari dengan sinar laser merupakan cara yang efektif untuk memperbaiki sifat-sifat adhesi dari polimer, memodifikasi sifat penghambatan (*barrier*) dan memberikan aktivitas antimikroba pada polimer. Penggunaan iradiasi UV pada panjang gelombang 193 nm menggunakan *UV excimer laser* akan mengubah gugus amida pada permukaan plastik poliamida menjadi amin dan mempunyai aktivitas antimikroba.

Bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai antimikroba adalah etanol dan alkohol lain, asam organik, garam (sorbit, benzoat, propionat), bakteriosin dan lain-lain.

H. BAHAN PENGIKAT AROMA

Selama penyimpanan produk yang dikemas dapat menghasilkan flavor yang tidak diinginkan, yang dapat berasal dari degradasi komponen bahan pangan, atau penyerapan bau dari lingkungannya. Jika pada bahan kemasan dapat ditambahkan bahan yang dapat mengikat aroma-aroma yang tidak diinginkan, maka penurunan mutu sensori produk dapat dicegah.

Penambahan komponen-komponen yang dapat mengikat aroma pada bahan kemasan, saat ini belum terdapat secara komersial, tetapi hasil penelitian menunjukkan bahwa hal ini mungkin untuk dilakukan. Misalnya kemampuan poliamida dan selulosa ester untuk mengeluarkan limonin yang terasa pahit pada juice jeruk. Pelapisan botol plastik dengan selulosa triasetat, akan mengurangi kadar limonin sebanyak 25% selama 3 hari.

Degradasi protein dari ikan akan menghasilkan amin yang mengandung komponen *malodorous* yang tidak diinginkan. Dari hasil penelitian di Jepang, ternyata penggunaan polimer yang dikombinasikan dengan asam sitrat dapat menghilangkan komponen amin dari produk ikan. Kantung yang berisi garam besi dan asam sitrat juga dapat menyerap amin. Tapi cara ini dapat menyebabkan terjadinya reaksi yang tidak diinginkan, yaitu terbentuknya aldehid melalui reaksi autooksidasi lemak, sehingga produk menjadi tidak disukai. Hal ini merupakan masalah utama dalam penyimpanan produk-produk berlemak seperti keripik, kacang-kacangan, sereal dan biskuit. Dupont yang merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi plastik kemasan, saat ini sudah mengembangkan kemasan pangan yang dapat mengeluarkan aldehid dari *head-space* kemasan. Formulasi pelapisan yang terdiri dari komponen zink dan asam polikarboksilat dapat menghilangkan noda jika diberikan pada bahan polimer untuk kemasan.

Kehilangan bau dan flavor pada bahan pangan dapat disebabkan oleh kemasan itu sendiri. Bahan-bahan aditif dan monomer kemasan dapat bermigrasi ke dalam bahan pangan yang menyebabkan perubahan nilai organoleptik yang tidak diinginkan. Monomer stiren dalam konsentrasi yang sangat kecil menimbulkan masalah noda. Hasil penelitian menunjukkan myrcene yang dimasukkan ke dalam bahan kemasan stiren dapat menghilangkan pengaruh ini melalui reaksi dengan monomer stiren yang tertinggal.

Komponen naringin yang menimbulkan rasa pahit pada juice jeruk dapat dihilangkan dengan cara menambahkan enzim naringinase pada bahan kemasannya, sehingga juice jeruk yang dihasilkan

rasanya lebih manis dan disukai oleh konsumen.

Cara lain untuk menutupi flavor yang tidak diinginkan, adalah dengan menambahkan flavor yang tajam ke dalam bahan kemasan, dalam bentuk aroma yang dienkapsulasi, dan aroma ini akan keluar ketika kemasan dibuka.

Masalah utama dalam penambahan bahan-bahan tambahan ini ke dalam kemasan, adalah laju pengeluarannya dari kemasan ke bahan pangan. Cara untuk mengontrol laju pengeluaran komponen ini adalah dengan memilih jenis polimer yang mempunyai karakteristik difusi terhadap komponen tersebut.

I. FILM YANG SENSITIF TERHADAP SUHU

Permeabilitas film akan meningkat dengan meningkatnya suhu, dan hal ini perlu diperhitungkan dengan teliti sebelum memilih jenis film kemasan yang akan digunakan. Dalam beberapa hal peningkatan permeabilitas ini diinginkan, misalnya pada produk-produk yang berespirasi, yaitu untuk mencegah terjadinya respirasi anaerob. Manipulasi film kemasan dapat dilakukan dengan meningkatkan permeabilitasnya dan/atau merubah permeabilitas terhadap O_2 dan CO_2 melalui perilaku respirasi produk.

Pembuatan lubang perforasi dengan ukuran beberapa mikron akan memberikan kondisi yang diinginkan pada beberapa produk segar, atau dengan membuat film dari dua lapisan film yang sama, atau dari dua lapisan film dengan ketebalan yang berbeda tapi bahannya sama. Jika suhu meningkat atau turun, lapisan-lapisan akan berekspansi pada laju yang berbeda.

Cara lain yang dapat dilakukan untuk produk-produk dengan laju respirasi tinggi, adalah menambahkan bahan pengisi tertentu pada resin polimer, sehingga film akan berisi mikroporous yang memfasilitasi keluar masuknya gas dari kemasan. Permeabilitas kemasan terhadap gas dipengaruhi oleh ukuran partikel dan jumlah bahan pengisi serta daya tarik film. Bahan-bahan pengisi ini dapat berupa $CaCO_3$ dan SiO_2 .

J. KEMASAN YANG DAPAT MENGENDALIKAN SUHU

Sifat- sifat sensori dari produk sangat dipengaruhi oleh suhu. Jika produk langsung dikonsumsi dari kemasannya, maka diharapkan penggunaan kemasan dapat membantu memberikan suhu yang optimum untuk produk tersebut.

1. Self-heating

Saat ini di pasaran telah tersedia jenis kemasan yang dapat meningkatkan sendiri suhu di dalamnya, misalnya pada kemasan minuman. Permintaan akan kemasan yang dapat memanaskan sendiri ini semakin meningkat terutama untuk bahan-bahan pangan yang dikonsumsi dalam

keadaan panas, seperti sop dan kopi, sehingga harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi. Dengan menggunakan kemasan yang dapat memanaskan sendiri begitu kemasan dibuka, maka makanan tersebut tidak perlu lagi dipanaskan sebelum dikonsumsi.

Prinsip pemanasan didasarkan pada teori bahwa jika bahan-bahan kimia tertentu tercampur maka akan dihasilkan panas. Contohnya adalah campuran antara besi, magnesium dan air garam pada makanan siap saji, dapat memanaskan makanan tersebut ketika kemasannya dibuka, dan makanan tidak perlu dipanaskan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi.

Logam-logam ini ditambahkan ke dalam kemasan kantung PET, air garam (*salt water*) dimasukkan ke dalam kantung yang terpisah dan kantung ini kemudian dimasukkan ke dalam kantung yang berisi logam, kemudian dimasukkan ke dalam kemasan bahan pangan, dan diletakkan pada wadah tahan panas. Dalam waktu 15 menit suhu bahan pangan akan mencapai 60°C. Kemasan lain yang berfungsi memanaskan sendiri adalah dengan menggunakan reaksi antara kapur (*lime*) dengan air.

2. *Self-cooling*

Kemasan *self cooling* digunakan untuk kemasan bir dan minuman ringan. Kemasan ini sudah tersedia pertama kali diproduksi oleh perusahaan *Crown Cork & Seal*, yaitu berupa kemasan minuman ringan dari kaleng (yang diproduksi oleh *Tempra Technologies*). Teknologi *Crown/Tempra* ini menggunakan panas laten penguapan air untuk menghasilkan pengaruh mendinginkan. Air terikat pada lapisan gel yang dikemas terpisah dari kaleng minuman, dan panasnya dapat langsung mengenai minuman. Konsumen memutar dasar kaleng untuk membuka katup yang akan menyentuh desikan yang berada terpisah di bagian luarnya. Kemudian akan terjadi penguapan air pada suhu ruang, dan penurunan suhu hingga 16.7°C terjadi dalam waktu 3 menit.

Metode lain adalah dengan memasukkan bahan berupa amonium klorida dan amonium nitrat yang dimasukkan ke dalam ruang kosong dari kaleng. Jika amonium klorida dan amonium nitrat tercampur dengan air, maka campuran ini akan menyerap panas dan menurunkan suhu produk. Cara ini memerlukan pengocokan kemasan sebelum didinginkan, sehingga tidak cocok digunakan untuk minuman berkarbonasi dan bir.

K. TEKNIK INTELLIGENT PACKAGING

Teknik kemasan pintar yang ada saat ini mempunyai indikator untuk suhu dan indikator O₂. Indikator ini bertujuan untuk menunjukkan apakah mutu produk di dalamnya sudah menurun, sebelum produk tersebut menjadi rusak. Contoh indikator-indikator dalam kemasan aktif dapat dilihat pada Tabel 10.3 dan 10.4.

Tabel 10.3 Contoh indikator eksternal dan internal yang digunakan pada kemasan aktif (Hu

Teknik	Prinsip/Reagent	Aplikasi
<i>Time-temperature indicators</i> (eskternal)	Mekanis, kimia, enzimatik	Bahan pangan yang disimpan pada suhu dingin atau beku
Indikator O ₂ (internal)	Warna redoks, warna pH	Bahan pangan yang dikemas dengan pengurangan konsentrasi O ₂
Indikator pertumbuhan mikroba	Warna pH, warna-warna reaksi dengan metabolit tertentu	Bahan pangan yang mudah rusak

Sumber : Hurme *et al.*, (2002)

Tabel 10.4. Beberapa perusahaan dan nama dagang dari indikator pintar komersial

Perusahaan	Negara	Nama Dagang
Time-temperature indicator		
- Lifelines Technologies Inc.	USA	Fresh-Check
- Trigon Smartpak Ltd	UK	Smartpak
- 3M Packaging System Division	USA	MonitorMark
- Visual Indicator Tag System Ab	Swedia	Vitsab
Indikator oksigen		
- Mitsubishi Gas Chemical Co.Ltd	Jepang	Ageless-Eye
- Toppan Printing Co.,Ltd	Jepang	-
- Tagosei Chem.Industry Co.,Ltd.	Jepang	-
- Finetec Co.,Ltd	Jepang	-

Sumber : Hurme *et al.*, (2002)

1. Time-Temperature Indicators

Alat ini menunjukkan jika terjadi kesalahan dalam suhu penyimpanan, dan juga menduga sisa umur dari produk pangan. Ada dua *type time-temperature indicator* yaitu :

- yang memberikan perubahan suhu yang masuk untuk menunjukkan kumulatif dari perubahan suhu di atas suhu kritis dan lamanya perubahan suhu itu terjadi (*Time-temperature indicators* – TTI)
- yang memberikan informasi apakah suhu berada di atas atau di bawah suhu kritis (*Temperature indicators* – TI)

Label TI yang diletakkan pada kemasan pangan, akan memberikan informasi mengenai panas yang masuk ke dalam kemasan selama distribusinya, biasanya ditunjukkan dengan respons yang dapat dilihat dalam bentuk deformasi mekanis, perubahan warna atau pergerakan warna. Ratusan paten telah dikeluarkan untuk penemuan-penemuan mengenai TI dan TTI, tapi hanya sedikit yang digunakan secara komersial.

Syarat-syarat TTI untuk dapat digunakan secara komersial dalam kemasan pangan adalah :

- mudah untuk digunakan dan diaktivasi

- tidak merusak kemasan
- harus diaplikasikan dan diaktivasi pada saat pengemasan (bukan sebelum pengemasan). TTI yang ada saat ini biasanya sudah aktif sebelum digunakan untuk kemasan, sehingga harus disimpan pada suhu di bawah titik kritisnya atau harus diaktivasi secara fisik sebelum digunakan.
- harus memberikan respon yang akurat mengenai perubahan suhu penyimpanan dan fluktuasi suhu yang cepat. Respon ini harus tidak dapat balik (*irreversible*) dan berkorelasi dengan kerusakan aktual pada bahan pangan.
- Mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi pengaruh suhu dan waktu selama periode penyimpanan.
- mudah dibaca dan jelas sehingga tidak terjadi kesalahpahaman oleh konsumen.

Prinsip penggunaan alat TTI terdiri dari reaksi enzim, polimerisasi, korosi, suhu titik leleh dan kristal cair. Pada umumnya, output dari alat ini adalah berupa perubahan atau pergerakan warna, atau kombinasi keduanya. Tiap-tiap produk pangan memberikan reaksi yang berbeda terhadap kondisi penyimpanan, oleh karena itu diperlukan TTI yang dapat merespon secara benar berbagai kombinasi waktu dan suhu yang kritis.

2. Indikator O_2 dan CO_2

Permeabilitas kemasan terhadap gas merupakan sifat penting dalam pemilihan jenis kemasan. Jika terjadi kebocoran pada kemasan, maka modifikasi atmosfer di sekitar kemasan yang sudah dibuat optimal sesuai dengan kebutuhan produk, akan rusak, karena gas akan masuk ke dalam kemasan, dan mutu produk pangan menjadi menurun. Oleh karena itu terjadinya kebocoran pada kemasan harus dapat dideteksi untuk menghindari terjadinya kerusakan produk.

Pada kemasan dengan konsentrasi CO_2 yang tinggi, kebocoran berarti terjadinya peningkatan konsentrasi O_2 dan penurunan konsentrasi CO_2 di dalam kemasan, dan ini dapat mengakibatkan pertumbuhan mikroba perusak. Untuk dapat meningkatkan mutu dan keamanan pangan, maka perlu dilakukan pengendalian kerusakan melalui deteksi kebocoran pada kemasan.

Indikator O_2 yang tersedia secara komersial umumnya berbentuk label warna yang dilaminasikan pada film polimer atau tablet. Indikator ini akan bereaksi dengan O_2 yang masuk ke dalam kemasan melalui lubang kemasan yang bocor, atau digunakan sebagai absorber O_2 sehingga semua O_2 yang masuk ke dalam kemasan akan diserap. Indikator O_2 yang paling banyak digunakan adalah Ageless-Eye (diproduksi oleh Mitsubishi Gas Chemical Co., Jepang), yang berupa O_2 scavenger, dan akan berwarna pink jika tidak ada oksigen di lingkungan tersebut (<0.1%) dan berwarna biru jika O_2 lebih dari 0.5%.

Indikator O₂ dapat digunakan untuk memastikan bahwa produk sudah dikemas secara benar. Tetapi, alat ini mempunyai kekurangan di dalam distribusi, karena kebanyakan indikator O₂ sangat sensitif terhadap O₂ dari kemasan gas dan perubahan warnanya bersifat dapat balik (*reversible*). Indikator ini dapat bereaksi dengan sisa O₂ yang ada di dalam kemasan, atau alat ini menunjukkan tidak ada O₂, karena oksigen yang ada telah digunakan oleh mikroba perusak untuk pertumbuhannya. Oleh karena itu perubahan warna dari indikator harus tidak dapat balik (*irreversible*).

Tipe visual dari indikator oksigen terdiri dari : perubahan warna redoks, serta komponen reduksi dan komponen alkali. Komponen-komponen tersebut misalnya pelarut (air dan/atau alkohol) dan *bulking agent* (misalnya zeolit, gel silika, bahan selulosa, polimer).

Indikator CO₂ diperlukan pada kemasan dengan konsentrasi CO₂ yang ditentukan (bisa untuk menunjukkan konsentrasi CO₂ yang terlalu rendah atau terlalu tinggi. Contohnya, indikator CO₂ yang terdiri dari 5 *strips* indikator. *Strips* ini terdiri dari bahan yang sensitif terhadap CO₂, seperti indikator anion dan kation liofilik organik. Konsentrasi CO₂ ditunjukkan oleh perubahan warna dari satu atau lebih *strips*.

3. Indikator Kesegaran dan Kematangan

Label indikator dari COX Recorders (USA) dengan nama dagang Fresh Tag® digunakan untuk menunjukkan kesegaran dari ikan. Indikator ini bereaksi dengan perubahan warna yang terjadi dari pembentukan amin volatil selama penyimpanan ikan. Penggunaan warna pH dengan indikator *bromothymol blue* dapat menunjukkan terjadinya peningkatan konsentrasi CO₂ karena pertumbuhan mikroba, yang sekaligus menunjukkan sudah adanya kerusakan bahan pangan oleh mikrobia. Penggunaan enzim oksidase laktase sebagai bahan yang sensitif terhadap oksigen juga sudah diteliti, api belum digunakan secara komersial.

Indikator kematangan merupakan variasi lain dari kemasan yang mengendalikan suhu, dan dapat mendeteksi serta menunjukkan keadaan bahan yang dipanaskan apakah sudah masak atau belum. Type indikator kematangan (*doneness indicator*) yang umum digunakan adalah indikator berupa tombol untuk kematangan produk ternak. Jika suhu tertentu sudah dicapai, maka tombol indikator akan muncul keluar menginformasikan kepada konsumen bahwa daging sudah masak. Bentuk lainnya adalah perubahan warna jika suhu yang diinginkan sudah tercapai. Keterbatasan dari indikator kematangan adalah sulitnya untuk mengamati perubahan warna tanpa membuka oven. Alternatif lain untuk mengatasi ini adalah dengan menggunakan tanda berupa suara.

DAFTAR BACAAN

1. Butler, P. 2001. Intelligent packaging for food, beverages, pharmaceuticals and household products. *Materials World* 9(3) : 11-13.
2. Fellows, P.J. 2000. *Food Processing Technology. Principles and Practice*. 2nd Ed. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England.
3. Hurme, E., T.S-Malm, R. Ahvenainen and T. Nielsen, 2002. *Active and Intelligent Packaging*. In : *Minimal Processing Technologies in Food Industry*. T. Ohlsson and N. Bengtsson (Ed). CRC Press, Cambridge, England.

XI. SISTEM LABELLING PADA KEMASAN PANGAN

A. DISAIN KEMASAN

1. Pengertian dan kegunaan disain grafis pada kemasan

Disain merupakan seluruh proses pemikiran dan perasaan yang akan menciptakan sesuatu dengan menggabungkan fakta, konstruksi, fungsi dan estetika untuk memenuhi kebutuhan manusia. Desain adalah konsep pemecahan masalah rupa, warna, bahan, teknik, biaya, kegunaan dan pemakaian yang diungkapkan dalam gambar dan bentuk.

Penampilan yang baik dari kemasan dapat meningkatkan penjualan dari produk yang dikemas. Promosi dari produk sangat erat kaitannya dengan perilaku saingan dan perilaku konsumen. Banyak metode promosi yang dapat dilakukan seperti promosi melalui media massa, papan di jalanan, dan ini terutama dilakukan apabila produsen ingin memperkenalkan produk barunya. Untuk promosi setelah produk tersebut dikenal oleh konsumen, maka pengemasan produk memegang peranan yang penting.

Berdasarkan pengamatan, banyak konsumen memilih satu jenis produk setelah melihat kemasannya. Hal ini dapat terjadi jika kemasan tersebut memberikan informasi yang cukup bagi calon pembeli, serta mempunyai disain yang menarik pembeli. Disain kemasan yang menarik,

biasanya diperoleh setelah melalui penelitian yang cukup panjang mengenai selera konsumen, yang kemudian diterjemahkan dalam disain grafis cetakan. Disain yang baik tergantung pada keahlian disainer, jenis tinta, bahan dan mesin pencetak.

Perkembangan industri yang pesat menyebabkan kemasan menjadi faktor yang penting dalam pengangkutan dan penyimpanan barang-barang sesuai dengan perkembangan pasar lokal menjadi pasar nasional bahkan internasional.. Pendapatan atau kemakmuran yang berkembang seiring dengan perkembangan industri, pada akhirnya menyebabkan konsumen dihadapkan pada pilihan yang beragam dari produk-produk yang bersaing untuk memperebutkan pasar. Hal ini mendorong pengusaha untuk mempengaruhi pilihan konsumen, yaitu dengan memperkenalkan konsep *branding* untuk membangun personalitas produk yang dapat dikenali konsumen. *Brand* atau merk adalah nama, sibol, disain grafis atau kombinasi di antaranya untuk mengidentifikasi produk tertentu dan membedakannya dari produk pesaing. Nama *brand* yang dicetak dalam kemasan dapat menunjukkan citra produsen dan kualitas produk tertentu.

Saat ini fungsi kemasan tidak hanya sebagai wadah untuk produk, tetapi sudah bergeser menjadi alat pemasaran. Pasar swalayan dan supermarket juga sudah berkembang dengan pesat, sehigga disain grafis pada kemasan produk juga semakin berkembang. Hal ini disebabkan karena pada pasar swalayan , kemasan dapat berfungsi sebagai *wiraniaga diam* yang dapat menjual suatu produk, dan perbedaan dalam bentuk dan dekorasi kemasan berpengaruh besar terhadap penjualan.

2. Faktor-faktor penting dan persyaratan disain kemasan

a. Mampu menarik calon pembeli

Kemasan diharapkan mempunyai penampilan yang menarik dari semua aspek visualnya, yang mencakup bentuk, gambar-gambar khusus, warna, ilustrasi, huruf, merk dagang, logo dan tanda-tanda lainnya. Penampilan kemasan menggambarkan sikap laku perusahaan dalam mengarahkan produknya. Kurangnya perhatian akan kualitas produk dan disain kemasan yang tidak menarik akan menyebabkan keraguan pembeli terhadap produk tersebut.

Penampilam suatu kemasan dapat bervariasi dengan perbedaan warna, bentuk, ukuran, ilustrasi grafis, bahan dan cetakannya. Kombinasi dari unsur-unsur tersebut dapat memantapkan identitas suatu produk atau perusahaan tertentu.

Bentuk dan penampilan kemasan sangat mempengaruhi keberhasilan penjualan produk di pasar swalayan, karena waktu yang diperlukan oleh konsumen untuk memutuskan membeli atau tidak suatu produk di pasar swalayan hanya satu seperlima detik. Pada situasi swalayan, kemasan harus menarik perhatian di antara produk-produk yang saling bersaing. Agar kemasan menjadi menarik, disainer harus dapat menciptakan kemasan dengan bentuk yang unik, paduan warna yang serasi, tipografi yang sesuai disain yang praktis, menarik dan sebagainya.

b. Menampilkan produk yang siap jual

Ketika konsumen sudah tertarik untuk membeli, pertimbangan konsumen berikutnya untuk menentukan membeli atau tidak adalah isi kemasan (produk di dalamnya). Oleh karena itu kemasan harus dapat menunjukkan kepada pembeli isi atau produk yang dikemasnya. Kelebihan-kelebihan dari produk harus dapat ditonjolkan pada kemasan, seakan-akan produk tersebut memang disajikan untuk calon pembeli secara memuaskan.

Sasaran konsumen dari produk yang dijual ditunjukkan melalui desain kemasan, seperti misalnya kelompok usia (makanan bayi, susu formula), jenis kelamin dan kelompok etnis. Menurut Raphael (1969) hampir 70 persen dari pembelian di toko swalayan adalah hasil pengambilan keputusan sejenak pada saat pembeli berada di toko tersebut. Didapat 50 persen dari semua pembelian di toko swalayan adalah karena dorongan hati. Kemasan harus mampu mengubah rencana pembeli untuk mengambil suatu produk dari merek lain menjadi produk serupa yang disajikan.

Ketika tidak ada pilihan produk yang ditawarkan, keputusan konsumen untuk membeli atau tidak relatif mudah. Akan tetapi pada pasar yang bersaing, produsen harus berusaha untuk mempengaruhi pilihan konsumen. Hal ini berarti produsen perlu mengetahui motivasi konsumen dalam memilih. Motivasi konsumen dalam memilih antara lain karena: 1) murah, 2) sesuai dengan kebutuhan dan 3) kebanggaan.

Pria akan lebih tertarik pada kemasan yang menunjukkan kejantanan, sedangkan wanita lebih menyukai produk yang tampak cantik. Anak muda lebih tertarik pada kemasan yang menggugah atau menggairahkan, sedangkan orangtua lebih konservatif. Disainer kemasan perlu mempelajari perilaku konsumen untuk menganalisa pengaruh kemasan terhadap pola pembelian konsumen, menemukan bagaimana kemasan diciptakan agar layak dalam lingkungan pasar yang makin kompleks, mengurangi waktu belanja, dan pengaruh kemasan dalam menarik mata pelanggan (*eye catching*).

Minat konsumen untuk membeli dapat ditarik dengan memperagakan produk tersebut pada tempat yang menyenangkan, dalam bentuk yang menarik dengan dukungan latar belakang yang baik. Contohnya dapat kita lihat pada kemasan untuk biskuit tertentu yang digambarkan langsung sehingga mengundang selera, kosmetik dan alat-alat rias wanita di diberi kemasan yang berkesan glamour dengan menggunakan ilustrasi keindahan, wanita yang rapi atau lukisan.

c. Informatif dan komunikatif

Gagalnya fungsi kemasan dapat menyebabkan produk yang dijual tidak akan pernah beranjak dari tempatnya. Kemasan harus dapat dengan cepat menyampaikan pesan dan dengan jelas semua informasi yang bersangkutan harus disampaikan kepada pembeli bahwa produk tersebut akan memuaskan kebutuhan dan lebih baik dari merek produk lain yang sejenis.

Hal yang penting disampaikan di dalam kemasan adalah identitas produk, yang akan mempermudah seseorang menjadi tertarik akan suatu merek dibanding merek lain yang tidak jelas identifikasinya. Hal-hal yang dapat menunjukkan identitas produk seperti warna, rasa, bentuk dan

ukuran harus dapat diketahui oleh konsumen melalui kemasan.

Jenis atau identitas produk harus juga diberikan porsi menonjol pada panel utama kemasan. Identifikasi jenis produk dapat dicapai dengan menggunakan merek dagang dan logo. Penekanan terakhir untuk jenis atau perusahaan dapat diwujudkan melalui penggunaan kata-kata dan simbol-simbol khusus. Penempatan yang menonjol dari merek dagang atau logo membantu mengidentifikasi produk yang dikemas. Suatu produk dari suatu perusahaan dapat membantu penjualan produk-produk lain dari perusahaan yang sama. Kepuasan konsumen akan suatu produk akan mendorong pembeli untuk membeli produk lain dari perusahaan yang sama.

Falsafah Inggris yang menyatakan "*the product is the package*" atau barang produk ditentukan oleh kemasannya, hendaknya diterapkan oleh produsen. Mutu kemasan dinilai dari kemampuan dalam memenuhi fungsi yaitu kemasan dituntut untuk memiliki daya tarik lebih besar daripada barang yang dibungkus (misalnya kemasan minyak wangi). Keberhasilan suatu kemasan ditentukan oleh estetika dimana di dalamnya terkandung keserasian antara bentuk dan penataan disain grafis tanpa melupakan kesan jenis, ciri atau sifat barang yang diproduksi.

Petunjuk yang lengkap untuk penggunaan produk dan kemasan sangat penting. Pada produk-produk makanan, kemudahan memahami petunjuk untuk menyiapkan dan menggunakan resep harus diikutsertakan. Petunjuk cara membersihkan untuk jenis pakaian tertentu adalah contoh lain untuk informasi penggunaan produk. Pada produk-produk yang membahayakan kesehatan pemakai, maka kemasan harus menekankan agar pengguna berhati-hati dalam bekerja.

Informasi tentang cara penggunaan pada kemasan sangatlah membantu. Petunjuk yang benar tentang cara membuka dan menutup kembali kemasan harus diberikan. Semua gambaran yang menyenangkan, khususnya yang baru atau berbeda harus ditunjukkan.

Semua informasi yang dibutuhkan yang menyangkut undang-undang harus terlihat pada kemasan, meskipun persyaratan-persyaratan tersebut sangat tergantung pada klasifikasi produk termasuk hal-hal seperti nama dan alamat pembuat kemasan, berat bersih, kandungan-kandungannya dan pernyataan-pernyataan lain. Informasi ini harus ditulis dan ditunjukkan serta mudah dilihat, dibaca dan dimengerti oleh konsumen. Berat bersih, harus selalu diperlihatkan pada label kemasan.

d. Menciptakan rasa butuh terhadap produk

Banyak produk dengan jenis yang sama tetapi merk berbeda terdapat di pasaran, yang menyebabkan terjadinya persaingan antar produsen. Raphael (1963) mengemukakan hasil studi mengenai "*The 7th Du Pont Consumer Buying Habits*", yaitu bahwa 62,6 persen pembeli yang diwawancarai di toko swalayan tidak memiliki daftar belanja. Karena itu kondisi sesaat, seperti telah diuraikan dimuka, dapat merebut hati pembeli untuk dapat merebut hati pembeli untuk memilih produk yang ditampilkan. Kemasan yang dapat menimbulkan minat yang kuat terhadap produk akan terpilih pada waktu yang cukup lama.

Salah satu cara untuk menimbulkan minat terhadap suatu produk adalah dengan mengingatkan calon pembeli terhadap iklan yang pernah dibuat. Kemasan harus mampu menerangkan dengan jelas iklan tersebut. Ikon-ikon mengenai manfaat kesehatan, prestise, kemewahan yang ditonjolkan pada kemasan akan dapat menunjang pemenuhan kebutuhan psikologis dan memudahkan pembelian produk tersebut. Dengan meningkatkan ingatan membeli akan iklan, penekanan pada kesenangan dan penunjang fasilitas untuk pemenuhan kebutuhan psikologis, kemasan dapat membantu menimbulkan rasa butuh terhadap produk tersebut.

B. BAHASA DISAIN GRAFIS

Unsur-unsur atau bahasa disain grafis yaitu bahasa visual atau bahasa simbol yang diungkapkan melalui bentuk, ilustrasi-ilustrasi, warna dan huruf.

1. Bentuk kemasan

Perbedaan bentuk kemasan suatu produk dengan produk pesaing dapat mengingatkan konsumen akan produk tersebut, walaupun mereknya sendiri mungkin tidak teringat lagi. Parfum *Charlie* akan mudah dikenali dari bentuknya yang menyerupai bola tenis, botol sirup *Marjan* dan sirup *Tessty* yang spesifik juga mudah untuk dikenali. Bentuk dan warna kemasan yang spesifik mempunyai daya tarik tersendiri. Dengan bentuk dan warna yang diperbarui, kadang-kadang menimbulkan kesan bahwa mutu produk tersebut diperbarui pula.

Kemasan dengan ukuran yang berbeda memungkinkan pembeli dari tingkat pendapatan yang berbeda untuk membeli produk yang sama. Dengan kombinasi bentuk, warna, dan ukuran kemasan yang berbeda, perusahaan dapat meningkatkan penjualan hasil produksinya.

Bentuk kemasan harus berhubungan dengan produk. Suatu contoh yang baik dalam hal ini adalah upaya beberapa pabrik minuman ringan dalam mengemas minuman-minuman diet dalam botol-botol yang terlihat ramping. Pabrik-pabrik kosmetika melakukan pekerjaan yang sangat baik dalam merencanakan kesan kewanitaan melalui bentuk-bentuk kemasan khusus untuk krim, obat-obatan pencuci, lipstik dan alat-alat bantu perawatan. Hal ini dapat ditemukan pada kemasan-kemasan yang didisain untuk industri parfum.

Kemasan dengan alas yang berisi memudahkan penanganan dan penumpukan di tingkat penyalur. Kemasan dari bumbu (saus) untuk selada adalah suatu contoh yang baik dari suatu usaha untuk membuat produk lebih mudah digunakan. Kemasan-kemasan gaya baru, seperti yang digunakan untuk zat pemutih dan cuka, dengan bentuk yang memungkinkan untuk mudah dipegang menjadikan penanganan yang mudah dan juga mengamankan produk yang dikemas.

Perubahan gaya hidup masyarakat, dimana semakin banyaknya wanita yang bekerja, menyebabkan kebutuhan akan produk siap santap dalam kemasan yang sekali pakai (*single-serve packaging*) semakin meningkat. Dahulu jenis kemasan ini hanya untuk snacks, permen, minuman ringan dan mi instan. Saat ini sudah banyak dikembangkan untuk bahan pangan lain mulai dari

bahan pangan untuk sarapan hingga makanan dengan lauk pauk yang lengkap (*full-five course meal*). Target konsumennya juga bervariasi dari anak-anak hingga orang dewasa, dengan bahan kemasan yang terbuat dari plastik PET atau karton yang dilaminasi.

2. Ilustrasi dan dekorasi

Ilustrasi grafis dan fotografi memudahkan produsen memantapkan citra suatu produk. Fungsi utama ilustrasi adalah untuk informasi visual tentang produk yang dikemas, pendukung teks, penekanan suatu kesan tertentu dan penangkap mata untuk menarik calon pembeli. Gambar tersebut dapat berupa gambar produk secara penuh atau terinci, serta dapat juga merupakan hiasan (dekorasi). Sebaiknya gambar tidak mengacaukan pesan yang akan disampaikan. Gambar dan simbol dapat menarik perhatian dan mengarahkan perhatian pembeli agar mengingatnya selama mungkin. Disertai penggunaan bahasa yang umum yang dengan cepat dapat dimengerti oleh setiap orang. Ilustrasi kemasan biasanya merupakan hal pertama yang diingat konsumen sebelum membaca tulisannya. Suatu ilustrasi yang baik harus :

- berfungsi lebih dari sekedar menggambarkan produk atau menghiasi kemasan
- menimbulkan daya tarik dan minat, sehingga akan lebih cepat dan efektif daripada pesan tertulis.
- sesuai dengan keyakinan dan selera pemakai
- mengikuti perkembangan dan perubahan sejalan dengan perubahan minat dan cara hidup target kelompok konsumen.
- tidak berlebihan atau kurang sesuai karena akan membingungkan konsumen.

Foto atau ilustrasi diperlukan untuk menggambarkan produk olahan dalam bentuk yang lebih menarik. Sebagai contoh kotak karton untuk mengemas beras kencur, gula asam dan sorbat oleh industri jamu. Perancang biasanya menggambarkan gambar-gambar yang abstrak untuk ilustrasi bagi produk kosmetik, farmasi, perawatan tubuh dan lain-lain.

3. Warna

Warna kemasan merupakan hal pertama yang dilihat konsumen (*eye catching*) dan mungkin mempunyai pengaruh yang terbesar untuk menarik konsumen. Pengaruh utama dari warna adalah menciptakan reaksi psikologis dan fisiologis tertentu, yang dapat digunakan sebagai daya tarik dari disain kemasan.

Sehubungan dengan kesan fisiologis atau psikologis maka ada dua 2 golongan warna yang dikenal, yaitu :

1. Warna panas (merah, jingga, kuning), dihubungkan dengan sifat spontan, meriah, terbuka, bergerak dan menggelisahkan), warna panas disebut *extroverted colour*.
2. Warna dingin (hijau, biru dan ungu), dihubungkan dengan sifat tertutup, sejuk, santai, penuh pertimbangan, sehingga disebut *introverted colour*.

Kesan psikologis dan fisiologis dari masing-masing warna antara lain adalah :

Biru	: dingin, martabat tinggi
Merah	: berani, semangat, panas
Purple	: keemasan, kekayaan
Oranye	: kehangatan, enerjik
Hijau	: alami, tenang
Putih	: suci, bersih
Kuning	: kehangatan
Coklat	: manis, bermanfaat
Pink	: lembut, kewanitaan

Oranye dan merah merupakan warna-warna yang menyolok dan dinilai mempunyaidaya tarik yang besar. Pada kemasan, warna biru dan hitam jarang digunakan sebagai warna yang berdiri sendiri, eapi dipadukan dengan warna lain yang kontras, seperti hitam dengan kuning, biru dengan putih atau warna lainnya.

Selera suatu negara atau bangsa dapat dipertegas dengan warna, sebagai contoh:

- Merah, disukai rakyat Italia, Singapura dan Meksiko. Kurang disukai oleh rakyat Chili, Inggris dan Guatemala.
- Biru, warna maskulin di Inggris dan Swedia. Warna feminim di Belanda.
- Kuning, disukai rakyat Asia seperti Cina, jepang, dan korea.
- Hijau, warna sejuk bagi orang-orang Amerika, Iran, Irak, India, Pakistan. Warna suci di negara-negara Arab.
- Hitam, warna berkabung pada hampir semua negara. Sebaiknya juga merupakan warna yang disukai di Spanyol.

Diketahui bahwa rata-rata tiap orang mengenal 18-20 warna. Warna tersebut menyebabkan barang-barang terjual dengan baik di pasaran. Warna-warna yang sederhana lebih mudah diingat dan memiliki kekuatan besar dalam menstimulasi penjualan, sementara warna-warna aneh dan eksotis cepat dilupakan dan biasanya berpengaruh kecil di pasaran.

Pemilihan warna oleh konsumen sangat sukar ditentukan. Hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan dan budaya, karena pemilihan warna tidak pernah tetap, tetapi senantiasa berubah. Faktor-faktor yang menenukan pemilihan warna di antaranya adalah kondisi ekonomi, tingkat umur, jenis kelamin

Kondisi ekonomi seseorang dapat mempengaruhi pemilihannya terhadap warna. Warna cerah dan riang lebih populer pada waktu-waktu resesi dan warna-warna konservatif dipilih pada waktu-waktu sukses.

Pemilihan warna juga beragam untuk tiap tingkatan umur. Anak-anak kecil di bawah usia 3 tahun menyukai warna merah, dari usia 3-4 tahun menyukai kuning. Anak-anak muda menyukai warna-warna lembut dan yang lebih tua menyukai warna meriah, walaupun sebagian merasa terbatas dan

menentukan warna yang lebih konservatif.

Jenis kelamin juga berperan dalam pemilihan warna, wanita umumnya menyukai warna merah, sedangkan pria cenderung menyukai warna biru.

Warna pada kemasan dapat berfungsi untuk :

a. Menunjukkan ciri produk

Warna kemasan dapat menunjukkan karakteristik produk yang dikemasnya. Warna pink atau merah jambu sering digunakan untuk produk-produk kosmetika, warna hijau yang terpadu dalam kemasan permen menunjukkan adanya flavor mint. Kombinasi biru dan putih pada air mineral atau pasta gigi memberi kesan bersih dan higienis.

Warna juga berhubungan erat dengan rasa pada makanan, seperti :

1. Merah dapat berarti pedas atau mungkin rasa manis
2. Kuning menunjukkan rasa asam
3. Biru dan putih umumnya menunjukkan rasa asin
4. Hitam diartikan pahit

b. Diferensiasi produk

Warna dapat menjadi faktor terpenting dalam memantapkan identitas produk suatu perusahaan, seperti warna kuning pada produk Eastman Kodak. Warna sering digunakan sebagai salah satu cara untuk melakukan diferensiasi produk lini, seperti pada kosmetika.

c. Menunjukkan kualitas produk

Warna dapat disosialisasikan dengan kualitas suatu produk, seperti warna emas, maroon dan ungu sering dikaitkan sebagai produk mahal dan simbol status, sedangkan untuk produk-produk murah atau produk konsumsi masa sering ditunjukkan dengan warna kuning.

Persyaratan yang diperlukan untuk memilih warna dalam pengemasan dan pemasaran adalah sebagai berikut :

- Warna kemasan hendaknya menarik, merangsang rasa, pandangan dan penciuman dengan penampilan visualnya sehingga menimbulkan minat pembeli.
- Warna yang digunakan diharapkan mempunyai nilai yang baik untuk diingat. Dapat menunjang ingatan dan pengakuan yang baik akan jenis atau produk tersebut. Karena kemampuan seseorang untuk mengidentifikasi warna-warna tertentu dapat menurunkan kemampuannya untuk mengingat produk tersebut, maka penggunaan warna-warna yang eksotis dan tidak layak harus dihindari.
- Untuk penjualan secara swalayan, kisaran warna harus dibatasi. Warna-warna murni yang cerah biasanya lebih disukai. Untuk penjualan dengan menggunakan pelayanan dan penjualan "door to door", ukuran kisaran warna yang lebih luas dapat digunakan. Seperti halnya warna cerah, warna-warna murni memiliki nilai emosional tertinggi dan harus digunakan pada penjualan secara swalayan. Warna-warna tenang dan lembut dapat digunakan dan mempunyai pengaruh yang baik untuk benda-benda yang mahal yang tidak dijual secara swalayan.

- Warna dipilih untuk menarik perhatian pembeli. Jenis kelamin, status ekonomi, kelompok umur, lokasi geografis dan faktor-faktor lain yang akan membantu dalam penentuan warna yang menarik untuk digunakan pada berbagai situasi pemasaran.
- Warna-warna kemasan tidak hanya harus menciptakan atau menimbulkan minat dalam penyaluran dalam jumlah besar, tapi juga harus disenangi di rumah tangga.
- Diperlukan suatu seleksi yang teliti tentang jenis dan intensitas penerangan di toko atau tempat-tempat yang digunakan untuk barang atau bahan pangan yang dikemas. Lampu penerangan berpengaruh nyata terhadap warna-warna kemasan. Warna kemasan dapat berubah atau menyimpang jika dipandang di bawah pengaruh dua warna cahaya yang berbeda.
- Warna kemasan harus dapat mencirikan bagian-bagian kemasan. Bagian kemasan yang perlu diperlihatkan lebih tajam dapat diberi warna yang dominan.

4. Cetakan Kemasan

Pada kemasan sering diuliskan isi dari kemasan dan cara penggunaannya. Cetakan yang sederhana, jelas, mudah dibaca dan disusun menarik pada disain kemasan dapat membantu memasarkan produk, Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menampilkan cetakan pada kemasan adalah :

- Tata letak (*lay out*).** Tulisan pada permukaan kemasan hendaknya mudah dibaca. Informasi dasar yang ditampilkan pada bagian muka meliputi identitas perusahaan atau merk, nama produk dan deskripsinya, manfaat untuk konsumen, dan keperluan-keperluan hukum. Bagian belakang atau bagian dalam kemasan dapat digunakan lebih bebas.
- Huruf.**
Huruf besar atau huruf kapital memudahkan untuk dibaca daripada huruf kecil, dan huruf yang ditulis renggang lebih mudah dibaca daripada huruf yang ditulis rapat. Penggunaan huruf-huruf untuk memberi informasi pada label kemasan hendaknya cukup jelas. Kata-kata dan kalimatnya harus singkat agar mudah dipahami. Bentuk huruf dan tipografi tidak saja berfungsi sebagai media komunikasi, tapi juga merupakan dekorasi kemasan. Oleh karena itu huruf-huruf yang digunakan harus serasi. Dalam beberapa kasus, yaitu pada penjualan barang tidak secara swalayan, sifat kemudahan untuk dibaca dapat diabaikan.
- Komposisi standar dan proporsi** masing-masing komponen produk hendaknya ditampilkan dengan warna yang mudah dibaca, seperti tidak menggunakan warna kuning atau putih pada dasar yang cerah.
- Bentuk permukaan.** Cetakan pada permukaan yang datar lebih mudah dibaca daripada cetakan pada permukaan yang bergelombang.

C. LABELLING

Label atau disebut juga etiket adalah tulisan, tag, gambar atau deskripsi lain yang tertulis, dicetak,

distensil, diukir, dihias, atau dicantumkan dengan jalan apapun, pada wadah atau pengemas. Etiket tersebut harus cukup besar agar dapat menampung semua keterangan yang diperlukan mengenai produk dan tidak boleh mudah lepas, luntur atau lekang karena air, gosokan atau pengaruh sinar matahari.

Berdasarkan Undang-Undang RI No. 7 tahun 1996 yang dimaksud dengan label pangan adalah setiap keterangan mengenai pangan yang berbentuk gambar, tulisan, kombinasi keduanya, atau bentuk lain yang disertakan pada pangan, dimasukkan ke dalam, ditempelkan pada, atau merupakan bagian kemasan pangan. Pada Bab IV Pasal 30-35 dari Undang-Undang ini diatur hal-hal yang berkaitan dengan pelabelan dan periklanan bahan pangan.

Tujuan pelabelan pada kemasan adalah :

- memberi informasi tentang isi produk yang diberi label tanpa harus membuka kemasan
- sebagai sarana komunikasi antara produsen dan konsumen tentang hal-hal dari produk yang perlu diketahui oleh konsumen, terutama yang kasat mata atau yang tidak diketahui secara fisik
- memberi petunjuk yang tepat pada konsumen hingga diperoleh fungsi produk yang optimum
- sarana periklanan bagi konsumen
- memberi rasa aman bagi konsumen

Informasi yang diberikan pada label tidak boleh menyesatkan konsumen. Pada label kemasan, khususnya untuk makanan dan minuman, sekurang-kurangnya dicantumkan hal-hal berikut (Undang-Undang RI No. 7 tahun 1996 tentang Pangan) :

a. Nama produk

Disamping nama bahan pangannya, nama dagang juga dapat dicantumkan. Produk dalam negeri ditulis dalam bahasa Indonesia, dan dapat ditambahkan dalam bahasa Inggris bila perlu. Produk dari luar negeri boleh dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia.

b. Daftar bahan yang digunakan

Ingradien penyusun produk termasuk bahan tambahan makanan yang digunakan harus dicantumkan secara lengkap. Urutannya dimulaid ari yang terbanyak, kecuali untuk vitamin dan mineral. Beberapa perkecualiannya adalah untuk komposisi yang diketahui secara umum aau makanan dengan luas permukaan tidak lebih dari 100 cm², maka ingradien tidak perlu dicantumkan.

c. berat bersih atau isi bersih

Berat bersih dinyatakan dalam satuan metrik. Untuk makanan padat dinyatakan dengan satuan berat, sedangkan makanan cair dengan satuan volume. Untuk makanan semi padat atau kental dinyatakan dalam satuan volume atau berat. Untuk makanan padat dalam cairan dinyatakan dalam bobot tuntas.

d. nama dan alamat pihak yang memproduksi atau memasukkan pangan ke dalam wilayah

Indonesia

label harus mencantumkan nama dan alamat pabrik pembuat/pengepak/importir. Untuk makanan impor harus dilengkapi dengan kode negara asal. Nama jalan tidak perlu dicantumkan apabila sudah tercantum dalam buku telepon.

e. keterangan tentang halal

Pencantuman tulisan halal diatur oleh keputusan bersama Menteri Kesehatan dan Menteri Agama Mo. 427/MENKES/SKB/VIII/1985. Makanan halal adalah makanan yang tidak mengandung unsur atau bahan yang terlarang/haram dan atau yang diolah menurut hukum-hukum agama Islam. Produsen yang mencantumkan tulisan halal pada label/penandaan makanan produknya bertanggung jawab terhadap halalnya makanan tersebut bagi pemeluk agama Islam. Saat ini kehalalan suatu produk harus melalui suatu prosedur pengujian yang dilakukan oleh tim akreditasi oleh LP POM MUI, badan POM dan Departemen Agama.

f. tanggal, bulan, dan tahun kedaluwarsa.

Umur simpan produk pangan biasa dituliskan sebagai :

- *Best before date* : produk masih dalam kondisi baik dan masih dapat dikonsumsi beberapa saat setelah tanggal yang tercantum terlewati
- *Use by date* : produk tidak dapat dikonsumsi, karena berbahaya bagi kesehatan manusia (produk yang sangat mudah rusak oleh mikroba) setelah tanggal yang tercantum terlewati.

Permenkes 180/Menkes/Per/IV/1985 menegaskan bahwa tanggal, bulan dan tahun kadaluarsa wajib dicantumkan secara jelas pada label, setelah pencantuman *best before / use by*. Produk pangan yang memiliki umur simpan 3 bulan dinyatakan dalam tanggal, bulan, dan tahun, sedang produk pangan yang memiliki umur simpan lebih dari 3 bulan dinyatakan dalam bulan dan tahun. Beberapa jenis produk yang tidak memerlukan pencantuman tanggal kadaluarsa :

1. Sayur dan buah segar
2. Minuman beralkohol
3. *Vinegar* / cuka
4. Gula / sukrosa
5. Bahan tambahan makanan dengan umur simpan lebih dari 18 bulan
6. Roti dan kue dengan umur simpan kurang atau sama dengan 24 jam

Selain itu keterangan-keterangan lain yang dapat dicantumkan pada label kemasan adalah nomor pendaftaran, kode produksi serta petunjuk atau cara penggunaan, petunjuk atau cara penyimpanan, nilai gizi serta tulisan atau pernyataan khusus.

Nomor pendaftaran untuk produk dalam negeri diberi kode MD, sedangkan produk luar negeri diberi kode ML. Kode produksi meliputi : tanggal produksi dan angka atau huruf lain yang mencirikan *batch* produksi. Produk-produk yang wajib mencantumkan kode produksi adalah :

- susu pasteurisasi, strilisasai, fermentasi dan susu bubuk
- makanan atau minuman yang mengandung susu
- makanan bayi
- makanan kaleng yang komersial
- daging dan hasil olahannya

Petunjuk atau cara penggunaan diperlukan untuk makanan yang perlu penanganan khusus sebelum digunakan, sedangkan petunjuk penyimpanan diperlukan untuk makanan yang memerlukan cara penyimpanan khusus, misalnya harus disimpan pada suhu dingin atau suhu beku.

Nilai gizi diharuskan dicantumkan bagi makanan dengan nilai gizi yang difortifikasi, makanan diet atau makanan lain yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan. Informasi gizi yang harus dicantumkan meliputi : energi, protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral atau komponen lain. Untuk makanan lain boleh tidak dicantumkan.

Tulisan atau pernyataan khusus harus dicantumkan untuk produk-produk berikut :

- Susu kental manis, harus mencantumkan tulisan : "Perhatikan, Tidak cocok untuk bayi"
- Makanan yang mengandung bahan yang berasal dari babi harus diulis : "MENGANDUNG BABI"
- Susu dan makanan yang mengandung susu
- Makanan bayi
- Pemanis buatan
- Makanan dengan Iradiasi ditulis : RADURA dan logo iradiasi
- Makanan Halal, tulisan halal ditulis dalam bahasa Indonesia atau Arab

Persyaratan umum tentang pernyataan (klaim) yang dicantumkan pada label kemasan adalah :

- Tujuan pencantuman informasi gizi adalah memberikan informasi kepada konsumen meliputi informasi jumlah zat gizi yang terkandung (bukan petunjuk berapa harus dimakan).
- Tidak boleh menyatakan seolah-olah makanan yang berlabel gizi mempunyai kelebihan daripada makanan yang tidak berlabel
- Tidak boleh membuat pernyataan adanya nilai khusus, bila nilai khusus tersebut tidak sepenuhnya berasal dari bahan makanan tersebut, tetapi karena dikombinasikan dengan produk lain. Misalnya sereal disebut kaya protein, yang ternyata karena dicampur dengan susu pada saat dikonsumsi.
- Pernyataan bermanfaat bagi kesehatan harus benar-benar didasarkan pada komposisi dan jumlahnya yang dikonsumsi per hari.

Gambar atau logo pada label tidak boleh menyesatkan dalam hal asal, isi, bentuk, komposisi, ukuran atau warna. Misalnya :

- gambar buah tidak boleh dicantumkan bila produk pangan tersebut hanya mengandung perisa buah
- gambar jamur utuh tidak boleh untuk menggambarkan potongan jamur

- gambar untuk memperlihatkan makanan di dalam wadah harus tepat dan sesuai dengan isinya. Saran untuk menghidangkan suatu produk dengan bahan lain harus diberi keterangan dengan jelas bila bahan lain tersebut tidak terdapat dalam wadah.

D. PROSES PENCETAKAN

Ada 5 (lima) proses yang digunakan untuk mencetak kemasan film atau kertas, yaitu :

1. *Flexographic printing (Letterpress/Relief printing)*

Metode ini merupakan metode yang paling tua, yang pada awalnya dulu terbuat dari batu ajde, gading gajah, logam atau kayu. Letterpress merupakan pencetakan yang bersifat imbul, dimana tinta dicetakkan pada alur yang timbul pada piringan atau logam cetak. Bagian yang tenggelam tidak diberi tinta, sehingga jika dicetak kelak akan menghasilkan bagian yang tidak diberi warna. Karena tinta yang digunakan kental, maka hasilnya akan tetap tinggal pada bagian yang tercetak tersebut. Cara ini digunakan untuk karton yang tidak memerlukan cetakan dengan mutu yang baik.

2. *Photogravure printing (Intaglio)*.

Proses ini disebut *intaglio*, karena menggunakan permukaan depresi atau lubang yang diisi oleh tinta, yang kemudian dipindahkan ke kertas. Hal ini memberikan kesan tajam dan lunaknya pewarnaan pada proses pencetakan. Permukaan alur cetak dibentuk dengan proses asam pada logam (korosif), tinta akan ditahan oleh alur sel-sel tersebut. Kelebihan tinta akan disapu oleh *dokter blade*. Jika kertas ditekan oleh alur penekan, tinta akan tersedot keluar dan menempel pada kertas. Oleh sebab itu, tinta harus encer dan cepat kering. Alur cetak dapat berbentuk lempengan dari tembaga yang mudah dibentuk oleh proses pengasaman. Lempengan ini direkat pada silinder. Selain tembaga alur cetak juga dapat dibuat dari krom yang direkat pada silinder (*rotogravure*). Alur cetak dari tembaga biasanya untuk cetakan dengan mutu tinggi, seperti kartu undangan, sampul buku atau label untuk uji pasar, sedangkan alur dari krom biasanya untuk jumlah yang banyak.

Proses *photogravure* menghasilkan cetakan dengan mutu yang tinggi dan gambar yang lebih realistis, tetapi biayanya lebih mahal daripada *letterpress*.

3. *Offset Lithography (Planographic)*

Proses ini ditemukan oleh Alois Senefelder pada tahun 1796 dan dikembangkan di Munich tahun 1798. Planograph didasarkan pada sifat air dan minyak yang tidak dapat bercampur. Disain digambar pada bau kapur dengan krayon berminyak, lalu menyemprotnya dengan air sebelum diberi tinta. Hasilnya yaitu baian yang tertutup air ternyata menolak tinta, sednagkan

baian yang tertutup krayon menerima tinta. Alur cetak bertinta dari batu kapur berlapis krayon segera dipindahkan ke kertas.

4. *Screen Printing*

Screen printing atau cetak sablon/cetak layar adalah proses dimana tinta disemprotkan melalui permukaan layar yang berpori-pori ke substrat misalnya kertas atau kain atau bahan lainnya. Layar diletakkan atau direkatkan ke bahan yang akan disablon, lalu tinta disemprotkan dan diperas melalui pori-pori tersebut. Proses ini dapat manual, semi otomatis atau otomatis.

5. *Ink-jet Printing*

Pada proses ini tetesan tinta bermuatan listrik dibelokkan oleh piringan deflektor bermuatan listrik untuk membentuk gambar.

Tinta yang berbentuk tepung secara elektrik atau elektrostatis akan tertarik oleh medan listrik antara layar dengan logam pencetak (bahan tersebut tidak dipengaruhi oleh medan listrik), misalnya buah telur, logam, keramik, kertas beralur. Untuk merekatkan tinta dapat dibantu dengan panas, uap atau gas pelarut. Teknik ini dapat diaplikasikan pada :

- aneka bentuk, ukuran dan ketebalan hasil cetakan
- permukaan yang seragam atau beragam
- aneka warna
- bahan-bahan yang panas, misalnya gelas yang baru keluar dari pemijaran
- bahan yang sensitif terhadap tekanan

E. PENCETAKAN KEMASAN

1. Mencetak pada Kertas, Selopan dan Karton

a. Lembaran, gulungan, kertas, dan label

Dahulu kertas dicetak dengan letterpress sampai ditemukannya flexography. Dan saat ini ada kecenderungan penggunaan proses rotogravure untuk kemasan, dan litografi untuk label.

b. Mencetak pada Selopan

Secara praktis, selopan dicekak dengan flexograph atau rotogravure, yang mempunyai keuntungan sebagai *roll-fed* dan mempunyai silinder pencetak dengan diameter yang beragam dan menekan hasil buangan. Keduanya mempunyai kecepatan yang tinggi, tinta cepat kering, sesuai untuk pencetakan selopan. Graur digunakan untuk jangka waktu yang panjang atau jika menginginkan *halftone* yang halus atau reproduksi yang berwarna. Flexograph digunakan untuk jangka waktu sedang atau pendek dan jika memerlukan perubahan-perubahan pada duplikat.

c. Mencetak pada karton lipat

Pencetakan pada karton lipat biasanya menggunakan letter press, lithograph. Flexograph biasanya digunakan untuk kemasan karton lipat yang dilapisi plastik atau lilin.

2. Mencetak pada Wadah Bergelombang

Proses yang umum digunakan adalah *letterpress* memakai plat cetak dari karet yang khusus serta tinta dari bahan dasar minyak yang kental, dan dapat menutupi kekurangan pada karton karena warnanya yang buram.

Rotogravur dan lithography digunakan secara luas untuk mencetak garis tepi pada bagian luar dari karton sebelum dikombinasikan dengan alur dan garis pada bagian dalam. Pencetakan *screen* digunakan untuk pembuatan kotak dalam jumlah kecil.

3. Mencetak Pada Plastik

Wadah plastik seperti polietilen dan polipropilen, memerlukan proses perubahan permukaan plastik agar tinta dapat melekat. Perubahan ini dapat dilakukan dengan memberi perlakuan kimiawi, pembakaran dan pelepasan lapisan korona.

Perlakuan kimiawi dengan larutan permanganat atau kromat menyebabkan oksidasi atau klorinasi pada lapisan permukaan. Perlakuan ini banyak digunakan untuk wadah cetak karena cepat.

Perlakuan pembakaran dengan api adalah mengoksidasi permukaan pada waktu plastik diletakkan di atas nyala api. Perlakuan ini digunakan untuk lembaran dan wadah kaku.

Pelepasan korona adalah metode paling pening pada lembaran plastik, karena cepat, murah dan dapat dilakukan segera setelah lembaran dipisahkan. Lembaran plastik melewati alat pemutar yang dilapisi dengan dielektrik. Elektroda berada pada posisi di atas dan pada waktu lembaran melewati alat pemutar dan berada di bawah elektroda, maka terjadi pengeluaran elektron yang memancar dan mengoksidasi lembaran.

4. Pencetakan Wadah Logam

Pencetakan logam biasanya menggunakan proses *flexography* atau lithography. Kombinasi dari permukaan yang tidak menyerap dan tinta yang cepat kering sesuai untuk pencetakan logam. *Flexography* biasanya digunakan untuk pencetakan foil (kertas timah/perak), sedangkan *lithography* untuk tube metal yang dapat dilipat, kaleng dan lembaran metal.

5. Mencetak Pada Wadah Gelas

Wadah gelas umumnya dicetak dengan proses *screen*. Dilakukan pada kondisi normal, kemudian wadah gelas dilewatkan pada tungku pembakaran pada suhu 550°C-660°C. Pencetakan

wadah gelas juga dapat dilakukan dengan *ink-jet printing*.

DAFTAR BACAAN

1. Fellows,P.J. 2000. Food Processing Technology. Principles and Practice. 2nd Ed. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England.
2. Syarief, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan gizi, ipb.
3. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1996 tentang Pangan.

XII. PERATURAN-PERATURAN DALAM KEMASAN PANGAN

Kemasan produk pangan selain berfungsi untuk melindungi produk, juga berfungsi sebagai penyimpanan, informasi dan promosi produk serta pelayanan kepada konsumen. Mutu dan keamanan pangan dalam kemasan sangat bergantung dari mutu kemasan yang digunakan, baik kemasan primer, sekunder maupun tertier. Oleh karena itu diperlukan adanya peraturan-peraturan mengenai kemasan pangan, yang bertujuan untuk memberikan perlindungan kepada konsumen.

A. STANDARISASI PRODUK PANGAN

Sistem standarisasi produk pangan yang dikembangkan oleh Direktorat Standarisasi Produk pangan melibatkan tim ahli di bidang terkait dalam mengkaji regulasi yang berkaitan dengan keamanan pangan. Pertimbangan nasional menjadi pertimbangan utama dalam penyusunan regulasi kemasan produk pangan, sehingga produk pangan Indonesia dapat bersaing dengan produk dari pasar global. Produsen pangan berkewajiban menjaga mutu dan keamanan produk

pangan yang dihasilkan serta melengkapi dan menyampaikan protokol pengawasan dan pemeriksaan yang berkaitan dengan penjaminan tersebut.

Regulasi mengenai kemasan, yang ditinjau dari segi keamanan bahan kemasan pangan menyangkut tentang sifat toksiknya terutama yang bersifat kronis. Pada dasarnya terdapat persyaratan-persyaratan yang dapat ditetapkan berkaitan dengan mutu kemasan sehubungan dengan keamanan pangan, diantaranya adalah :

1. jenis bahan yang digunakan dan yang dilarang untuk kemasan pangan
2. bahan tambahan yang diizinkan dan yang dilarang untuk kemasan pangan
3. cemaran
4. residu
5. Migrasi

Di Indonesia pemerintah sedang berusaha untuk menyusun undang-undang yang menetapkan standarisasi kemasan baik kemasan produk untuk makanan dan non makanan yang sifatnya berkembang (*up to date*) dan mengikuti perkembangan teknologi, sehingga pada saat ketentuan hukum ini diterapkan, pengguna kemasan baik itu produsen maupun masyarakat merasa lebih erjamin dan aman dalam segala aspek.

Beberapa dasar hukum yang bisa dijadikan acuan untuk kemasan pangan antara lain : UU No.7/1996 tentang pangan (UU No 7/1999) dan peraturan Menteri Kesehatan RI No.329/Menkes/XII/76 tentang produksi dan peredaran pangan, serta Peraturan Pemerintah Nomor 28 tahun 2004 tentang keamanan mutu dan gizi pangan.

B. UNDANG-UNDANG RI NO.7 TAHUN 1996

Undang-undang ini mengamanatkan peraturan pengemasan berkaitan dengan keamanan pangan dalam rangka melindungi konsumen. Pada bagian ke IV pasal 16 -19 dari undang-undang ini membahas tentang kemasan bahan pangan, sedangkan bagian ke V pasal 30-35 membahas tentang pelabelan dan periklanan produk pangan. Isi dari pasal-pasal tersebut adalah sebagai berikut :

Bagian Keempat

Kemasan Pangan

Pasal 16

- (1) Setiap orang yang memproduksi pangan untuk diedarkan dilarang menggunakan bahan apa pun sebagai kemasan pangan yang dinyatakan terlarang dan atau yang dapat melepaskan cemaran yang merugikan atau membahayakan kesehatan manusia.
- (2) Pengemasan pangan yang diedarkan dilakukan melalui tata cara yang dapat menghindarkan terjadinya kerusakan dan atau pencemaran.

- (3) Pemerintah menetapkan bahan yang dilarang digunakan sebagai kemasan pangan dan tata cara pengemasan pangan tertentu yang diperdagangkan.

Pasal 17

Bahan yang akan digunakan sebagai kemasan pangan, tetapi belum diketahui dampaknya bagi kesehatan manusia, wajib terlebih dahulu diperiksa keamanannya, dan penggunaannya bagi pangan yang diedarkan dilakukan setelah memperoleh persetujuan Pemerintah.

Pasal 18

- (1) Setiap orang dilarang membuka kemasan akhir pangan untuk dikemas kembali dan diperdagangkan.
- (2) Ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tidak berlaku terhadap pangan yang pengadaannya dalam jumlah besar dan lazim dikemas kembali dalam jumlah kecil untuk diperdagangkan lebih lanjut.

Pasal 19

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 16, Pasal 17, dan Pasal 18 ditetapkan lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

C. PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 69 TAHUN 1999 TENTANG LABEL DAN IKLAN PANGAN

Peraturan ini berisi tentang hal-hal yang berkaitan dengan label dan iklan produk pangan, yaitu informasi-informasi produk yang harus ditulis pada label, yang tidak boleh dilakukan dalam pembuatan label hingga cara pembuatan label pada kemasan pangan. Informasi tentang produk yang harus dicantumkan, secara lengkap terdapat pada peraturan ini, termasuk juga cara mengiklankan produk.

Apabila suatu perusahaan yang memproduksi bahan pangan menyalahi aturan dalam peraturan ini, maka dapat dikenakan sanksi administratif, berupa :

- a. peringatan secara tertulis;
- b. larangan untuk mengedarkan untuk sementara waktu dan atau perintah untuk menarik produk pangan dari peredaran;
- c. pemusnahan pangan jika terbukti membahayakan kesehatan dan jiwa manusia;
- d. penghentian produksi untuk sementara waktu;
- e. pengenaan denda paling tinggi Rp 50.000.000,00 (limapuluh juta rupiah), dan atau;
- f. pencabutan izin produksi atau izin usaha.

D. PERATURAN KEMASAN KAYU

Khusus untuk kemasan kayu yang akan digunakan untuk ekspor, maka pemerintah Indonesia melalui Menteri Perdagangan mengeluarkan peraturan, yaitu peraturan Menteri perdagangan RI Nomor 02/m-dag/per/2/2006 tentang Ketentuan ekspor produk industri kehutanan

E. PERATURAN INTERNASIONAL TENTANG KEMASAN

Saat ini persyaratan khusus dalam pengemasan produk pangan selalu mengacu pada peraturan internasional seperti FDA (USA), Uni Eropah, Jepang dan Malaysia, sedangkan Indonesia sendiri belum mengatur secara rinci bahan-bahan kemasan yang diperbolehkan dan tidak diperbolehkan untuk mengemas produk pangan.

Di Amerika Serikat pemakaian plastik untuk kemasan pangan diarahkan oleh FDA. Setiap industri harus memberikan informasi kepada FDA tentang jenis plastik dan aditif yang digunakan untuk mengemas makanan tertentu, meliputi komposisi, pelabelan, kondisi pemakaian, data peracunan sisa monomer dan aditif, cara analisis. FDA sendiri juga memberikan petunjuk dan informasi perihal persyaratan-persyaratan terhadap komposisi plastik, penggunaan, data peracunan dan migrasi dari berbagai jenis polimer serta jenis aditif maupun aditif khusus yang ditambahkan untuk memudahkan makanan jenis tertentu.

Masyarakat Ekonomi Eropa juga menekankan sifat-sifat intrinsik sisa monomer dan aditif ini terutama pada daya peracunannya. *British Plastics Federation* menerbitkan hasil riset yang menyangkut keamanan kemasan plastik dalam industri pangan. Sifat peracunan bahan aditif dikaji oleh *British Industrial Biological Research Association*. FDA Jerman Barat dan Belanda juga mengeluarkan hasil penelitian mengenai sifat-sifat intrinsik monomer dan aditif plastik. Perancis mensyaratkan bahwa plastik mesti inert dalam pengertian tidak merusak cita rasa makanan dan tidak beracun. Italia memberi batas maksimum migrasi tidak boleh lebih dari 50 ppm untuk kemasan makanan berukuran 250 ml ke atas, sedangkan untuk kemasan kecil batas maksimumnya 8 mg per dm² lembaran film. Syarat lain harus tidak ada komponen kemasan yang membahayakan kesehatan, plastik harus diuji migrasinya dengan cara yang sudah ditentukan, pewarna tidak boleh termigrasi ke dalam makanan, Pb 0.01 %, As 0.005%, Hg 0.005%, Cd 0.2%, Se 0.01%, amin primer 0.05% dan Ba 0.01%.

Belanda memberikan toleransi maksimum 60 ppm migran ke dalam makanan atau 0.12 mg per cm² permukaan plastik. Jerman Barat 0.06 mg per cm² permukaan plastik.

Bahan berbahaya setingkat vinil klorida tidak boleh lebih dari 0.05 ppm, sedangkan di Swedia hanya boleh 0.01 ppm. Di Swiss sejak tahun 1969, pabrik kemasan plastik dan pengguna harus memberikan data tentang kemasan, migrasi, potensi keracunan dan kondisi pemakaian.

Jepang mensyaratkan migrasi maksimum 30 ppm untuk aditif dan monomer yang tidak berbahaya, sedangkan untuk vinil klorida dan monomer/aditif lain yang peracunannya tinggi hanya 0.05 ppm atau kurang.

Peraturan lain yang digunakan untuk pengemasan bahan pangan adalah peraturan yang dibuat oleh CODEX Alimentarius Commission (CAC), yaitu suatu badan di bawah naungan *Food and Agricultural Organization* (FAO) dan *World Health Organization* (WHO) yang bertugas menangani

standard bahan pangan. Standar yang dikeluarkan CAC ini digunakan sebagai acuan oleh *World Trade Organization* (WTO) dalam pelaksanaan persetujuan *Sanitary and Phytosanitary Measure* (SPS) dan *Technical Barrier to Trade* (TBT).

Standarisasi kemasan produk pangan di Indonesia, sudah harus dimulai dari sekarang, agar produk-produk pangan kita dapat bersaing di pasar global. Untuk itu maka di Indonesia diperlukan adanya undang-undang khusus tentang kemasan pangan yang mengatur tentang jenis kemasan dan bahan yang dapat dikemas dengan jenis kemasan tersebut. Adanya undang-undang ini akan menjadi pegangan bagi konsumen, juga bagi produsen sehingga diharapkan tidak ada lagi persaingan yang tidak sehat di antara sesama industri kemasan baik persaingan harga maupun kualitas.

DAFTAR BACAAN

1. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, 1990. Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi dalam Negeri dan Ekspor Pangan. S.Fardiaz dan D.Fardiaz (ed). Jakarta.
2. Syarief, R., S.Santausa, St.Ismayana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.
3. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1996 tentang Pangan.
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 69 Tahun 1999 tentang Label dan Iklan Pangan