

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 (*supercooled liquid*), tidak mempunyai titik lebur tertentu dan mempunyai viskositas yang tinggi (> 10³ 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 (SiO₂)
- Soda abu (Na₂CO₃) yang dengan pembakaran pada suhu tinggi akan terbentuk Na₂O 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 borosilikat 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°C. Penambahan soda abu akan menurunkan suhu peleburan pada keadaan yang mudah dipraktekkan yaitu 1426-1538°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
Potassium Oksida	K ₂ O	0.44
Batu Kapur (Kalsium Oksida)	CaO	11.7
Magnesium Oksida	MgO	0.19
Aluminium 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
Opak	Kalsium Florida
Abu-abu	Karbon dan Senyawa Belerang

3. Sifat Kedap Gas dan Pelapisan Gelas

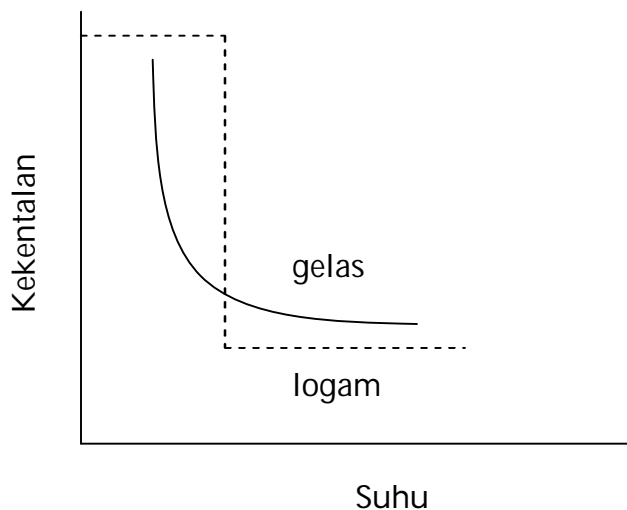
Wadah gelas kedap terhadap semua gas sehingga menguntungkan bagi minuman berkarbonasi karena kecepatan difusinya sama dengan 0. Wadah gelas barrier terhadap benda padat, cair dan gas sehingga baik sebagai pelindung terhadap kontaminasi bau dan cita rasa. Sifat-sifat ketahanan gelas dapat diawetkan dengan 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 $1,5 \times 10^5$ kg/cm². 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 :

$$\sigma_f = \sqrt{\left(\frac{2GE}{L}\right)}$$

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 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 leher 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 Polyhylyene Glikol atau Asam Oleat). *Cold End Coating* ini dilakukan dengan cara menyemprotkan cairan *Carbowax 4000* dengan menggunakan spray gun di atas *conveyor Annealing Lehr*.

Slain *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 (*coefficient 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)
- Aluminium
- Gabus
- Plastik

Bahan-bahan penutup ini dapat bersifat kaku atau fleksibel. 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 aluminium 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 aluminium, penutup plastik atau logam dan aluminium 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.