



# Benda, Sifat dan Kegunaannya

Drs. Arief Sidharta, M.Pd  
Dra. Indrawati, M.Pd

Untuk Guru  
**SD**

# Benda, Sifat dan Kegunaannya

**BERMUTU**

*Better  
Education through  
Reformed  
Management and  
Universal  
Teacher  
Upgrading*



PPPPTK IPA

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam  
untuk Program "BERMUTU"

Jl. Diponegoro 12 Bandung 40115

Tlp. 022-4231191, Fax. 022-42707922

website: [www.p4tkipa.org](http://www.p4tkipa.org) email: [p4tkipa@yahoo.com](mailto:p4tkipa@yahoo.com)

**BERMUTU**

*Better Education through Reformed Management and Universal Teacher Upgrading  
Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam*



Drs. Arief Sidharta, M.Pd  
Dra. Indrawati, M.Pd

# **BENDA, SIFAT, DAN KEGUNAANNYA**

**UNTUK GURU SD**

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)  
untuk Program BERMUTU



Hak Cipta pada PPPTK IPA  
Dilindungi Undang-Undang

# **BENDA, SIFAT, DAN KEGUNAANNYA**

## **UNTUK GURU SD**

Penulis

**Drs. Arief Sidharta, M.Pd**

**Dra. Indrawati, M.Pd**

Penelaah

**Dra. Hj. Renny Sofiraeni, M.Pd**

Desainer Grafis

**Irman Yusron, S.Sos., Agus Maulani, A.Md., Dani Suhadi, S.Sos.**

Penata Letak/Setter

**Noeraida, S.Si**

Diterbitkan oleh

**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)  
untuk Program BERMUTU**

Tahun Cetak

**2009**

## KATA SAMBUTAN

Program BERMUTU (*Better Education through Reform Management and Universal Teacher Upgrading*) merupakan upaya sistematis dalam meningkatkan mutu pendidikan secara menyeluruh dengan melibatkan berbagai institusi, baik di tingkat nasional, provinsi, maupun kabupaten. Upaya peningkatan mutu pendidikan ini, tidak terhenti sampai dengan kabupaten, tetapi memberdayakan forum asosiasi Pendidik dan Tenaga Kependidikan pada unit terkecil, yaitu KKG (Kelompok Kerja Guru) dan MGMP (Musyawarah Guru Mata Pelajaran).

Pemberdayaan secara optimal forum KKG dan MGMP, memerlukan berbagai dukungan dari kita semua, baik dalam hal fasilitasi pada tingkat kebijakan maupun dukungan pada tataran bahan analisis riil kasus, yaitu Modul Suplemen BBM (Bahan Belajar Mandiri). PPPPTK (Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan), sebagai salah satu institusi yang berperan dalam pengembangan bahan belajar sesuai dengan bidang studinya telah menghasilkan modul suplemen BBM. Suplemen BBM yang dikembangkan ini, meliputi suplemen BBM: Ilmu Pengetahuan Alam, Bahasa (Indonesia dan Inggris), Matematika, dan Ilmu Pengetahuan Sosial. Adapun PPPPTK yang terlibat dalam pengembangan modul suplemen BBM yaitu PPPPTK IPA, PPPPTK Matematika, PPPPTK IPS dan PKn, dan PPPPTK Bahasa.

Modul suplemen BBM yang dikembangkan merupakan suplemen dari bahan belajar dalam forum KKG dan MGMP yang dilaksanakan dalam kurun waktu 16 kali pertemuan (minggu), sesuai dengan program BERMUTU. Program 16 kali pertemuan ini diharapkan dapat membawa dampak dalam hal peningkatan kompetensi berkelanjutan (CPD: *Continuous Professional Development*), dan diharapkan dapat memperoleh pengakuan angka kredit (RPL: *Recognition of Prior Learning*). Dalam pengembangannya, modul ini disusun oleh Widyaiswara PPPPTK sebagai unsur NCT (*National Core Team*), yang melibatkan unsur Dosen LPTK, WI LPMP, dan Guru Pemandu untuk meninjau secara komprehensif. Dosen LPTK meninjau modul, antara lain berdasarkan kesesuaian dengan struktur keilmuan dan kesesuaian dengan mata kuliah tertentu di LPTK. Guru Pemandu (SD dan SMP) mengkaji modul antara lain, berdasarkan keterpakaian di KKG dan MGMP dan keterbacaan bagi guru serta kesesuaian dengan masalah yang dihadapi guru dalam melaksanakan tugas profesi. Aspek strategi pembahasan modul ini juga digunakan sebagai dasar untuk menganalisis keterlaksanaan pembahasan modul agar tinggi tingkat keterlaksanaannya dan dapat terpakai secara signifikan oleh guru dalam pembelajaran.

Jakarta, medio September 2009  
Dirjen PMPTK

**Dr. H. Baedhowi**  
NIP. 19490828 1979031 1 001





## KATA PENGANTAR

Modul Suplemen BBM untuk mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dikembangkan oleh PPPPTK IPA. Modul ini ditinjau juga oleh dosen LPTK, Widyaiswara LPMP, dan Guru Pemandu (SD dan SMP). Jumlah modul yang dikembangkan berjumlah 20 buku terdiri atas Sembilan modul untuk kegiatan di KKG dan 10 untuk kegiatan MGMP serta satu panduan sistem pelatihan.

Modul untuk guru SD meliputi: Pengembangan Perangkat Pembelajaran; Penilaian Hasil Belajar; Pembelajaran Aktif, Kreatif, Efektif, Menyenangkan; Model Pembelajaran Terpadu; Hakikat IPA dan Pendidikan IPA; Struktur dan Fungsi Tumbuhan; Benda, Sifat dan Kegunaannya; Energi dan Perubahannya; Bumi dan Alam Semesta.

Modul untuk guru SMP meliputi: Pengembangan Perangkat Pembelajaran; Penilaian Hasil Belajar; Model Pembelajaran Langsung dan Kooperatif; Hakikat IPA dan Pendidikan IPA; Materi dan Sifatnya; Kegunaan Bahan Kimia dalam Kehidupan; Energi dan Perubahannya; Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan; Sistem Tata Surya; dan Media Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.

Panduan sistem pelatihan, diharapkan dapat sebagai pedoman bagi penyelenggara yaitu LPMP, Dinas Pendidikan, PCT, DCT, dan Guru Pemandu mengelola pelatihan dalam program BERMUTU. Dengan demikian pelaksanaan penyelenggaraan peningkatan kompetensi guru sesuai dengan standar dan memperoleh pencapaian sesuai dengan yang diharapkan.

Bandung, medio September 2009  
Kepala PPPPTK IPA,

**Herry Sukarman, MSc.Ed**  
NIP. 19500608 197503 1 002



# DAFTAR ISI

	Hal
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Deskripsi Singkat	2
D. Program Penyajian	2
<b>BAB II BENDA, SIFAT DAN KEGUNAANNYA</b>	<b>3</b>
A. Benang	5
1. Serat yang Berasal dari Hewan	5
2. Serat yang Berasal dari Tumbuhan	6
3. Serat Sintetis dari Hasil Olahan Minyak Bumi	6
B. Kain	8
C. Kertas	10
1. Sifat Kertas	11
2. Bagaimana Proses Pembuatan Kertas?	12
3. Macam-Macam Produksi Kertas	15
4. Penggunaan Kertas	15
5. Ukuran Kertas	16
6. Sifat Bahan Kertas	18
7. Mengetahui Sifat Kertas	19
8. Mendaur Ulang Sampah Kertas	22
D. Karet	23
1. Karet Alami	23
2. Karet Sintetis	24
E. Logam	25
1. Unsur Logam	27
2. Metalurgi	28
3. Kegunaan Logam	30
4. Sifat-Sifat Logam	30
5. Beberapa Unsur Logam dalam Kehidupan Sehari-Hari	31
F. Kayu	42
1. Sifat Kayu	44
2. Hasil Olahan Bahan-Bahan Kimia dari Kayu	45
3. Tekstil dari Kayu	45



	4. Akibat Penggundulan Hutan	46
	5. Masa Depan Kayu	47
	G. Plastik	47
	1. Sejarah Plastik	47
	2. Beberapa Contoh Plastik	50
	3. Dari Mana Plastik Berasal?	56
	4. Polimer dan Plastik	57
	5. Polimer Berdasarkan Asalnya	58
	6. Kegunaan Polimer Sintetik	59
	7. Masalah Akibat Polimer Sintetik	61
	8. Karakteristik Plastik	62
	9. Daur Ulang	62
	10. Mengatasi Masalah Lingkungan yang Berkaitan dengan Penggunaan Plastik	63
	11. Bahaya di Balik Plastik Kemasan Makanan	64
	12. PVC (Polivinil Klorida)	68
	13. PVC Tanpa Pelembut Plastik	70
	14. Kesehatan dan Keamanan	70
	H. Kaca	77
	1. Apakah Kaca Itu?	77
	2. Terbuat Dari Apakah Kaca Itu?	77
	3. Asal Mula Kaca	77
	4. Kaca Rumah	79
	5. Botol dan Guci	80
	6. Serat Kaca	80
	7. Kaca yang Kuat	80
	8. Kaca Khusus	81
	9. Kaca Hiasan	81
	10. Kaca dan Lingkungan	84
	11. Teknologi Kaca	85
	12. Kaca Masa Depan	86
<b>BAB III RANGKUMAN</b>		<b>87</b>
<b>BAB IV EVALUASI</b>		<b>105</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>107</b>





## DAFTAR GAMBAR

		Hal
<b>Gambar 2.1</b>	Contoh benang. a) benang jahit dan b) benang wol	5
<b>Gambar 2.2</b>	Serat wol merupakan contoh serat alami.	6
<b>Gambar 2.3</b>	Serat nilon merupakan serat buatan atau sintetis.	7
<b>Gambar 2.4</b>	Benang kapas dan benang nilon.	7
<b>Gambar 2.5</b>	Benang untuk bahan sulaman	8
<b>Gambar 2.6</b>	Serat Sutra	9
<b>Gambar 2.7</b>	Tumbuhan Papyrus	10
<b>Gambar 2.8</b>	Kertas dapat digunakan untuk membuat koran, buku, dan majalah.	10
<b>Gambar 2.9</b>	Proses pembuatan bubur kayu	13
<b>Gambar 2.10</b>	Proses pengeringan kertas	14
<b>Gambar 2.11</b>	Proses pembentukan dan pemotongan kertas	14
<b>Gambar 2.12</b>	Beberapa contoh penggunaan kertas	16
<b>Gambar 2.13</b>	Salah satu upaya mendaur ulang sampah kertas	23
<b>Gambar 2.14</b>	Karet alam	24
<b>Gambar 2.15</b>	Permen karet mengandung karet stirena butadiena sintesis	25
<b>Gambar 2.16</b>	Kayu	44
<b>Gambar 2.17</b>	Jenis-jenis kayu	45
<b>Gambar 2.18</b>	Sifat kayu	45
<b>Gambar 2.19</b>	Daur ulang dapat membantu mengurangi jumlah penebangan pohon di hutan	47
<b>Gambar 2.20</b>	Meja yang terbuat dari plastik merupakan plastik cetakan dengan kualitas yang kuat dan tahan lama dan lebih kuat dari bahanbahan semula	51
<b>Gambar 2.21</b>	Plastik berasal	58
<b>Gambar 2.30</b>	Rumah modern yang menggunakan PVC yang bercorak kayu	71
<b>Gambar 2.32</b>	Tanda jenis plastik: kode identifikasi Resin	75
<b>Gambar 2.33</b>	Plastik dan kegunaannya	74



## DAFTAR TABEL

		Hal
<b>Tabel 2.1</b>	Ukuran kertas seri A	<b>16</b>
<b>Tabel 2.2</b>	Ukuran kertas seri B	<b>17</b>
<b>Tabel 2.3</b>	Ukuran kertas seri C	<b>17</b>
<b>Tabel 2.4</b>	Ukuran kertas seri R	<b>18</b>
<b>Tabel 2.5</b>	Perbedaan plastik termoplas dan termoset	<b>54</b>
<b>Tabel 2.6</b>	Kode SPI untuk PVC	<b>71</b>
<b>Tabel 2.7</b>	Manfaat kaca	<b>88</b>



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pembahasan Benda, Sifat, dan Kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari sangat penting untuk diberikan kepada siswa. Pembahasan benda bisa sangat luas dan bermacam-macam, oleh karena itu pembahasan benda di sini dibatasi dalam hal berkenaan dengan jenis bahan penyusun benda, dilanjutkan dengan sifat-sifat dan kegunaannya yang banyak ditemukan dan digunakan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari dan disesuaikan dengan Standar Isi KTSP.

Untuk mempelajari benda ditinjau dari jenis bahan penyusun benda, sifat-sifat, dan kegunaannya, Anda dapat mengidentifikasi sendiri dari benda-benda apa saja yang banyak ditemukan, digunakan, dan diperlukan oleh diri siswa sendiri, mulai dari baju, buku, pensil, penghapus pensil, uang, botol wadah makanan atau minuman, sisir, cermin, dan sebagainya. Tahukah Anda, bahan dasar dan bagaimana memperoleh jenis bahan-bahan tersebut hingga proses pembentukan suatu benda terjadi, Sadarkah Anda bahwa jenis bahan penyusun benda tersebut disamping memberikan manfaat dan kemudahan ternyata ada yang dapat menimbulkan masalah bagi kehidupan manusia dan lingkungannya, terutama pasca penggunaan dan pemanfaatan benda tersebut bila diperlakukan tidak sesuai aturan?

Materi Benda yang akan dibahas dalam modul ini meliputi jenis bahan penyusun benda, yaitu: benang, kain, kertas, karet, logam, kayu, plastik, dan kaca; ditinjau dari bahan dasar, proses pembentukannya dalam suatu benda, sifat-sifat, dan kegunaannya. Dalam modul ini dideskripsikan juga bahaya atau dampak negatif yang dapat ditimbulkan dari benda-benda yang terbuat dari bahan plastik, karet, dan logam, terhadap lingkungan sekitar kita; serta aplikasi materi Benda, Sifat-Sifat dan Kegunaannya dalam pembelajaran.





### B. Tujuan

Setelah mempelajari bahan ajar ini diharapkan Anda dapat:

1. menyebutkan jenis-jenis bahan penyusun benda:
  - a. benang
  - b. kain
  - c. kertas
  - d. karet
  - e. logam
  - f. kayu
  - g. plastik
  - h. kaca
  - i. keramik
2. mendeskripsikan bahan dasar dan sifat-sifat serta proses pembuatan masing-masing jenis bahan tersebut dalam membentuk suatu benda;
3. melakukan percobaan yang berhubungan dengan pengujian sifat-sifat masing-masing jenis bahan;
4. mendeskripsikan kegunaan benang, kain, kertas, karet, logam, kayu, plastik, kaca, keramik;
5. menjelaskan bahaya atau dampak negatif yang dapat ditimbulkan dari benda-benda yang terbuat dari bahan plastik, karet, dan logam, terhadap lingkungan sekitar kita.

### C. Deskripsi Singkat

Modul ini mendeskripsikan bahan-bahan penyusun benda meliputi: Benang, Kain, Kertas, Karet, Logam, Kayu, Plastik, dan Kaca. Pada uraian masing-masing bahan penyusun benda tersebut dibahas: pengertian, terdapatnya dan sumber perolehan, sejarah penemuan, sifat-sifat, proses pembuatan, penggunaan, dan dampak terhadap lingkungan serta cara mengatasinya.

### D. Program Penyajian

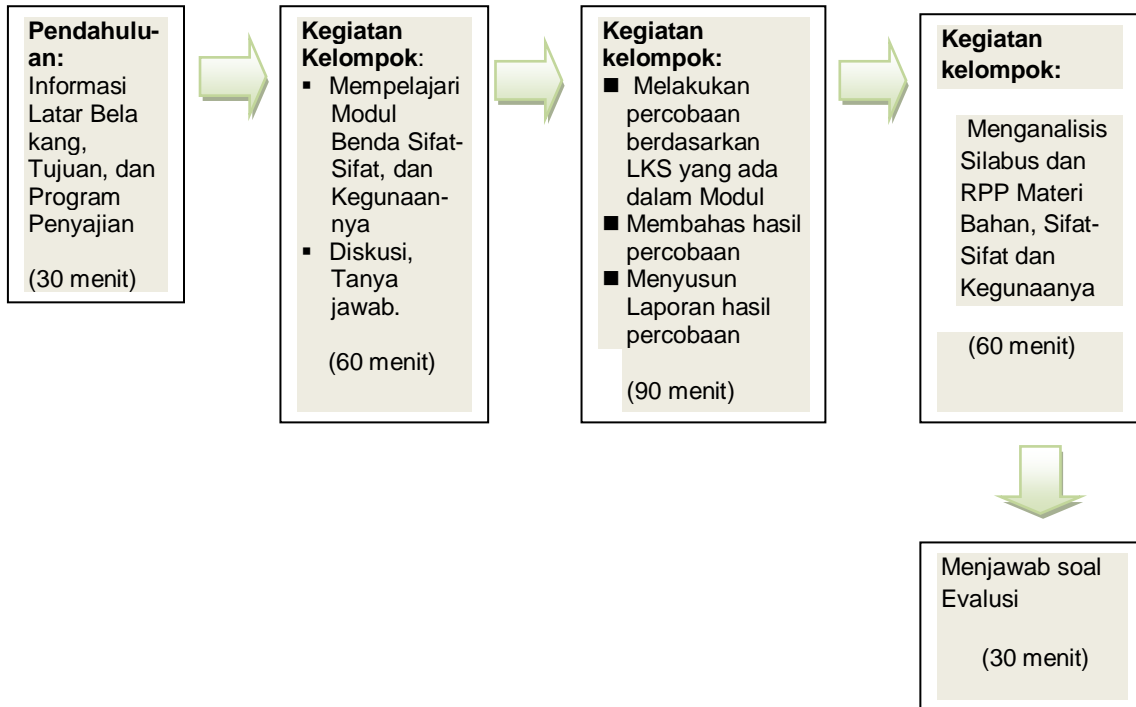
Modul ini diperuntukkan bagi PTK khususnya Guru SD dan Guru IPA SMP sebagai alternatif sumber belajar dalam pertemuan di KKG dalam mata pelajaran IPA atau MGMP IPA pada Kajian materi Benda, Sifat-Sifat dan Kegunaannya.





Alokasi waktu untuk penggunaan modul ini adalah minimal 8 jam penataran @ 45 menit (360 menit). Metode penyajian yang dapat digunakan: tanya-jawab, diskusi, dan praktik. Skenario penyajian dapat dilihat pada bagan di bawah ini.

Alternatif skenario pembelajaran yang dapat digunakan untuk membahas bahan ajar ini adalah sebagai berikut.





## BAB II

# BENDA, SIFAT-SIFAT DAN KEGUNAANNYA

Materi Benda yang akan dibahas dalam modul ini meliputi jenis bahan penyusun benda, yaitu: benang, kain, kertas, karet, logam, kayu, plastik, dan kaca; ditinjau dari pengertian, terdapatnya dan sumber perolehan, sejarah penemuan, sifat-sifat, proses pembuatan, penggunaan, dan dampak terhadap lingkungan serta cara mengatasinya.

### A. Benang

Benang adalah gabungan dari berbagai serat. Contohnya benang yang digunakan untuk menjahit, benang kasur, benang wol, dan benang nilon. Sifat benang di antaranya adalah lentur dan tidak mudah putus. Perhatikanlah Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Contoh benang. a) benang jahit dan b) benang wol





## Bagaimana hubungan antara serat, tali, benang, dan kain?

Serat adalah kumpulan selulosa, karbohidrat jenis polisakarida, protein, atau polietilen berbentuk jaringan serupa benang atau pita panjang berasal dari tumbuhan, hewan atau sintesis. Serat digunakan untuk membuat kertas, tali, dan kain. Sifat serat, yaitu tidak kaku dan mudah terbakar.

### 1. Serat yang Berasal dari Hewan

Contoh serat yang berasal dari hewan adalah wol. Wol dibuat dari bulu domba. Serat lain yang banyak dibuat kain adalah sutra. Sutra dihasilkan oleh ulat ngengat.



Gambar 2.2 Serat wol merupakan contoh serat alami.

### 2. Serat yang Berasal dari Tumbuhan

Contoh serat yang berasal dari tumbuhan, misalnya dari kapas, kapuk, batang pisang kulit kayu, rami, dan rayon. Benang rayon terbuat dari serat selulosa.

### 3. Serat Sintetis dari Hasil Olahan Minyak Bumi

Contoh serat berasal dari hasil olahan minyak bumi, misalnya nilon, polyester, dan serat optik.





**Gambar 2.3** Serat nilon merupakan serat buatan atau sintetis.

Serat merupakan bagian dasar dari tali dan bentuknya berupa untaian yang tidak dapat dipisah lagi. Bahan-bahan yang menyusun tali adalah serat. Misalnya pada senar, nilon, dan ijuk. Senar merupakan serat yang berasal dari plastik, contohnya senar untuk bermain layang-layang dan senar untuk memancing. Nilon merupakan serat buatan sedangkan ijuk adalah serat yang berasal dari pangkal pelepah pohon enau.

Gabungan dari beberapa serat akan membentuk benang. Contohnya benang jahit dan benang kasur. Benang jahit dan benang kasur tersusun dari serat kapas. Tali merupakan gabungan dari beberapa benang yang menjadi satu. Contohnya sumbu dan tambang plastik.

Benang adalah tali halus yang dipintal dari kapas atau bahan sintetis (buatan). Benang jahit biasanya dibuat dari bahan kapas. Benang nilon dibuat dari bahan sintetis. Sifat benang tergantung dari bahan penyusunnya. Benang yang dibuat dari kapas umumnya lebih kuat daripada benang nilon. Oleh karena itu, benang dari kapas digunakan sebagai benang jahit. Fungsi benang jahit untuk menyambung potongan-potongan kain menjadi pakaian. Jahitan pakaian akan kuat dan tahan lama jika menggunakan benang jahit yang kuat pula.



**Gambar 2.4** Benang kapas dan benang nilon.



Tali yang tersusun dari serat memiliki sifat lentur dan kuat. Karena sifatnya itu, tali mudah dililitkan dan dibuat menjadi simpul. Selain bersifat lentur tali juga sangat kuat sehingga dapat digunakan untuk menarik benda, seperti pada saat mobil atau truk mogok. Karpet, korden, sajadah, baju, sulaman, dan celana merupakan benda-benda yang disusun oleh kumpulan-kumpulan tali, yaitu benang. Baju dan celana yang kita pakai berasal dari kain yang juga tersusun dari kumpulan benang.



**Gambar 2.5** Benang untuk bahan sulaman

## **B. Kain**

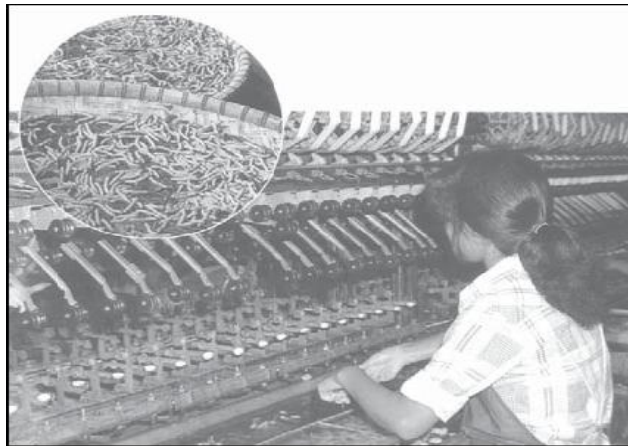
Kain terbuat dari benang. Benang berasal dari serat-serat yang dipintal. Cara pembuatan kain dari benang dapat dibagi dalam dua golongan: menjalin dua macam benang secara tegak lurus, yaitu ditenun; dan saling mengaitkan sosok benang, yaitu merajut. Alat atau mesin-mesin yang dipergunakan masing-masing disebut mesin tenun dan mesin rajut. Serat benang dari bahan kapas banyak digunakan untuk membuat kain sebagai bahan pakaian. Pakaian dari bahan kapas relatif nyaman dikenakan karena mudah menyerap keringat. Kain dari bahan kapas disebut kain katun. Serat kapuk memiliki sifat yang kuat, lentur, dan mudah menyerap air. Serat kapuk cenderung lebih kuat jika dibanding serat kapas. Akan tetapi, serat kapuk kurang halus sehingga jarang digunakan untuk membuat pakaian. Serat kapuk dimanfaatkan untuk membuat perabotan rumah tangga misalnya kaos kaki, kasur, dan sumbu kompor.

Serat dari kulit batang rami merupakan serat yang sangat kuat. Serat rami sangat kasar dan kaku. Oleh karena itu, serat rami sangat jarang digunakan sebagai bahan pakaian. Sifat serat yang kuat ini digunakan untuk membuat karung, misalnya karung beras dan karung gula.





Serat alami hewan diperoleh dari bulu binatang misalnya kambing, biri-biri, maupun unta. Bulu-bulu ini harus diolah terlebih dahulu sebelum dipintal dan ditenun. Serat yang dihasilkan dari pengolahan bulu-bulu hewan disebut serat wol. Sifat serat wol yang dihasilkan tergantung jenis hewan yang diambil bulunya. Serat wol kasar digunakan sebagai bahan pembuat selimut maupun karpet. Sementara itu, serat wol halus digunakan sebagai bahan pakaian. Pakaian dari wol merupakan pakaian yang bernilai tinggi. Wol memiliki sifat yang mudah menyerap air, halus, dan terasa hangat saat dipakai. Oleh karena itu, pakaian dari serat wol cocok digunakan di daerah yang bersuhu dingin. Serat juga dapat diperoleh dari kepompong ulat sutra yang disebut serat sutra. Kain sutra mempunyai sifat yang kuat dan sangat halus. Selain itu, kain sutra juga memiliki kilauan alami yang sangat indah. Kain sutra pertama kali dibuat di Cina sekitar tahun 2600 SM.



**Gambar 2.6** Serat Sutra

Serat-serat sutra diperoleh dengan pemanasan dan pelunakan kepompong. Serat-serat sutra yang sangat halus dapat disatukan menjadi benang sutra. Benang-benang sutra tersebut kemudian diurai dan dipilin bersama agar kuat sehingga dapat ditenun atau dirajut.

Bahan pakaian yang terbuat dari bahan serat sintetis diantaranya nilon dan poliester. Pakaian yang terbuat dari serat sintetis memiliki sifat, antara lain tidak mudah kusut, kuat, tetapi tidak nyaman dipakai dan tidak menyerap keringat. Selain itu, terdapat pula beberapa kain yang dilapisi damar sehingga kedap air. Kain-kain seperti ini digunakan sebagai bahan untuk membuat jas hujan, parasut, karpet, serta tenda.



### C. Kertas

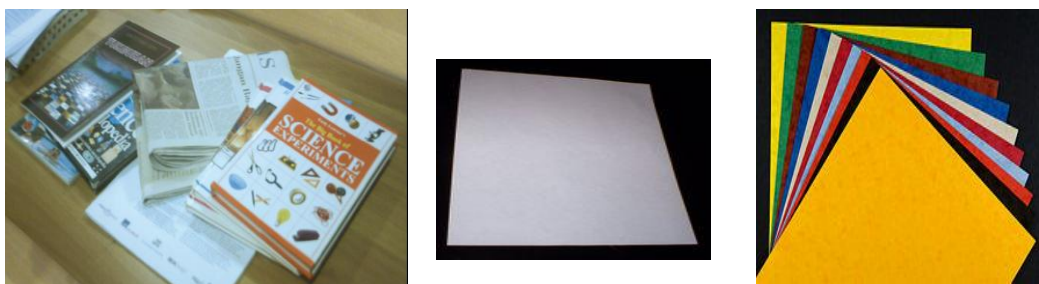
Kertas dalam bahasa Inggrisnya *paper*, berasal dari bahasa Yunani yang ditujukan untuk penyebutan material media menulis yang disebut *papyrus*. Papyrus adalah sejenis tumbuhan air yang semula tumbuh di Mesir.



**Gambar 2.7** Tumbuhan Papyrus

Anda tentunya sudah sering menggunakan kertas, baik di sekolah maupun di rumah. Tahukah Anda, terbuat dari apakah kertas itu?

Kertas terbuat dari serat tumbuhan yang digabungkan menjadi lembaran-lembaran. Ratusan tahun yang lalu, kertas terbuat dari kapas. Saat ini kertas dapat dibuat dari kulit kayu. Sifat kertas, di antaranya permukaannya halus dan mudah terbakar. Gambar 2.8 menunjukkan pemanfaatan kertas.



**Gambar 2.8** Kertas dapat digunakan untuk membuat koran, buku, dan majalah.

Kertas, dalam kehidupan sehari-hari sudah menjadi bagian dari hidup kita. Kertas digunakan untuk membungkus, media untuk menulis, media mencetak. **Kertas** adalah bahan yang tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari pulp. **Pulp** terdiri dari serat-serat (selulosa dan hemiselulosa) sebagai bahan baku kertas. Serat yang digunakan biasanya adalah alami. Pulp



adalah hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat (kayu maupun non kayu) melalui berbagai proses pembuatannya (mekanis, semikimia, kimia). Kayu merupakan bahan dasar pembuatan kertas. Kayu dapat dibuat kertas karena memiliki serat selulosa yang kuat. Berbagai jenis kertas memiliki sifat dan kekuatan yang berbeda. Pada umumnya, kertas memiliki sifat mudah menyerap air dan cenderung mudah sobek.

### 1. Sifat Kertas

Saat ini pengolahan kertas melibatkan bahan-bahan lain sehingga mempunyai sifat yang berbeda. Misalnya untuk memperoleh kertas tahan air, lapisan lilin atau plastik tambahkan pada permukaannya. Kertas juga dibuat lebih tebal dan padat agar tidak mudah sobek.

Beberapa contoh kertas yang sering kita gunakan di antaranya kertas HVS, manila, karton, dan kertas minyak. Kertas-kertas tersebut memiliki sifat-sifat yang berbeda. Kertas tersebut juga digunakan untuk tujuan yang berbeda. Kertas HVS merupakan kertas tipis berwarna putih. Kertas ini digunakan untuk keperluan tulis menulis. Kertas manila cenderung lebih tebal dibanding kertas HVS. Kertas ini digunakan untuk membuat stopmap maupun berbagai kerajinan tangan. Kertas karton merupakan lembaran kertas yang sangat tebal dan kaku. Kertas karton digunakan untuk membuat kardus tempat menyimpan dan mengepak barang-barang. Sementara itu, kertas minyak digunakan untuk membungkus makanan karena sifatnya yang tahan air.

### 2. Bagaimana Proses Pembuatan Kertas?

Kertas terbentuk dari pengolahan kayu menjadi bubur kertas. Selain kayu, dalam pembuatan bubur kertas juga ditambah dengan pepagan segar, sampah kertas, kain, kayu, dan jerami. Bahan-bahan ini kemudian dihancurkan menggunakan bahan kimia. Selama pembuatan bubur, lignin dipisahkan untuk memperoleh serat-serat selulosa. Setelah itu ditambahkan kanji, tanah liat atau bahan kimia tertentu untuk memberi kekuatan. Campuran bubur kertas ini disebut pulp. Pulp diolah lebih lanjut menjadi gulungan-gulungan kertas.





Secara umum, kertas dibuat dari kayu atau pohon. Kayu dibubukkan dan dicampur dengan air dan bahan kimiawi lain yang disebut sebagai bubur kertas. Bubur kertas dapat diberi pemutih untuk membuat kertas yang berwarna putih. Pewarna dapat ditambahkan untuk membuat kertas berwarna. Bubur kertas ini dipres sehingga menghasilkan lembaran-lembaran kertas. Terkadang, kertas dapat dibuat mengkilap dengan menambahkan tanah liat dan bahan-bahan lain. Kertas juga dapat dibuat dari serat kapas, linen, dan tanaman lain.

Proses pembuatan kertas, terdiri atas beberapa tahap. Tahapan pembuatan kertas dapat diuraikan sebagai berikut.

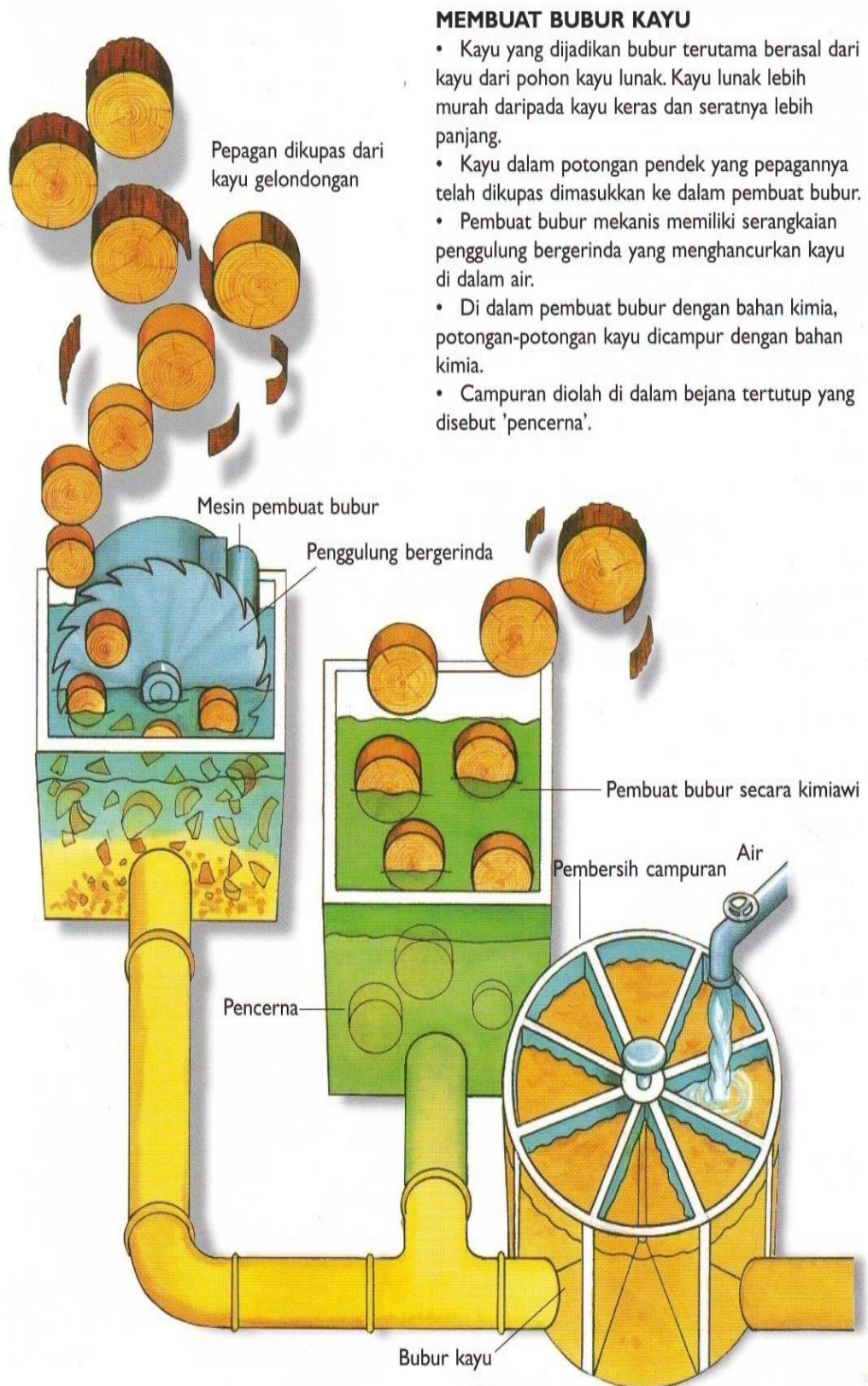
a. Pengadaan dan penimbunan bahan baku

Bahan baku kertas terdiri atas dua bagian, yaitu bahan baku utama dan bahan baku tambahan. Bahan baku utama pembuatan kertas adalah pulp dan bahan baku tambahan terdiri dari beberapa macam zat kimia di antaranya tanah liat atau  $\text{CaCO}_3$  yang berfungsi sebagai bahan pengisi, tapioka yang berfungsi untuk memperkuat jaringan selulose serta memberikan ketahanan terhadap air. Resin, yang berfungsi sebagai internal sizing agar bahan tahan terhadap absorpsi tinta; tawas untuk mengontrol pH, dan zat warna, yang berfungsi untuk menambah daya tarik.

b. Proses produksi

Proses produksi pembuatan kertas, terdiri atas tiga proses, yaitu:

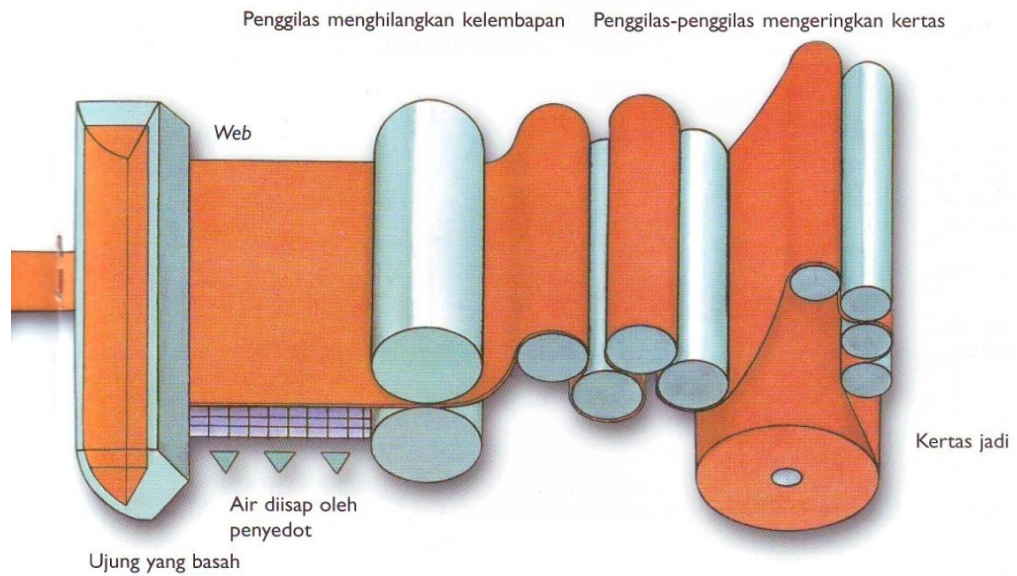
- 1) Pembuburan, pada proses ini dilakukan pencampuran pulp serat dengan air, kemudian dihancurkan dengan flay bar.



Gambar 2.9 Proses pembuatan bubur kayu



## 2) Pengeringan



Gambar 2.10 Proses pengeringan kertas

- 3) Pembentukan lembaran kertas, pada proses ini dilakukan penggilingan serat. Pada proses ini serta mengalami penguraian dari bentuk bundel menjadi serat individu dan penyerabutan serta pemotongan.



Lembaran-lembaran kering kertas direntangkan dan siap dipotong menjadi lembaran-lembaran lebih kecil

Gambar 2.11 Proses pembentukan dan pemotongan kertas



### 3. Macam-Macam Produksi Kertas

Kertas diproduksi dengan berbagai ukuran sesuai dengan peruntukannya. Kertas yang diproduksi oleh salah satu pabrik kertas yang ada di Indonesia adalah sebagai berikut.

#### a. Kertas Budaya (*printing dan writing paper*)

Kertas ini dikenal dengan nama HVS, ukuran A3 atau folio dengan gramatur 55 gsm s.d 10 gsm. Kertas jenis ini digunakan untuk kertas foto copy, buku tulis, buku gambar, kertas komputer, kertas stensil, kertas cetak, kertas kado, kertas kalender, block note, dll.

#### b. Kertas Lito, gramatur 30 gsm s.d 50 gsm, digunakan untuk kertas tulis cetak dan kertas tik.

#### c. Macam-macam karton, dengan gramatur 100 gsm s.d 400 gsm, contohnya *art carton, Manila Board, Duplex Coated, Duplex Non Coated*. Jenis kertas karton ini digunakan untuk cover buku, kalender, stopmap, doos pengepakan, karton pembungkus, poster, kartu mainan, dsb.

#### d. Kertas karton mengkipap, dengan gramatur 100 gsm s.d 300 gsm, digunakan untuk kalender, buku, dan kantung-kantung belanja (*Shopping Bag*).

#### e. Kertas industri, kertas warna coklat noncoated, digunakan untuk pengepakan.

### 4. Penggunaan Kertas

Kertas dapat dibuat menjadi berbagai jenis, sesuai dengan tujuan atau kegunaannya. Beberapa penggunaan kertas antara lain sebagai berikut.

#### a. Untuk merepresentasikan nilai, misalnya uang kertas, nota bank, cek, saham, voucher, tiket, dsb.

#### b. Untuk hiburan, misalnya buku, majalah, newspaper, seni, dsb.

#### c. Untuk mengemas, misalnya kardus, kantong kertas, amplop, tisu bungkus, dan kertas dinding, dsb.



- d. Untuk membersihkan, misalnya tisu toilet, sapu tangan, handuk kertas, dsb.
- e. Untuk bahan konstruksi: papier-mâché, origami, kertas konstruksi, dsb.
- f. Penggunaan lain: kertas pasir, kertas litmus, indikator universal, kertas kromatografi, dsb.



Gambar 2.12 Beberapa contoh penggunaan kertas

## 5. Ukuran Kertas

Ukuran kertas yang diperdagangkan berbeda-beda sesuai keperluan. Ukuran kertas secara Internasional terdapat seri A, B, dan C. Ukuran R dan F muncul sesuai permintaan pasar.

### a. Seri A

Seri A biasa digunakan untuk cetakan umum dan perkantoran serta penerbitan. Dasar ukuran adalah A0 yang luasnya setara dengan satu meter persegi. Setiap angka setelah huruf A menyatakan setengah ukuran dari angka sebelumnya. Jadi A1 adalah setengah dari A0 dan demikian seterusnya. ukuran yang paling banyak digunakan adalah A4. Berbagai ukuran kertas adalah sebagai berikut.

**Tabel 2.1 Ukuran kertas seri A**

A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297
A5	148x210
A6	105x148
A7	74x105
A8	52x74



A9	37x52
A10	26x37

b. Seri B

Seri B besarnya kira-kira di tengah antara 2 ukuran seri A, biasa digunakan untuk poster dan lukisan dinding.

**Tabel 2.2** Ukuran kertas Seri B

B0	1000X1414
B1	707X1000
B2	500X707
B3	353X500
B4	250X353
B5	176X250
B6	125X176
B7	88X125
B8	62X88
B9	44X62
B10	31X44

c. Seri C

Seri C biasa digunakan untuk map, kartu pos, dan amplop.

**Tabel 2.3** Ukuran kertas Seri C

C0	917X129 7
C1	648X917
C2	458X648
C3	324X458
C4	229X324
C5	162X229
C6	114X162
C7	81X114
C8	57X81

d. Seri R





Seri R biasa digunakan untuk kertas jenis Foto untuk mencetak foto.

**Tabel 2.4** Ukuran kertas Seri R

2R	60 x 90
3R	89 x 127
4R	102 x 152
5R	127 x 178
6R	152 x 203
8R	203 x 254
8R Plus	203 x 305
10R	254 x 305
10R Plus	254 x 381
11R	279 x 356
11R Plus	279 x 432
12R	305 x 381
12R Plus	305 x 465

e. Seri F

Seri F biasa digunakan untuk perkantoran dan fotokopi, biasa disebut kertas HVS. Ukuran F4 = 215x330.

f. Seri kertas lain

Ada beberapa ukuran lain yang terkadang memakai nama Inggris, di antaranya Letter, Legal, Kwarto (sedikit lebih kecil dari A4), A4+, A3+.

**6. Sifat Bahan Kertas**

Kertas terbuat dari serat. Serat kertas yang digunakan sebagai bahan pembuat kertas harus panjang. Serat yang panjang terdapat pada serat kapas, selain seratnya panjang, keadaan serat kapas tipis dan terpilin, sehingga serat-serat ini lentur. Untuk menghasilkan kertas yang kuat digunakan serat linen. Serat linen lebih tebal dan lebih lurus sehingga kertas yang mengandung prosentase linennya tinggi akan kaku dan kuat. Serat rami, goni, dan manila digunakan sebagai bahan pembuat kertas yang tebal dan kasar.

Kertas yang mutunya lebih rendah dapat dibuat dari kayu tanpa menghilangkan lignin dan damar. Kertas memiliki sifat mudah terbakar



(bergantung pada bahan kertas), dapat menyerap air, dan kekuatan regangan, selain itu kertas memiliki kehalusan, ketebalan, dan penampilan tertentu.

## 7. Mengetahui Sifat Kertas

Untuk mengetahui sifat-sifat dari berbagai jenis kertas lakukanlah kegiatan-kegiatan berikut.

### Lembar Kegiatan 1

- a. Sediakan berbagai macam kertas, misalnya kertas koran (kertas buram), kertas HVS, kertas karton, kertas minyak, dan kertas manila!
- b. Ujilah sifat setiap jenis kertas melalui beberapa kegiatan berikut!
  - 1) Menyobek kertas.
  - 2) Menetesi dengan air.
  - 3) Merentangkan kertas, kemudian memberi beban berat.
- c. Buatlah urutan jenis kertas berdasarkan sifatnya dalam bentuk tabel!

### Lembar Kegiatan 2

#### Kertas Jenis Apakah Yang Mudah Terbakar?

- a. Alat dan bahan
  - 1) Berbagai jenis kertas (kertas tulis (HVS), karton, kertas tisu, kertas sampul
  - 2) Gunting
  - 3) Cawan penguap
  - 4) Tang besi
  - 5) Korek api
- b. Cara kerja
  - 1) Guntinglah jenis-jenis kertas dengan ukuran yang sama , misalnya 5 x 5 cm.
  - 2) Letakkan guntingan kertas pada cawan penguap, nyalakan korek api, sulutkan pada ujung kertas. Amati nyala api, catat apakah jenis kertas itu





mudah terbakar atau tidak. Lakukan kegiatan dengan kertas jenis lainnya.

- 3) Bandingkan kertas jenis apa yang paling mudah terbakar, catat dalam bentuk tabel!

### Lembar Kegiatan 3

#### Kertas Jenis Apakah yang Mudah Sobek?

- a. Alat dan bahan
  - 1) Berbagai jenis kertas
  - 2) Kaleng 2 buah dengan ukuran berbeda
  - 3) Karet gelang
  - 4) Beban (misalnya kelereng dengan ukuran dan massa yang sama)
  - 5) Neraca teknis
- b. Cara kerja
  - 1) Timbang sebuah kelereng, catat massanya.
  - 2) Ambil selembar kertas kering, tutupkan pada kaleng yang ukurannya lebih besar. Ikat pinggiran kertas dengan karet gelang (lihat gambar di atas).
  - 3) Letakkan kaleng kosong di atas kertas yang akan diuji tersebut.
  - 4) Masukkan kelereng satu persatu sampai kertas sobek.
  - 5) Setelah kertas sobek, timbang kaleng berisi kelereng tersebut!
  - 6) Lakukan kegiatan yang sama dengan menggunakan kertas jenis lainnya. Catat hasil pengamatan pada tabel pengamatan!

Tabel Pengamatan Kekuatan Kertas

Jenis kertas	Sobek dengan massa kaleng+ kelereng	Urutan kekuatan kertas
	... gram	
	... gram	
	... gram	

### Lembar Kegiatan 4

#### Bagaimanakah Kertas Tisu Menyerap Air?



a. Alat dan Bahan

- 1) Kertas tisu
- 2) Air
- 3) Mangkuk atau piring
- 4) Pewarna kue

b. Cara Kerja

- 1) Isi mangkuk dengan air.
- 2) Tambahkan setetes atau dua tetes pewarna kue dan aduk hingga larut.



- 3) Celupkan ujung kertas tisu ke dalam air berwarna tersebut dan perhatikan apa yang terjadi? Perhatikan cara merambatnya air pada kertas tisu tersebut!



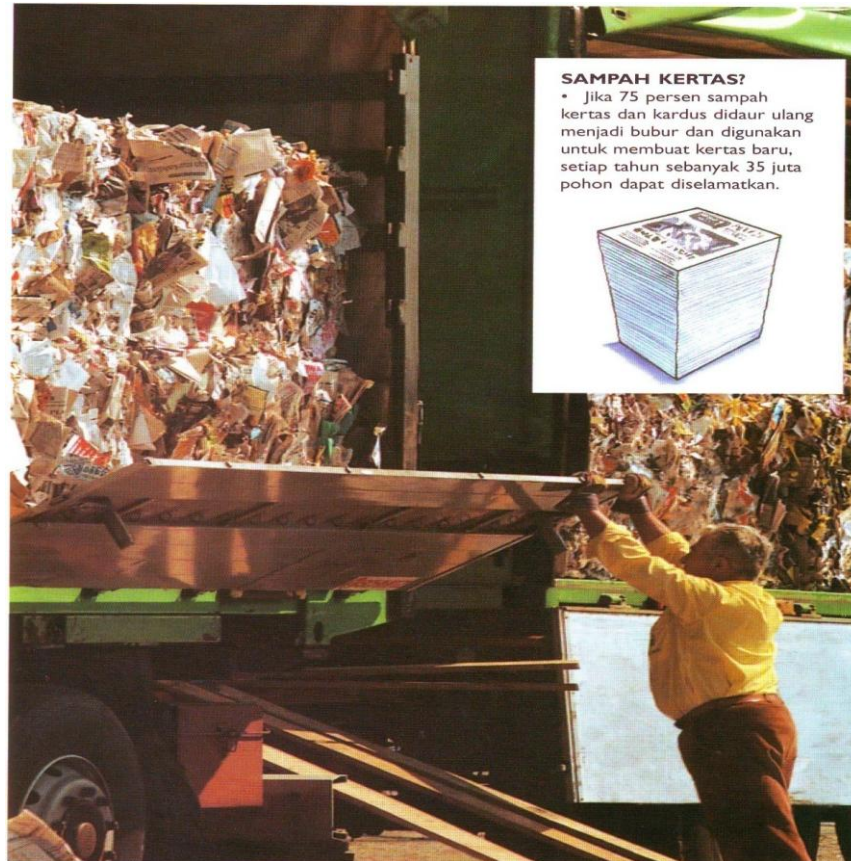
Bagaimanakah hal tersebut terjadi? Merambatnya air ke kertas tisu disebabkan oleh adanya gaya tarik menarik di antara serat kertas tisu dan air. Gaya ini disebut sebagai kapilaritas. Air ditarik ke atas melalui ruang-ruang terbuka di antara serat-serat di dalam kertas tisu dan membasahinya ketika kertas tisu tersebut menyerap air. Ketika berat air dalam kertas tisu setara dengan gaya tarik ke atas, air akan berhenti merambat.

## 8. Mendaur Ulang Sampah Kertas

Orang-orang membuang sejumlah besar produk kayu dan kertas setiap hari. Tetapi sebagian besar benda-benda ini, seperti koran dan majalah, dapat didaur ulang. Pohon dan kayu seperti yang sudah diketahui, ketika



digunakan pada bangunan, adalah material yang ramah lingkungan. Material beserta produknya ini dapat digunakan dalam berbagai cara. Kayu tidak hanya dapat diperbarui, tetapi juga dapat didaur ulang.



Sejumlah besar koran bekas dikumpulkan untuk didaur ulang

Gambar 2.13 Salah satu upaya mendaur ulang sampah kertas

#### D. Karet

Karet disebut juga elastomer merupakan jenis bahan golongan polimer. Polimer banyak dibuat dari minyak bumi. Karet terbuat dari bahan alam atau bahan sintetis.

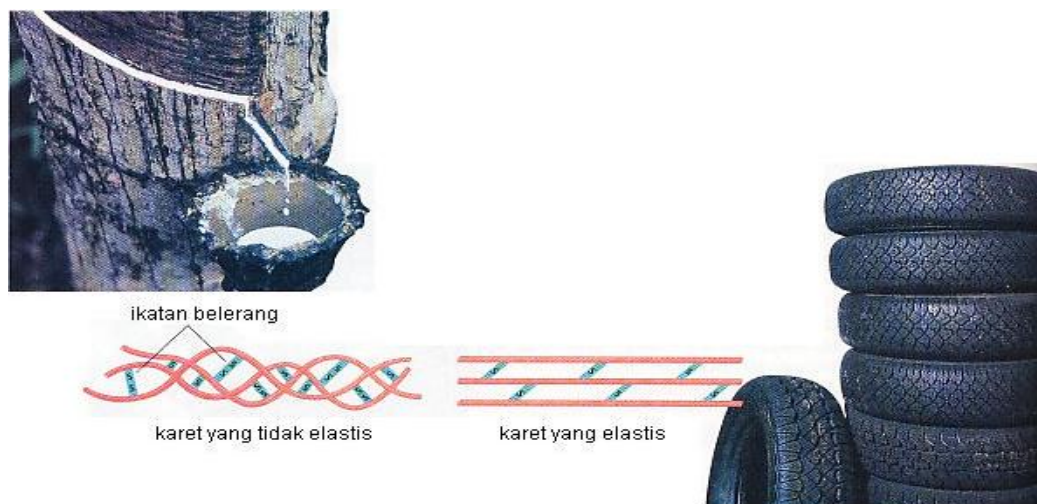
##### 1. Karet Alami

Karet alam umumnya didapat dari lateks, yaitu getah pohon karet. Karet alam mempunyai sifat kurang menguntungkan, yaitu cepat menjadi keras bila terkena panas. Sifat ini dapat dihilangkan melalui proses vulkanisasi. Karet



alam dapat divulkanisir melalui pemanasan dengan belerang pada suhu sekitar  $140^{\circ}\text{C}$ .

Pada tahun 1844, Charles Goodyear telah menemukan bahwa lateks dari pohon karet yang dipanaskan dengan belerang dapat membentuk karet padat. Karet padat yang dibentuk dapat digunakan pada ban dan bola-bola karet. Proses ini disebut **vulkanisasi**, untuk menghormati dewa Romawi yang bernama Vulkan. Perhatikan Gambar 14, karet alam merupakan polimer adisi alam yang paling penting. Karet disadap dari pohon karet dalam bentuk suspensi di dalam air yang disebut lateks. Karet alam adalah polimer isoprena.



Gambar 2. 14 Karet alam

Lateks atau karet alam yang dihasilkan dari pohon karet bersifat lunak/lembek dan lengket bila dipanaskan. Kekuatan rantai dalam elastomer (karet) terbatas, akibat adanya struktur jaringan, tetapi energi kohesi harus rendah untuk memungkinkan peregangan. Contoh elastomer yang banyak digunakan adalah poli (vinil klorida), polimer stirena-butadiena-stirena (SBS) merupakan jenis termoplastik elastomer. Saat Perang Dunia II, persediaan karet alam berkurang, industri polimer tumbuh dengan cepat karena ahli kimia telah meneliti untuk pengganti karet. Beberapa pengganti yang berhasil dikembangkan adalah neoprena yang kini digunakan untuk membuat selang/pipa air untuk pompa gas, dan karet stirena – butadiena (SBR /styrene – butadiene rubber).





## 2. Karet Sintetis

Polimer yang sangat penting pada masa perang adalah karet sintetis. Karet sintetis bukanlah plastik, melainkan material yang sangat elastis. Polimer karet sintetis pertama ditemukan oleh Lebedev pada tahun 1910. Pada tahun 1931, Lebedev dan Hermann Staudinger berhasil mengembangkan karet sintetis pertama yang dikenal sebagai neoprene. Neoprene sangat tahan panas dan tahan zat kimiawi seperti minyak dan bensin, dan digunakan untuk membuat pipa bahan bakar dan bahan pelapis dalam permesinan.

Pada tahun 1935, ahli kimia Jerman mensintesis serangkaian karet sintetis yang dikenal sebagai “karet Buna”. Karet Buna adalah kopolimer yang berarti polimer yang dibentuk dari dua monomer. Karet sintetis juga berperan dalam persaingan ruang angkasa dan perlombaan senjata nuklir, juga dalam membuat roket militer.

Karet mempunyai warna putih hingga kuning kecoklatan. Ban mobil berwarna hitam karena karbon yang berallotrop dengan karbon hitam ditambahkan untuk memperkuat polimer digunakan bersama dengan karet alam untuk membuat ban-ban mobil. Meskipun pengganti – pengganti karet sintesis ini mempunyai banyak sifat-sifat yang diinginkan, namun tidak ada satu pengganti karet sintesis ini yang mempunyai semua sifat-sifat dari karet alam yang diinginkan.



Gambar 2.15. Permen karet mengandung karet stirena butadiene sintesis

Karet sintetis merupakan senyawa tiruan karet alam yang seringkali mempunyai sifat-sifat tertentu yang lebih unggul dibandingkan dengan karet alam. Sebagai contoh, neoprene adalah elastomer (karet) sintetis yang mempunyai sifat sangat mirip dengan karet. Neopren bersifat lebih elastik



dibandingkan karet alam, lebih tahan terhadap gesekan dan lebih tahan terhadap minyak atau bensin. Karet sintetis ini banyak digunakan untuk membuat pipa bensin dan minyak, sebagai bagian kendaraan bermotor, bagian-bagian tertentu dalam lemari pendingin, dan sebagai bagian isolator listrik. Karet alam dan neoprene adalah contoh polimer adisi yaitu polimer yang dibuat melalui reaksi adisi.

## E. Logam

Sejalan dengan dengan kemajuan IPTEK, kebutuhan manusia akan sarana yang memadai makin bertambah. Salah satu sarana itu ialah bahan kimia, baik berupa unsur, senyawa ataupun campuran. Hasil pengelompokan para ahli IPA telah menemukan tidak kurang dari 109 jenis unsur di alam, dan berhasil dirumuskan *International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)* dalam bentuk daftar tabel susunan unsur yang dinamakan Sistem Periodik Unsur-Unsur. Kebanyakan dari unsur tersebut terdapat sebagai persenyawaan. Hanya unsur-unsur yang kurang reaktif saja yang belum ditemukan dalam keadaan bebas. Tetapi, berkat kemajuan IPTEK kita telah dapat membebaskan unsur-unsur dari persenyawaan.

Sistem Periodik Unsur-Unsur disusun berdasarkan nama lambang unsur dan nomor atom; disusun dalam lajur horizontal (mendatar) yang dinamakan **Golongan: 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18**; dan lajur vertikal (dari atas ke bawah) yang dinamakan **Periode: 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7**.

Kode warna merupakan pengelompokan unsur-unsur berdasarkan sifat logam dan bukan logam.

### TABEL PERIODIK

Golongan →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Periode ↓	1																	2





	<b>H</b>																<b>He</b>		
2	<b>3</b>	<b>4</b>											<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	
	<b>Li</b>	<b>Be</b>											<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>	<b>Ne</b>	
3	<b>11</b>	<b>12</b>											<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	
	<b>Na</b>	<b>Mg</b>											<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>	
4	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	
	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Sc</b>	<b>Ti</b>	<b>V</b>	<b>Cr</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Br</b>	<b>Kr</b>	
5	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	
	<b>Rb</b>	<b>Sr</b>	<b>Y</b>	<b>Zr</b>	<b>Nb</b>	<b>Mo</b>	<b>Tc</b>	<b>Ru</b>	<b>Rh</b>	<b>Pd</b>	<b>Ag</b>	<b>Cd</b>	<b>In</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Te</b>	<b>I</b>	<b>Xe</b>	
6	<b>55</b>	<b>56</b>	*	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>86</b>
	<b>Cs</b>	<b>Ba</b>		<b>Lu</b>	<b>Hf</b>	<b>Ta</b>	<b>W</b>	<b>Re</b>	<b>Os</b>	<b>Ir</b>	<b>Pt</b>	<b>Au</b>	<b>Hg</b>	<b>Tl</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Po</b>	<b>At</b>	<b>Rn</b>
7	<b>87</b>	<b>88</b>	**	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>111</b>	<b>112</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>117</b>	<b>118</b>
	<b>Fr</b>	<b>Ra</b>		<b>Lr</b>	<b>Rf</b>	<b>Db</b>	<b>Sg</b>	<b>Bh</b>	<b>Hs</b>	<b>Mt</b>	<b>Ds</b>	<b>Uuu</b>	<b>Uub</b>	<b>Uut</b>	<b>Uuq</b>	<b>Uup</b>	<b>Uuh</b>	<b>Uus</b>	<b>Uuo</b>

* Lantanida	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>70</b>
	<b>La</b>	<b>Ce</b>	<b>Pr</b>	<b>Nd</b>	<b>Pm</b>	<b>Sm</b>	<b>Eu</b>	<b>Gd</b>	<b>Tb</b>	<b>Dy</b>	<b>Ho</b>	<b>Er</b>	<b>Tm</b>	<b>Yb</b>
** Aktinida	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>
	<b>Ac</b>	<b>Th</b>	<b>Pa</b>	<b>U</b>	<b>Np</b>	<b>Pu</b>	<b>Am</b>	<b>Cm</b>	<b>Bk</b>	<b>Cf</b>	<b>Es</b>	<b>Fm</b>	<b>Md</b>	<b>No</b>

Daftar Unsur-Unsur dalam Tabel Periodik				
Logam alkali	Alkali tanah	Lantanida	Aktinida	Logam transisi
Logam	Metaloid	Non-logam	Halogen	Gas mulia

Tabel Periodik Unsur-Unsur disebut juga Sistem Periodik Unsur-Unsur.

1. Unsur Logam

Dalam kimia, sebuah logam (bahasa Yunani: *Metallon*) adalah sebuah unsur kimia yang siap membentuk ion (kation. Metal adalah salah satu dari tiga.

Dalam tabel periodik, garis diagonal digambar dari boron (B) ke polonium (Po) membedakan logam dari nonlogam. Unsur dalam garis ini adalah metaloid, kadangkala disebut semi-logam; unsur di kiri bawah adalah logam; unsur ke kanan atas adalah nonlogam. Nonlogam lebih banyak terdapat di alam daripada logam, tetapi logam banyak terdapat dalam tabel periodik. Beberapa logam terkenal adalah aluminium, tembaga, emas, besi, timah, perak, titanium, uranium, dan zink.



Logam cenderung mengkilap, umumnya keras tapi ada juga yang lembek, berwujud padat dan ada yang cair, dan konduktor yang baik, sementara nonlogam biasanya rapuh (untuk nonlogam padat), tidak mengkilap, dan insulator.

Dalam bidang astronomi, istilah logam seringkali dipakai untuk menyebut semua unsur yang lebih berat daripada helium.

Dari kurang lebih 110 jenis unsur alam, 70 jenis di antaranya adalah unsur logam. Unsur-unsur buatan manusia (Nomor Atom 93-110) sering dikelompokkan sebagai unsur logam.

Logam-logam diperoleh dengan cara mereduksi senyawa-senyawanya. Proses reduksi ini ada yang mudah dan ada yang sukar tergantung dari kereaktifan masing-masing logam.

Besi dan tembaga misalnya, sudah dikenal manusia sejak zaman purba, sedang natrium dan kalium baru dikenal manusia pada abad ke-19 setelah ditemukannya metode elektrolisis. Tembaga adalah logam pertama yang dihasilkan oleh kebutuhan primitif yang mulai digunakan pada masa perunggu (3500 SM) yang diduga terbentuk dari penguraian batuan pada api unggun. Sementara sampel besi pada zaman dulu diduga berasal dari berasal dari batu meteorit yang jatuh ke bumi. Beberapa unsur logam yang lain juga penting untuk kehidupan masyarakat, contohnya perak dan emas.

Logam ditemukan di alam dalam tanah dalam bentuk mineral atau bijih. Sedikit logam seperti tembaga, emas, perak, dan platina diperoleh dalam bentuk logam murni. Tetapi sebagian besar logam yang ditemukan bercampur atau menyatu dengan zat lain yang tersebar di dalam bumi.

Logam dapat ditemukan di sebagian besar tempat, tetapi hanya bijih yang kaya logam yang berharga untuk ditambang. Para geologiawan dapat menguji daerah yang mengandung bijih-bijih tersebut. Mengeluarkan logam dari batuan menggunakan energi yang sangat besar. Pesediaan logam terbatas, sehingga penting untuk melestarikan logam untuk masa depan.



Logam digali atau ditambang dari dalam tanah dengan berbagai cara. Penambangan terbuka dipakai di tempat yang di dekat permukaannya mengandung bijih-bijih yang lunak, seperti tembaga, besi dan aluminium. Bijih-bijih tersebut dilunakkan dan dipecah dengan bahan peledak sebelum dimuat ke dalam truk. Bijih lainnya digali dari terowongan yang berada ratusan meter di bawah permukaan tanah. Ini disebut penambangan bawah tanah, dan lebih sulit daripada penambangan di permukaan. Para penambang menggali sebuah lubang yang dalam menuju ke dalam tanah dan mengambil bijih dengan menggunakan bor atau bahan peledak sebelum mengangkutnya ke permukaan. Pengerukan adalah metode lain yang digunakan untuk mengumpulkan logam-logam yang terendap di dalam batuan di dasar sungai atau sumber air lainnya.

### 2. Metalurgi

Metalurgi adalah proses pengolahan bahan-bahan alam menjadi logam unsur yang selanjutnya menjadi logam dengan sifat-sifat yang diinginkan. Bahan anorganik alam yang ditemukan di kerak bumi disebut mineral, contohnya bauksit dan aluminosilikat, sedang mineral yang dapat dijadikan sumber untuk memproduksi bahan secara komersial disebut bijih. Bijih logam yang paling umum adalah berupa oksida, sulfida, karbonat, silikat, halida dan sulfat. Silikat sebenarnya paling melimpah, tetapi relatif tidak berharga karena pengolahannya sulit.

Metalurgi melalui tiga tahapan, yaitu:

#### a. Pemekatan bijih

Di dalam bijih mengandung batuan tak berharga yang disebut batureja (*gangue*). Pemekatan bijih bertujuan untuk menyingkirkan sebanyak mungkin batureja. Biji dihancurkan dan digiling sehingga butiran terlepas dari batureja. Pemisahan selanjutnya dapat dilakukan dengan cara fisis seperti pengapungan (*flotasi*) atau penarikan dengan magnet. Pada proses pengapungan, bijih yang telah dihancurkan diberi minyak tertentu.





Mineral akan melekat pada buih sehingga terlepas dari baturreja atau baturreja akan melekat pada buih.

b. Peleburan

Peleburan (*smelting*) adalah proses reduksi bijih sehingga menjadi logam unsur yang dapat digunakan berbagai macam zat seperti karbid, hidrogen, logam aktif atau dengan cara elektrolisis. Pemilihan zat pereduksi ini tergantung dari kereaktifan masing-masing zat. Makin aktif logam makin sukar direduksi, sehingga diperlukan pereduksi yang lebih kuat.

Logam yang kurang aktif seperti tembaga dan emas dapat direduksi hanya dengan pemanasan. Logam dengan kereaktifan sedang, seperti besi, nikel dan timah dapat direduksi dengan karbon, sedang logam aktif seperti magnesium dan aluminium dapat direduksi dengan elektrolisis. Seringkali proses peleburan ditambah dengan *fluks*, yaitu suatu bahan yang mengikat pengotor dan membentuk zat yang mudah mencair, yang disebut *terak*.

c. Pemurnian

Pemurnian (*refining*) adalah penyesuaian komposisi kotoran dalam logam kasar. Beberapa cara pemurnian: *Elektrolisis*, misalnya pemurnian tembaga dan nikel. *Destilasi*, misalnya pemurnian seng dan raksa. *Peleburan ulang*, misalnya pemurnian besi. *Pemurnian zona*, yaitu suatu cara modern yang dilaksanakan dalam pemurnian logam.

### 3. Kegunaan logam

Logam berperan sangat penting dalam dunia modern. Kita menggunakan logam untuk membangun rumah, mobil, motor, jembatan, membuat kaleng minuman, uang, perhiasan, asesoris, dsb. Beberapa logam digunakan dalam jumlah sangat banyak, seperti besi, aluminium, dan tembaga. Logam lainnya digunakan dalam jumlah sedikit, seperti tungsten dan palladium.



Pembangkit listrik tenaga nuklir dan senjata nuklir juga menggunakan logam, seperti uranium dan plutonium. Logam-logam ini menghasilkan energi radioaktif dalam jumlah yang sangat besar.

#### 4. Sifat–Sifat Istimewa Logam

Logam mempunyai sifat-sifat istimewa yang menjadi dasar penggunaannya. Sifat-sifat tersebut dapat dirangkum sebagai berikut.

##### a. Kuat

Kecuali raksa, semua berwujud padat pada suhu kamar. Kekerasan dan kekuatan logam dapat ditingkatkan dengan cara mencampurkan logam dengan logam yang lain atau dengan nonlogam yang disebut aliase (alloy) misalnya aliase aluminium dengan magnesium yang dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi bangunan, jembatan, dan kendaraan bermotor.

##### b. Dapat ditempa dan diregangkan

Logam tidak hancur bila dipukul. Maka, logam dapat ditempa untuk membuat berbagai perkakas, barang kerajinan atau perhiasan. Logam dapat pula diulur menjadi kawat.

##### c. Konduktor listrik yang baik

Sifat ini yang mendasari penggunaan logam sebagai kabel listrik, serta alat memasak seperti ketel, panci dan kuahi.

##### d. Mengkilap jika digosok

Logam dimanfaatkan sebagai perhiasan maupun untuk dekorasi karena memiliki sifat mengkilap jika digosok.

##### e. Pada suhu kamar berwujud padat kecuali raksa (berwujud cair).

#### 5. Beberapa Unsur Logam dalam Kehidupan Sehari-Hari

##### a. Besi



Besi atau Ferrum dengan lambang kimia Fe. Besi merupakan unsur yang paling penting dalam kehidupan umat manusia sejak zaman mesopotamia purba sampai era modern saat ini. Tidak ada logam lain yang jumlah pemakaiannya melebihi besi. Sangat wajar jika produksi logam besi di seluruh dunia mencapai 1 milyar ton/tahun. Bijih besi yang utama adalah hematit.( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Bijih lainnya adalah magnetit, pirit dan siderit. Tempat penambangan bijih besi di Indonesia ada di Cilacap, Jawa Tengah dan di beberapa tempat di Jawa Timur sedang peleburan bijih besi dan industri baja terdapat di Cilegon, Jawa Barat.

#### 1) Penggunaan besi

Besi adalah logam yang paling banyak penggunaannya, yaitu sekitar 14 kali total penggunaan semua logam lain. Hal ini didasarkan oleh:

- a) Bijih besi relatif melimpah dan tersebar di beberapa tempat di penjuru dunia.
- b) Pengolahan besi relatif mudah dan murah.
- c) Sifat-sifat besi mudah dimodifikasi.

Kegunaan utama besi adalah untuk membuat baja yang bisa digunakan untuk membuat mainan anak, perkakas dapur, industri kendaraan, konstruksi bangunan, jembatan, rel kereta api. Baja tahan karat banyak digunakan untuk membuat perkakas seperti gunting, obeng dan kunci, perkakas dapur seperti sendok dan panci. Baja yang terkenal adalah *stainless stell* yang merupakan paduan besi dengan kromium (14-18%) dan nikel (7-9%) yang mempunyai sifat keras, liat yang digunakan untuk membuat senjata dan kawat.

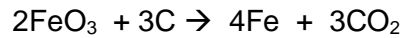
#### 2) Pengolahan besi

Ada 2 tahap untuk mengolah besi, yaitu peleburan yang bertujuan untuk mereduksi bijih besi sehingga menjadi besi dan peleburan ulang yang berguna dalam pembuatan baja. Peleburan besi dilakukan dalam suatu tanur tiup (*blast furnace*). Tanur tiup adalah suatu bangunan yang tingginya sekitar 30 meter dan punya diameter sekitar 8 meter yang terbuat dari baja tahan karat yang





dilapisi dengan bata tahan panas. Zat reduksi yang digunakan adalah karbon dengan prinsip reaksi:



Bahan yang dimasukkan dalam tanur ada 3 macam:

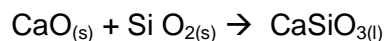
- a) bijih besi yang dikotori pasir,
- b) karbon (kokas) sebagai zat pereduksi,
- c) batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) untuk mengikat kotoran pasir (*fluks*).

Suhu dalam reaksi tersebut sangat tinggi sehingga besi mencair dan disebut besi gubal (*pig iron*). Besi cair pada umumnya langsung diproses untuk membuat baja. Tetapi, juga dicairkan ke dalam cetakan untuk membuat besi tuang (*cast iron*) yang mengandung 3-4 % karbon dan sedikit pengotor lain seperti Mn, Si, P. Besi yang mengandung karbon sangat rendah (0,005-0,2%) disebut besi tempa (*wrought iron*). Batu kapur berfungsi sebagai *fluks*, yaitu untuk mengikat pengotor yang bersifat asam, seperti  $\text{SiO}_2$  membentuk terak. Reaksi pembentukan terak adalah sebagai berikut.

Mula-mula batu kapur terurai membentuk kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ).



Kalsium oksida kemudian bereaksi dengan pasir membentuk kalsium silikat, komponen utama dalam terak.



Terak ini mengapung di atas besi cair dan harus dikeluarkan dalam selang waktu tertentu.

## b. Baja

Proses pembuatan baja yaitu:

- 1) Menurunkan kadar karbon dari 3-4% dalam besi gubal menjadi 0-1,5% yaitu dengan mengoksidasikannya dengan oksigen.
- 2) Membuang Si, Mn, dan P serta pengotor lain melalui pembentukan terak.



- 3) Menambahkan logam aliase seperti Cr, Ni, Mn, V, Mo, dan W sesuai dengan jenis baja yang diinginkan.

Teknologi pengolahan besi gubal menjadi baja secara murah dan cepat diperkenalkan oleh **Henry Bessemer** tahun **1856**. Tahun 1860 dikembangkan tungku terbuka (*open herth furnance*) oleh **William Siemens**. Dewasa ini lebih banyak tungku yang dibuat dengan tungku oksigen sedang tungku bassemer tidak digunakan lagi. Berbagai jenis zat ditambahkan pada pengolahan baja yang berguna sebagai “scavengers” (pengikat pengotor) terutama untuk mengikat oksigen dan nitrogen. Scavangers yang terpenting adalah aluminium, ferrosilikon, feromangan dan ferotitan. Zat tersebut bereaksi dengan nitrogen atau oksigen yang terlarut membentuk oksida yang kemudian terpisah ke dalam terak.

Baja dapat digolongkan ke dalam 3 golongan yaitu

- 1) Baja karbon, terdiri atas besi dan karbon.
- 2) Baja tahan karat (stainless steel), mempunyai kadar karbon yang rendah dan mengandung sekitar 14% kromium.
- 3) Baja aliase yaitu baja yang spesial yang mengandung unsur tertentu sesuai dengan sifat yang diinginkan.

Untuk mencegah perkaratan pada baja dapat dilakukan dengan:

- 1) Menambahkan logam lain.
- 2) Menggunakan lapisan pelindung.
- 3) Menggunakan logam yang dapat dikorbankan.
- 4) Melindungi secara katodik.

#### c. Aluminium

Aluminium (atau aluminum) ialah unsur kimia. Lambang aluminium ialah Al. Aluminium ialah logam paling berlimpah. Aluminium merupakan konduktor listrik yang baik. Terang dan kuat. Merupakan konduktor yang baik juga buat panas. Dapat ditempa menjadi lembaran atau ditarik menjadi kawat. Tahan korosi.

Aluminium digunakan dalam banyak hal. Kebanyakan darinya digunakan dalam kabel bertegangan tinggi. Juga secara luas digunakan



dalam bingkai jendela dan badan pesawat terbang. Ditemukan di rumah sebagai panci, botol minuman ringan, tutup botol susu dsb. Aluminium juga digunakan untuk melapisi lampu mobil dan *compact disks*.

Aluminium adalah logam yang berwarna putih perak dan tergolong ringan yang mempunyai massa jenis 2,7 gr cm.

Sifat-sifat yang dimiliki aluminium antara lain:

- 1) Ringan, tahan korosi dan tidak beracun maka banyak digunakan untuk alat rumah tangga seperti panci, wajan dan lain-lain.
- 2) Reflektif, dalam bentuk aluminium foil digunakan sebagai pembungkus makanan, obat, dan rokok.
- 3) Daya hantar listrik dua kali lebih besar dari Cu maka Al digunakan sebagai kabel tiang listrik.
- 4) Paduan Al dengan logam lainnya menghasilkan logam yang kuat seperti *Duralium* (campuran Al, Cu, Mg) untuk pembuatan badan pesawat. Al sebagai zat reduktor untuk oksida  $MnO_2$  dan  $Cr_2O_3$ .

Aluminium terdapat melimpah dalam kulit bumi, yaitu sekitar 7,6%. Dengan kelimpahan sebesar itu, aluminium merupakan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon, serta merupakan unsur logam yang paling melimpah. Namun, aluminium tetap merupakan logam yang mahal karena pengolahannya sukar.

Mineral aluminium yang bernilai ekonomis adalah bauksit yang merupakan satu-satunya sumber aluminium. Kriloit digunakan pada peleburan aluminium, sedang tanah liat banyak digunakan untuk membuat batubata, keramik. Di Indonesia, bauksit banyak ditemukan di pulau Bintan dan di Tayan (Kalimantan Barat).

- 1) Pengolahan aluminium

Aluminium dibuat menurut proses **Hall-Heroult** yang ditemukan oleh **Charles M. Hall** di Amerika Serikat dan **Paul Heroult** tahun 1886. Pengolahan aluminium dan bauksit meliputi 2 tahap:

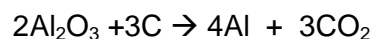
- a) Pemurnian bauksit untuk memperoleh alumina murni.





- b) Peleburan / reduksi alumina dengan elektrolisis.
- 2) Pemurnian bauksit melalui cara:
- Ba direaksikan dengan  $\text{NaOH}(q)$ . Aluminium oksida akan larut membentuk  $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ .
  - Larutan disaring lalu filtrat yang mengandung  $\text{NaAl}(\text{OH})_4$  diasamkan dengan mengalirkan gas  $\text{CO}_2$ . Al mengendap sebagai  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .
  - $\text{Al}(\text{OH})_3$  disaring lalu dikeringkan dan dipanaskan sehingga diperoleh  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tak berair.
- 3) Peleburan alumina

Peleburan ini menggunakan sel elektrolisis yang terdiri atas wadah dari besi berlapis grafit yang sekaligus berfungsi sebagai katode (-) sedang anode (+) adalah grafit. Campuran  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan kriolit dan  $\text{AlF}_3$  dipanaskan hingga mencair dan pada suhu  $950^\circ\text{C}$  kemudian dielektrolisis. Al yang terbentuk berupa zat cair dan terkumpul di dasar adah lalu dikeluarkan secara periodik ke dalam cetakan untuk mendapat aluminium batangan (*ingot*). Anode grafit terus-menerus dihabiskan karena bereaksi dengan  $\text{O}_2$  sehingga harus diganti dari waktu ke waktu. Untuk mendapat 1 kg Al dihabiskan 0,44 anode grafit.



Beberapa bijih Al yang utama:

- Bauksit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- Mika (K-Mg-Al-Silikat)
- Tanah liat ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Aluminium ada di alam dalam bentuk silikat maupun oksida, yaitu antara lain:

- sebagai silikat misal feldspar, tanah liat, mika,
- sebagai oksida anhidrat misal kurondum (untuk amril),
- sebagai hidrat misal bauksit,



4) sebagai florida misal kriolit.

4) Penggunaan aluminium

Beberapa penggunaan aluminium antara lain:

- a) Sektor industri otomotif, untuk membuat bak truk dan komponen kendaraan bermotor.
- b) Untuk membuat badan pesawat terbang.
- c) Sektor pembangunan perumahan; untuk kusen pintu dan jendela.
- d) Sektor industri makanan, untuk kemasan berbagai jenis produk.
- e) Sektor lain, missal untuk kabel listrik, perabotan rumah tangga dan barang kerajinan.
- f) Membuat *termit*, yaitu campuran serbuk aluminium dengan serbuk besi (III) oksida, digunakan untuk mengelas baja di tempat, misalnya untuk menyambung rel kereta api.

Beberapa senyawa aluminium juga banyak penggunaannya, antara lain:

a) tawas ( $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ )

Tawas digunakan untuk menjernihkan air pada pengolahan air minum.

b) alumina ( $Al_2O_3$ )

Alumina dibedakan atas alfa-alumina dan gamma-alumina. Gamma-alumina diperoleh dari pemanasan  $Al(OH)_3$  di bawah  $4500^\circ C$ . Gamma-alumina digunakan untuk pembuatan aluminium, untuk pasta gigi, dan industri keramik serta industri gelas. Alfa-alumina diperoleh dari pemanasan  $Al(OH)_3$  pada suhu di atas  $10000^\circ C$ . Alfa-alumina terdapat sebagai korundum di alam yang digunakan untuk amplas atau grinda. Batu mulia, seperti rubi, safir, ametis, dan topaz merupakan alfa-alumina yang mengandung senyawa unsur logam transisi yang memberi warna pada batu tersebut. Warna-warna rubi antara lain:

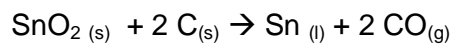
- Rubi berwarna merah karena mengandung senyawa kromium (III).



- Safir berwarna biru karena mengandung senyawa besi (II), besi (III) dan titan (IV).
- Ametis berwarna violet karena mengandung senyawa kromium (III) dan titan (IV).
- Topaz berwarna kuning karena mengandung besi (III).

#### d. Timah (Sn)

Timah adalah logam yang berwarna putih perak, relatif lunak, tahan karat dan memiliki titik leleh yang rendah. Timah terdapat dalam 2 bentuk alotropi yaitu timah putih dan timah abu-abu. Bijih timah yang terpenting adalah kasiterit ( $\text{SnO}_2$ ). Tempat penambangan bijih timah di Indonesia ada di Bangka, Belitung dan pulau Kampar-Riau. Proses terbentuknya timah:



##### 1) Penggunaan timah

- a) Untuk membuat kaleng (tin plate) berbagai macam produk.
- b) Melapisi kaleng yang terbuat dari besi yang akan melindungi besi dari perkaratan.
- c) Membuat logam campur, misalnya perunggu (paduan timah, tembaga, seng) dan solder (paduan timah dan timbal).

##### 2) Pengolahan timah

Bijih timah setelah dipekatkan lalu dipanggang sehingga arsen dan belerang dipisahkan dalam bentuk oksida-oksida yang mudah menguap. Kemudian bijih timah yang sudah dimurnikan itu direduksi dengan karbon. Timah cair yang terkumpul di dasar tanur kemudian dialirkan ke dalam cetakan untuk memperoleh timah batangan. Timah ini masih tergolong kasar dan perlu dimurnikan. Pemurnian timah dapat dilakukan dengan 2 tahap, yaitu:

- a) High Tention Separator





Mineral terpusah dengan gaya aliran listrik seperti timah, besi.

b) Magnete Separator

Mineral timah tidak tertarik, bijih timah siap untuk proses peleburan untuk memperoleh timah murni.

e. Nikel (Ni)

Sifat-sifat nikel:

- 1) Putih mengkilat
- 2) Sangat keras
- 3) Tidak berkarat
- 4) Tahan terhadap asam encer

Bijih nikel yang utama adalah nikel sulfida. Nikel-nikel yang diekspor dalam bentuk 3 macam yaitu bijih, nikel kasar, dan ferronikel. Daerah penambangan nikel ada di Koala, Soroako, Maluku Utara.

Cara penambangan nikel melalui berbagai cara, antara lain:

- 1) penebangan pohon dan semak,
- 2) pengupasan tanah permukaan,
- 3) penggalian dengan sistem tangga (*benching system*) yaitu dimulai dari bawah ke atas mengikuti garis kontur dengan alat gali *power shovel* atau *dozer shovel*.

Pengolahan nikel melalui beberapa tahap, yaitu:

- 1) pemanggangan,
- 2) peleburan,
- 3) elektrolisis.

Kegunaan nikel antara lain:

- 1) Untuk melapisi barang yang terbuat dari besi, tembaga, baja karena nikel mempunyai sifat keras, tahan korosi dan mudah mengkilap jika digosok.
- 2) Untuk membuat baja tahan karat (*stainless steel*)



- 3) Untuk membuat aliansi dengan tembaga dan beberapa logam lain di antaranya sebagai berikut.
  - a) Monel (Ni, Cu, Fe)  
Digunakan untuk membuat instrumen transmisi listrik.
  - b) Nikrom (Ni, Fe, Cr)  
Digunakan sebagai kawat pemanas.
  - c) Alnico (Al, Ni, Fe, Co)  
Untuk membuat magnet.
  - d) Palinit dan invar yaitu paduan nikel yang mempunyai koefisien muai yang sama dengan gelas yang digunakan sebagai kawat listrik yang ditanam dalam kaca, misalnya pada bolam lampu pijar.
  - e) Serbuk nikel digunakan sebagai katalisator, misalnya pada hidrogenasi (pemadatan) minyak kelapa, juga pada *cracking* minyak bumi.

f. Tembaga (Cu)

Sifat-sifat tembaga di antaranya sebagai berikut.

- 1) Kuat dan ulet.
- 2) Dapat ditempa.
- 3) Tahan korosi.
- 4) Penghantar listrik dan panas yang baik.
- 5) Logam yang kurang aktif.

Bijih tembaga yang terpenting adalah berupa sulfida seperti kalkosit dan kalkopirit. Penambangan tembaga di Indonesia terdapat di Papua, Sulut, Jabar dan beberapa daerah lain.

1) Pengolahan tembaga

Pengolahan tembaga yaitu dengan:

- a) bijih tembaga dihaluskan dengan alat peremuk batuan,
- b) bijih dicampur air sehingga terbentuk slurry,
- c) slurry dimasukkan ke tangki sel flotasi dengan tujuan pemisahan dari mineral pengotor,



- d) diperoleh konsentrat Cu dalam bentuk Cu dengan kadar tinggi,
- e) diproses lanjut dalam pabrik pengawa-airan (*dewatering plant*) untuk menghilangkan air dengan:
  - penyaring putar,
  - pengeringan sampai didapat konsentrat Cu yang kering.
- f) ekstraksi tembaga murni dari konsentrat tembaga dengan:
  - prometalurgi,
  - elektrolisis (dengan arus listrik).

2) Penggunaan tembaga

- a) Untuk kawat listrik.
- b) Untuk membuat logam paduan. Contoh-contohnya sebagaiberikut.
  - Kupronikel, terdiri dari 75% Cu dan Ni 25%, untuk membuat koin.
  - Duralium, terdiri dari Al 96% dan Cu 4%, untuk komponen pesawat.
  - Kuningan, terdiri dari Cu 70% dan Zn 30%, untuk alat musik dan berbagai asesori.
  - Perunggu, terdiri dari Cu 95% dan Sn 5%, untuk membuat patung dan omamen.
  - Tembaga (II) sulfat,  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{XH}_2\text{O}$  yang dikenal dengan nama terusi atau blue vitriol digunakan sebagai fungisida, misalnya pada kolam renang. Kegunaan lain adalah pada pemurnian tembaga dan penyepuhan dengan tembaga.

Tembaga di alam terdapat sebagai:

- sulfida, seperti chalcopite, bronit, chalcocite, covelite;
- oksida, seperti cuprite, ferronite.

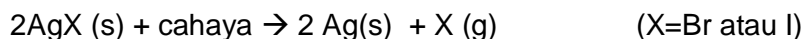
g. Perak (Ag)

Perak adalah logam yang berwarna putih dan sangat mengkilap terutama setelah digosok. Merupakan konduktor terbaik kedua setelah emas. Perak tergolong logam kurang aktif, pada kondisi normal tidak





terpengaruh oleh udara. Penggunaan perak terutama untuk membuat perkakas perak, barang kerajinan dan perhiasan. Pada kebanyakan penggunaan perak tersebut terlalu lunak sehingga perlu dicampur dengan logam yang lain, misalnya dengan tembaga. Kegunaan yang lain adalah untuk membuat cermin dan bahan penambal cermin. Perak bromida dan perak iodide digunakan untuk pembuatan film dan kertas foto. Reaksinya:



Senyawa ini mudah terurai jika terkena cahaya, menghasilkan perak yang memberi bayangan pada kertas foto. Perak ditemukan dalam bentuk senyawa yang berupa klorida dan sulfida. Bijih perak yang berupa sulfida sering bercampur dengan sulfida dari tembaga, nikel, arsen, antimon. Pengolahan bijih perak dilakukan dengan *hidrometalurgi*, yaitu pemisahan logam dari campurannya dengan melarutkan pada air sebagai senyawa kompleks kemudian mengendapkannya sebagai unsur bebas dengan suatu reduktor. Daerah pertambangan perak terdapat di Cikotok, Leong tandi Cerokis, Gunung Bijih. Cara pertambangan yang digunakan adalah dengan pertambangan terbuka dan tertutup. Produksi perak umumnya diperoleh sebagai hasil sampingan pada pengolahan logam lain, seperti tembaga dan timbal.

#### h. Emas (Au)

Emas adalah logam berwarna kuning dan relatif lunak. Emas merupakan logam yang paling dapat ditempa dan paling dapat diulur. Emas dapat ditempa sedemikian tipisnya sehingga tumpukan dari 120.000 lembar tidak lebih dari 1 cm tebalnya. 1 gram emas dapat diulur menjadi kawat sepanjang 2,5 km. Secara kimiawi emas tergolong inert sehingga disebut logam mulia. Emas tidak bereaksi dengan oksigen dan tidak terkorosi di udara. Emas juga tidak bereaksi dengan asam atau basa apapun. Akan tetapi emas dapat larut pada *akuaregia*, yaitu campuran tiga bagian volum asam klorida pekat dan atau bagian volum asam nitrat pekat.  $\text{Au(s)} + 4 \text{HCl (aq)} + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{HAuCl}_4(\text{aq}) + \text{NO (g)} + 2 \text{H}_2\text{O(l)}$

Kegunaan utama emas adalah untuk membuat perhiasan dan mata uang. Daerah pertambangan emas di Indonesia ada di Aceh Barat,

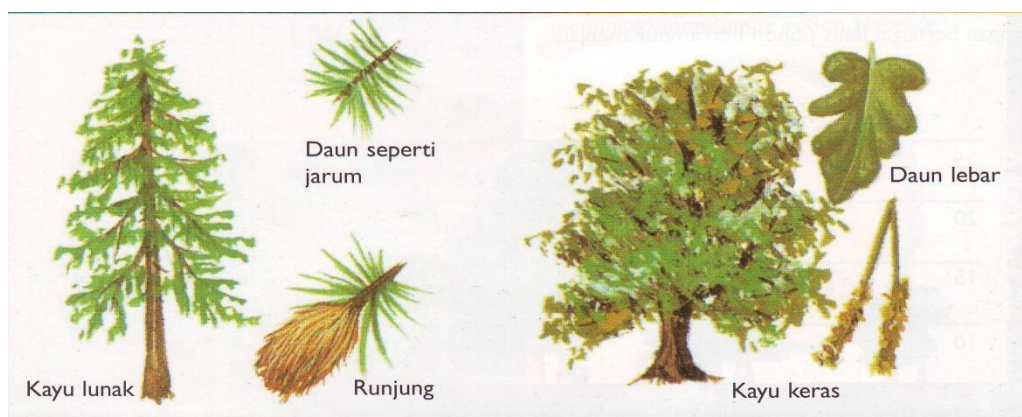
Lampung Selatan, Lebak Jawa Barat, Kalimantan Tengah dan Bengkulu. Selain dari hasil pertambangan emas juga diperoleh dari hasil ikutan pada pemurnian tembaga dan nikel.

## F. Kayu

Kayu adalah salah satu sumber daya alam tertua kita. Bangunan, mebel, perahu, dan kertas hanyalah beberapa benda yang dapat kita buat dari kayu. Kayu dapat dipotong dan diukir menjadi bentuk yang indah.

Kayu tersusun dari jutaan serat yang paling utama adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kayu tahan lama, tidak berkarat, dan jika dirawat dengan tepat dapat bertahan hingga puluhan tahun. Kayu yang kita gunakan berasal dari berbagai jenis pohon. Dua jenis utama kayu adalah kayu keras dan kayu lunak. Kayu dari setiap jenis pohon berbeda, baik warna maupun polanya (tekstur).

Pohon kayu lunak (misal pinus dan cemara) menghasilkan biji di dalam runjung. Pohon kayu lunak sering memiliki daun seperti jarum dan merupakan pohon malar hijau. Pohon kayu keras (misal: jati, walnut, balsa, eboni, dan oak) adalah pohon yang kuat dan kokoh yang berdaun lebar. Beberapa diantaranya adalah pohon merangas yang menggugurkan daunnya pada musim gugur, dan beberapa di antaranya adalah pohon malar hijau.



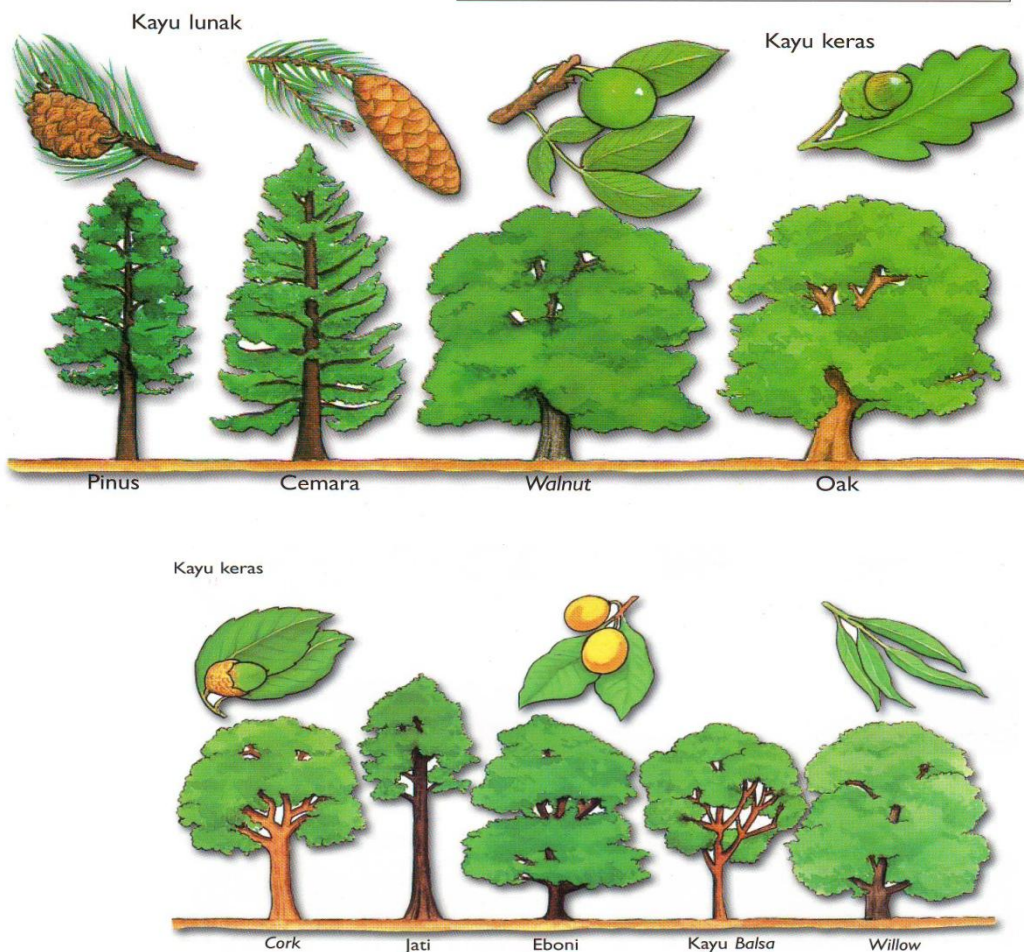
Gambar 2.16 Kayu



## JENIS-JENIS KAYU

Nama 'kayu keras' dan 'kayu lunak' bisa membingungkan. Kayu dari pohon *balsa* lunak meskipun pohonnya adalah pohon berkayu keras. Pohon karet juga merupakan sejenis kayu keras. Pohon *yew* berkayu sangat keras, meskipun berasal dari pohon berkayu lunak. Kayu lunak adalah pohon yang menyimpan bijinya dalam runjung. Untuk alasan inilah kayu lunak sering disebut konifera (tusam).

KAYU LUNAK	
Pinus	Kayu lunak yang digunakan untuk membuat mebel.
Cemara	Kayu berwarna pucat yang digunakan untuk membuat lantai papan dan rangka kayu bangunan.
KAYU KERAS	
<i>Afromosia</i>	Dari Afrika. Sering digunakan sebagai pengganti jati untuk membuat mebel.
Jati	Kayu terkenal yang digunakan untuk membuat mebel dan pembuatan kapal karena kayu ini hampir tidak mengkerut.
<i>Walnut</i>	Kayu sangat keras dengan urat kayu indah yang digunakan untuk membuat mebel.
<i>Balsa</i>	Kayu sangat ringan yang digunakan untuk membuat model kapal dan pesawat terbang.
Eboni	Kayu hitam yang sangat keras digunakan untuk hiasan pada mebel dan tuts piano.
Oak	Kayu keras yang digunakan untuk mebel.



Gambar 2.17 Jenis-jenis kayu

## 1. Sifat Kayu

Kayu memiliki sifat tidak menghantarkan panas. Oleh karena itu perabot dapur yang biasanya digunakan oleh ibu di rumah banyak menggunakan kayu sebagai gagangnya. Pisau, sendok sayur, dan masih banyak perabot dapur lainnya yang menggunakan kayu.



Gambar 2.18 Sifat kayu

Sifat kayu lainnya adalah mudah dibentuk dan dihaluskan. Hal inilah yang menjadikan kayu banyak digunakan untuk membuat perabot rumah tangga lainnya seperti kursi, meja, lemari, dan pintu. Kekuatan kayu dipengaruhi oleh jenis dan umur pohon. Pohon yang umurnya lebih tua tentunya memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan pohon yang umurnya lebih muda. Kayu yang berasal dari pohon mahoni, pohon jati, dan pohon kamper merupakan jenis kayu yang banyak digunakan untuk pembuatan perabot rumah tangga, seperti kursi, meja, dan lemari. Pohon-pohon tersebut memiliki ukuran yang cukup besar dan tinggi sehingga mudah diolah.

## 2. Hasil Olahan Bahan-Bahan Kimia dari Kayu

- a. Kayu yang diolah dalam pemanasan dalam tanur, ketika suhu naik, bahan-bahan kimia di dalam kayu berubah menjadi gas dan keluar melalui pipa.





- b. Gas-gas itu terkumpul di dalam wadah yang dikelilingi oleh air dingin sehingga gas-gas tersebut mengembun (berubah menjadi cairan). Proses ini disebut penyulingan destruktif, kayu diuraikan menjadi berbagai zat kimia.
- c. Tar, minyak kayu, alkohol, dan kreosot adalah beberapa cairan yang kita peroleh dari kayu. Minyak kayu dapat digunakan untuk membuat desinfektan (obat penyuci hama) dan alkohol kayu (methanol) dapat digunakan sebagai bahan bakar atau untuk cairan plituran mebel.
- d. Produk limbah yang tertinggal dalam di dalam tanur juga berguna. Abu sisa pembakaran arang dapat digunakan sebagai pupuk. Arang juga sering digunakan oleh para seniman untuk membuat sketsa.

### 3. Tekstil dari kayu

Sejumlah besar selulosa di dalam kayu dapat dipisahkan dari sisa kayu dan bisa digunakan untuk membuat selofan dan rayon. Selofan adalah material bening yang digunakan untuk kemasan. Rayon sering disebut sutra pohon adalah tekstil pertama yang berhasil dibuat dari serat buatan. Tahap pertama dalam pembuatan rayon adalah menguraikan kayu untuk membuat lembaran-lembaran selulosa. Selulosa dilarutkan dan ditekan melalui lubang-lubang pemintal. Proses ini menghilangkan cairan sehingga menghasilkan benang rayon yang kemudian dapat digunakan untuk membuat tekstil.

### 4. Akibat Penggundulan Hutan

Kayu dari hutan tropis di seluruh dunia telah dimanfaatkan selama berabad-abad. Proses penebangan hutan disebut penggundulan hutan, dan meliputi penebangan dan pembakaran pohon. Proses ini sangat mempengaruhi lingkungan. Penggundulan hutan berdampak besar pada iklim global dan kehidupan tumbuhan dan satwa liar. Ketika tumbuh, pohon menyerap karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Mengurangi jumlah pohon di planet ini meningkatkan suhu atmosfer bumi (pemanasan global). Hal ini disebabkan karena  $\text{CO}_2$  dan gas-gas lainnya menahan radiasi yang berasal dari bumi ketika dihangatkan oleh matahari. Jika terjadi peningkatan  $\text{CO}_2$  di atmosfer, semakin banyak radiasi yang akan tertahan dan suhu planet ini akan

meningkat. Pepohonan juga menghasilkan oksigen yang dibutuhkan semua makhluk hidup untuk bertahan, dan menyediakan habitat alami bagi banyak hewan.

Selain menanam pohon kembali untuk melestarikan hutan, kita dapat memilih produk-produk kayu untuk kita gunakan dengan lebih cermat. Pohon kayu keras yang langka seperti jati dan mahoni seharusnya diambil dari hutan yang dikelola dengan baik atau dilestarikan. Ini berarti melakukan penanaman pohon berkayu keras yang baru serta melindungi hewan dan tumbuhan di habitat ini.



Daur ulang dapat membantu mengurangi jumlah penebangan pohon di hutan.

Gambar 2.19 Daur ulang dapat membantu mengurangi jumlah penebangan pohon di hutan

## 5. Masa Depan Kayu

Kayu adalah material benda luar biasa. Kayu telah disebut sebagai satu-satunya sumber alami dunia terbarukan karena setiap kali pohon ditebang, pohon lainnya dapat ditanam. Kayu juga akan mengurai (atau membusuk) di alam. Ini berarti pembuangan limbah kayu tidak mengganggu atau sebahaya limbah plastik atau logam. Hutan dan pohon penting bagi kehidupan kita, memberi kita oksigen untuk bernapas, buah untuk dimakan, dan habitat bagi berbagai jenis hewan. Agar kayu tetap tersedia secara luas, kita perlu memastikan bahwa pohon-pohon baru ditanam dan kita memanfaatkan kayu yang kita miliki dengan lebih baik. Dengan menggunakan



kembali dan mendaur ulang kayu, kita membantu melestarikan sumber daya alam ini.

## G. Plastik

Kata plastik berasal dari bahasa Yunani *Plastikos* yang berarti dapat dibentuk. Nama plastik diambil dari sifatnya yang dapat dibentuk (*plasticity*). Plastik adalah istilah umum untuk menyebut berbagai jenis produk polimer sintesis atau semisintesis. Plastik dapat dibentuk menjadi berbagai objek atau lembaran/lapisan atau serat. Plastik terbuat dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan dapat mengandung zat-zat lain untuk meningkatkan sifat-sifat baik atau nilai ekonominya. Hanya ada sedikit polimer alami yang dapat digolongkan ke dalam jenis plastik. Polimer, yang dikenal sebagai plastik, berasal dari produk samping proses *cracking* minyak bumi yang setelah melalui proses polimerisasi menghasilkan polimer, biasanya berbentuk bubuk putih. Setelah proses lebih lanjut akan dihasilkan produk jadi plastik.

### 1. Sejarah Plastik

Plastik pertama buatan manusia diciptakan oleh Alexander Parkes (London) pada tahun 1862 disebut *parkesine*. Bahan yang disebut parkesine adalah bahan organik yang didapatkan dari selulosa yang dapat dibentuk apabila dipanaskan dan mengeras apabila didinginkan. Seluloid diekstrak dari selulosa dan camphor yang diberi alkohol. John Wesley Hyatt menemukan seluloid untuk menggantikan gading dalam bola biliar pada tahun 1868.

#### a. Plastik dengan dasar selulosa: seluloid dan rayon

Alexander Parkes mengembangkan 'gading sintetik' yang dinamakan piroksilin dan dipasarkan dengan nama Parkesin. Parkesin dibuat dari selulosa yang ditambahkan asam nitrit dan pelarut. Output dari proses ini dibuat keras seperti gading yang dapat dibentuk jika dipanaskan. Namun, produk buatan Parkes ini mudah patah.

Daniel Spill dan John Wesley Hyatt meneruskan pekerjaan Parkes dengan menemukan pelembut plastik, yaitu camphor. Produk Spill dinamakan Xylonite sedangkan milik Hyatt disebut Celluloid.



Produk ini murah dan mudah dibentuk sehingga menyebar luas dan mulai menggantikan bahan-bahan tradisional seperti gading, tulang, sutra dan cangkang kura-kura. Celluloid digunakan pertama kali untuk membuat gigi palsu, kerah kemeja tahan air, korset, bola ping pong, dan bola biliar. Akan tetapi, Celluloid masih mudah patah dan sangat mudah terbakar karena gabungan asam nitrit dan selulosa.

Pada tahun 1884, Comte de Chardonay memperkenalkan serat dengan dasar selulosa yang dikenal sebagai '*sutra Chardonay*', namun karena mudah terbakar, produk tersebut ditarik dari peredaran. Pada tahun 1894, Charles Cross, Edward Bevan, dan Clayton Beadle mematenkan '*sutra artifisial*' baru yang lebih aman. Sutra artifisial yang secara teknis dikenal sebagai selulosa asetat kemudian terkenal dengan nama rayon.

### b. Bakelite

Keterbatasan seluloid diperbaiki dengan ditemukannya plastik fenolik atau fenol-formaldehid. Leo Hendrik Baekeland mengembangkan pelapis kabel untuk motor listrik dan generator. Baekeland menemukan bahwa campuran fenol ( $C_6H_5OH$ ) dan formaldehid ( $HCOH$ ) membentuk massa yang lengket jika dipanaskan dan menjadi keras jika didinginkan dan dikeringkan. Material ini dapat dicampur dengan tepung kayu, asbestos, atau abu untuk menghasilkan sifat-sifat yang berbeda dan tahan api. Ia mempublikasikan penemuannya pada tahun 1912 dan menamakannya bakelite. Pada awalnya, bahan ini digunakan untuk peralatan listrik dan mekanis. Bakelite adalah plastik yang sesungguhnya, sepenuhnya sintesis dan tidak menggunakan material dari alam sedikitpun. Bakelite murah, kuat, dan tahan lama, dapat dibentuk menjadi radio, telepon, jam, dan bola biliar.

### c. Polistiren dan PVC

Setelah Perang Dunia II, berbagai jenis plastik muncul, di antaranya adalah polistiren (PS) dan polivinyl klorida (PVC) yang





dikembangkan oleh IG Farben dari Jerman. Polistiren adalah plastik yang kaku dan tidak mahal dan sering digunakan untuk membuat model. Plastik jenis ini juga digunakan untuk membuat styrofoam.

Plastik dapat diklasifikasikan ke dalam berbagai jenis, namun biasanya dibedakan menurut polimer yang paling banyak digunakan (polivinyl klorida, polietilen, polimetil metrasilat, akrilik, silikon, poliuretan, dsb). Penggolongan lain mencakup termoplastik, termoset, elastomer, plastik teknik, zat tambahan atau kondensasi atau penambahan-majemuk (bergantung pada metode polimerisasi yang digunakan) dan suhu transisi gelas ( $T_g$ ).

Meskipun istilah plastik dan polimer seringkali dipakai secara sinonim, namun tidak berarti semua polimer adalah plastik. Plastik merupakan polimer yang dapat dicetak menjadi berbagai bentuk yang berbeda. Umumnya setelah suatu polimer plastik terbentuk, polimer tersebut dipanaskan secukupnya hingga menjadi cair dan dapat dituangkan ke dalam cetakan. Setelah penuangan, plastik akan mengeras jika plastik dibiarkan mendingin. Perhatikan Gambar 2.20 sebuah meja dari plastik yang dibuat dengan cara cetakan.



Gambar 2.20 Meja yang terbuat dari plastik merupakan plastik cetakan dengan kualitas yang kuat dan tahan lama dan lebih kuat dari bahan-bahan semula.

Sifat plastik pada dasarnya adalah antara serat dan elastomer. Jenis plastik dan penggunaannya sangat luas. Plastik yang banyak digunakan berupa lempeng, lembaran dan film. Ditinjau dari penggunaannya plastik digolongkan menjadi dua yaitu plastik keperluan umum dan plastik untuk



bahan konstruksi (*engineering plastics*). Plastik mempunyai berbagai sifat yang menguntungkan, di antaranya:

- a. umumnya kuat namun ringan,
- b. secara kimia stabil (tidak bereaksi dengan udara, air, asam, alkali dan berbagai zat kimia lain),
- c. merupakan isolator listrik yang baik,
- d. mudah dibentuk, khususnya dipanaskan,
- e. biasanya transparan dan jernih,
- f. dapat diwarnai,
- g. fleksibel/plastis,
- h. dapat dijahit,
- i. harganya relatif murah.

### 2. Beberapa Contoh Plastik

Beberapa contoh plastik yang banyak digunakan antara lain polietilen, poli (vinil klorida), polipropilen, polistiren, poli(metil pentena), poli (tetrafluoro-etilen) atau teflon.

#### a. Polietilen

Polietilen adalah bahan termoplastik yang kuat dan dapat dibuat dari yang lunak sampai yang kaku. Ada dua jenis polietilen yaitu polietilendensitas rendah (low-density polyethylene /LDPE) dan polietilen densitas tinggi (high-density polyethylene / HDPE). Polietilen densitas rendah relatif lemas dan kuat, digunakan antara lain untuk pembuatan kantong kemas, tas, botol, industri bangunan, dan lain-lain. Polietilen densitas tinggi sifatnya lebih keras, kurang transparan dan tahan panas sampai suhu 1000C. Campuran polietilen densitas rendah dan polietilen densitas tinggi dapat digunakan sebagai bahan pengganti karet, mainan anak-anak, dan lain-lain.

#### b. Polipropilen

Polipropilen mempunyai sifat sangat kaku; berat jenis rendah; tahan terhadap bahan kimia, asam, basa, tahan terhadap panas, dan



tidak mudah retak. Plastik polipropilen digunakan untuk membuat alat-alat rumah sakit, komponen mesin cuci, komponen mobil, pembungkus tekstil, botol, permadani, tali plastik, serta bahan pembuat karung.

c. Polistirena

Polistiren adalah jenis plastik termoplast yang termurah dan paling berguna serta bersifat jernih, keras, halus, mengkilap, dapat diperoleh dalam berbagai warna, dan secara kimia tidak reaktif. Busa polistirena digunakan untuk membuat gelas dan kotak tempat makanan, polistirena juga digunakan untuk peralatan medis, mainan, alat olah raga, sikat gigi, dan lainnya.

d. Polivinil klorida (PVC)

Plastik jenis ini mempunyai sifat keras, kuat, tahan terhadap bahan kimia, dan dapat diperoleh dalam berbagai warna. Jenis plastik ini dapat dibuat dari yang keras sampai yang kaku keras. Banyak barang yang dahulu dapat dibuat dari karet sekarang dibuat dari PVC. Penggunaan PVC terutama untuk membuat jas hujan, kantong kemas, isolator kabel listrik, ubin lantai, piringan hitam, fiber, kulit imitasi untuk dompet, dan pembalut kabel.

e. Potetrafluoroetilena (teflon)

Teflon memiliki daya tahan kimia dan daya tahan panas yang tinggi (sampai  $2600^{\circ}\text{C}$ ). Keistimewaan teflon adalah sifatnya yang licin dan bahan lain tidak melekat padanya. Penggorengan yang dilapisi teflon dapat dipakai untuk menggoreng telur tanpa minyak.

f. Polimetil pentena (PMP)

Plastik polimetil pentena adalah plastik yang ringan dan melebur pada suhu  $2400^{\circ}\text{C}$ . Barang yang dibuat dari PMP bentuknya tidak berubah bila dipanaskan sampai  $2000^{\circ}\text{C}$  dan daya tahannya terhadap benturan lebih tinggi dari barang yang dibuat dari polistiren. Bahan ini tahan terhadap zat-zat kimia yang korosif dan tahan terhadap



pelarut organik, kecuali pelarut organik yang mengandung klor, misalnya kloroform dan karbon tetraklorida. PMP cocok untuk membuat alat-alat laboratorium dan kedokteran yang tahan panas dan tekanan, tanpa mengalami perubahan, Barang-barang dari bahan ini tahan lama.

Ditinjau dari sifatnya, plastik dibagi menjadi termoplastik dan termoset. Termoplastik mempunyai sifat jika dipanaskan akan menjadi plastis dan jika terus dipanaskan sampai suhu lebih dari 200°C bisa mencair. Bila temperatur kemudian diturunkan (didinginkan) material plastik akan mengeras dan dapat dibentuk kembali. Sedangkan termoset setelah diproses menjadi produk tidak dapat kembali seperti bentuk semula. "Misalnya diumpamakan dengan makanan, termoplastik seperti coklat yang dapat mencair dan mengeras berulang kali dan tetap saja kita akan mendapatkan coklat, sedangkan termoset seperti biskuit yang sekali dicetak tidak dapat kembali ke bentuknya lagi".

Secara umum perbedaan plastik termoset dengan plastik termoplas adalah sebagai berikut.

- Plastik termoset: plastik yang mudah mengeras jika dipanaskan dan tidak dapat dilunakkan lagi.
- Plastik termoplas: plastik yang melunak jika dipanaskan dan mengeras jika didinginkan.

**Tabel 2.5** Perbedaan plastik termoplas dan termoset

<b>Plastik Termoplas</b>	<b>Plastik Termoset</b>
Mudah diregangkan	Keras dan rigid
Fleksibel	Tidak fleksibel
Melunak jika dipanaskan	Mengeras jika dipanaskan
Titik leleh rendah	Tidak meleleh jika dipanaskan
Dapat dibentuk ulang	Tidak dapat dibentuk ulang

Jenis-jenis plastik berdasarkan monomernya, di antaranya PET (*Polyethylene terephthalate*), HDPE (*High Density polyethylene*), LDPE (*Low Density Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PVC (*Polyvinyl chloride*), PS (*Polystyrene*) dan PC (*Polycarbonat*). Untuk memudahkan proses daur ulang plastik, dan memudahkan masyarakat awam dalam mengenali jenis plastik perlu





memperhatikan kode nomor yang ditulis ditengah-tengah lambang segitiga daur ulang.

Pengkodean yang ada 1= PET untuk botol minuman, minyak goreng, kecap, sambal, obat dan kosmetik, 2= HDPE untuk botol kosmetik, obat, minuman, tutup plastik, jerrycan pelumas dan cairan kimia, 3 = PVC untuk cling film, *tray* transparan, selang, pipa bangunan, taplak meja plastik, *cover* kursi, botol kecap, botol sambal, botol sampo, 5 = LDPE untuk kantong/tas kresek, plastik tipis lainnya, 6= PS untuk *stryrene foam*, sendok, garpu, *CD case*, gelas minuman pesawat terbang, 7 = lain-lain contohnya PC (*polycarbonate*) untuk botol 5-galon air minum, botol susu bayi, melamin untuk gelas, piring mangkok alat makan. Salah satu bahan perlengkapan makanan dan minuman yang sering digunakan adalah melamin yang tergolong jenis plastik termoset yang tergolong dalam "food grade" dan dapat digunakan sampai 140°C. Saat ini beredar perlengkapan makanan melamin palsu yang biasanya dijual dengan harga 10 ribu 3, dibuat dari bahan urea formaldehyde yang mengandung formalin kadar tinggi, yang tidak tahan panas dan dapat mengeluarkan formalin yang dapat mengkontaminasi makanan. Untuk membedakan melamin palsu dengan yang asli dapat dilihat dari tekstur permukaannya di bawah cahaya lampu, yang palsu biasanya bergelombang sedangkan yang asli tidak, dan jika direbus yang palsu akan berubah bentuk dan warnanya menjadi kekuningan. Agar plastik aman digunakan amat penting mengetahui sifat plastik bila dipanaskan, terutama termoplastik. Jadi yang perlu diperhatikan adalah, berhati-hati bila menggunakan plastik dalam kondisi panas, isi cairan yang berlemak dan untuk pemakaian menggunakan *microwave*.

Hampir di semua negara pemakaian material plastik untuk kebutuhan manusia mengacu pada standar, seperti di Indonesia standar yang digunakan adalah SNI (Standar Nasional Indonesia). Beberapa produk plastik yang sudah memiliki SNI yaitu PVC, botol untuk air dalam kemasan dan tahun ini akan keluar SNI untuk melamin dan *polystyrene*.

### Lembar Kegiatan 1

Bagaimanakah sifat plastik?

a. Pendahuluan



Pada kehidupan sehari-hari, kita dibanjiri oleh barang-barang yang terbuat dari plastik. Barang yang terbuat dari plastik selain murah juga dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan warna-warni yang menarik. Namun kita harus hati-hati dengan plastik karena plastik susah dihancurkan.

Untuk mengetahui sifat plastik, salah satunya melalui mudah tidaknya dibakar. Dari sifat ini, kita dapat mengetahui plastik mana yang tahan api dan tidak tahan api.

### b. Tujuan

- 1) Mengamati kelenturan berbagai contoh plastik.
- 2) Mengamati sifat berbagai contoh plastik dalam air dan asam.
- 3) Mengidentifikasi hubungan sifat plastik dan kegunaannya.
- 4) Mengamati hasil pembakaran berbagai contoh plastik.
- 5) Mengidentifikasi jenis plastik yang dapat didaur ulang.

### c. Alat dan bahan

- 1) Kayu atau tripleks untuk alas
- 2) Berbagai jenis plastik
- 3) Korek api
- 4) Pinset
- 5) Gunting
- 6) Gelas kimia
- 7) Pembakar spiritus
- 8) Air
- 9) Larutan cuka pekat (25%)
- 10) Larutan basa pekat (6 Molar)

### d. Cara Kerja

- 1) Siapkan berbagai jenis plastik!
- 2) Gunting masing-masing plastik dengan ukuran 3 x 3 cm.
- 3) Amati kekerasan dan kelenturan masing-masing plastik! Tekuk potongan plastik! Apakah potongan plastik tersebut patah jika ditekuk? Bagaimana kekerasan dan kelenturannya!



- 4) Isi masing-masing gelas kimia dengan air dan cuka. Masukkan potongan plastik ke dalam 3 gelas kimia masing-masing berisi air, cuka pekat dan basa pekat. Amati! Apa yang terjadi?
  - a) terapung atau tenggelam dalam air, cuka, basa pekat?
  - b) bereaksi atau tidak dengan air, cuka pekat, basa pekat?
- 5) Jepit potongan plastik dengan pinset. Bakar potongan plastik di atas nyala api dari pembakar spiritus. Amati! Apa yang terjadi [meleleh atau tidak, bentuk dan warna hasil pembakaran, bau dan warna asap yang dihasilkan (jika ada)]?

#### e. Tabel Pengamatan

No	Jenis benda bahan plastik	Warna	Kekerasan	Kelenturan	Sifat dalam air	Sifat dalam asam	Sifat dalam basa	Hasil pembakaran

#### f. Pertanyaan

- 1) Amati plastik yang bersifat lentur. Sebutkan kegunaannya!
- 2) Amati plastik yang tidak yang tidak bersifat lentur. Sebutkan kegunaannya!
- 3) Berdasarkan sifatnya, jelaskan bagaimana sebaiknya mengelola sampah plastik!
- 4) Berdasarkan meleleh atau tidaknya plastik saat dibakar, perkirakan jenis plastik yang dapat didaur ulang!

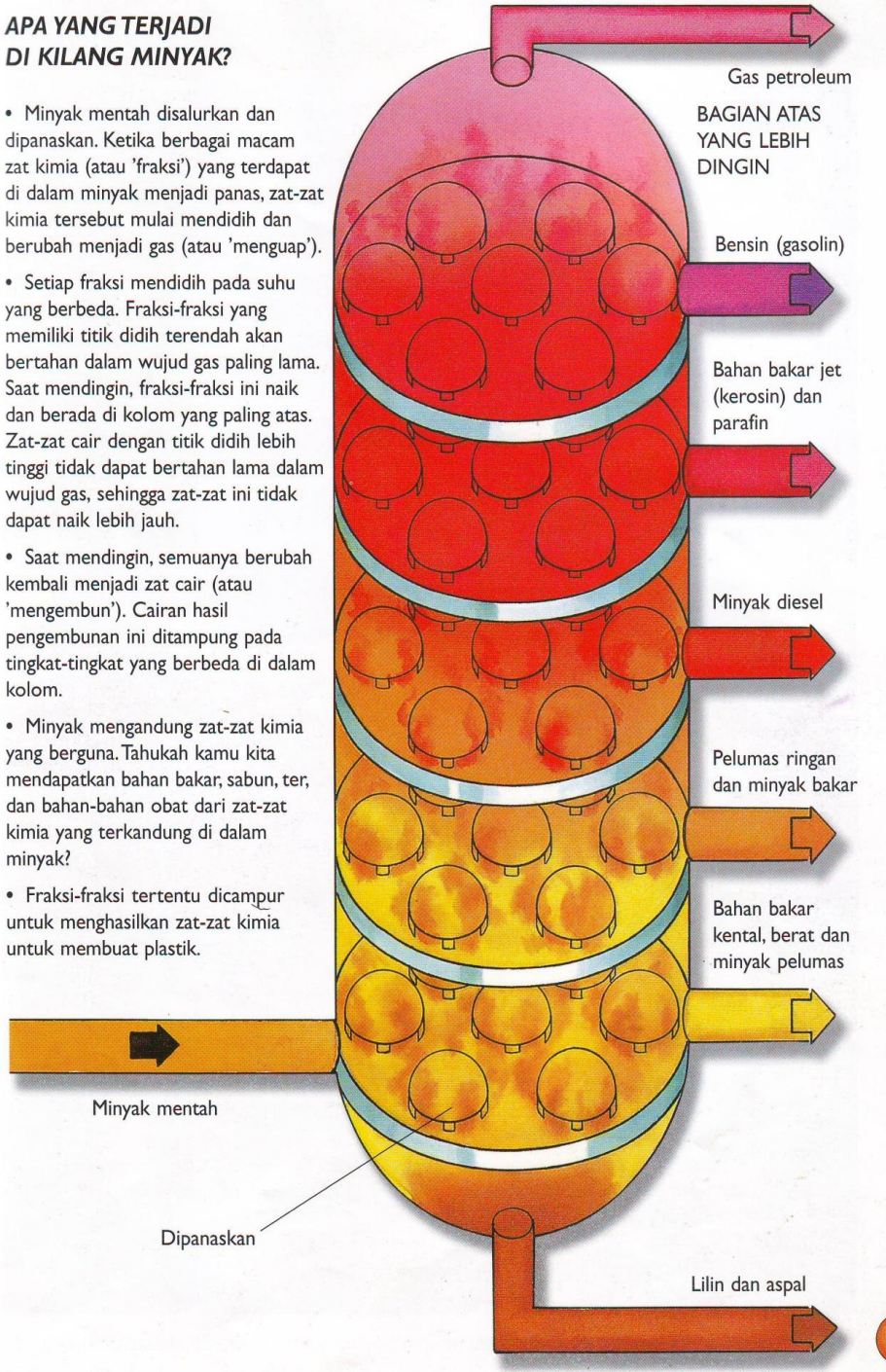
### 3. Dari manakah plastik berasal?

Sebagian besar plastik berasal dari bahan kimia yang berasal dari minyak mentah. Tapi karena cadangan minyak mentah dunia mulai menipis, batu bara dan gas sekarang lebih sering digunakan. Di kilang minyak, minyak mentah dipisah-pisahkan ke dalam fraksi-fraksi atau zat-zat kimia yang berbeda. Sebagian besar fraksi digunakan untuk bahan bakar. Pada proses

lebih jauh, beberapa sisa fraksi dipecah atau dipisah-pisahkan menjadi berbagai zat, termasuk gas etilen, salah satu zat kimia utama pembentuk plastik.

**APA YANG TERJADI  
DI KILANG MINYAK?**

- Minyak mentah disalurkan dan dipanaskan. Ketika berbagai macam zat kimia (atau 'fraksi') yang terdapat di dalam minyak menjadi panas, zat-zat kimia tersebut mulai mendidih dan berubah menjadi gas (atau 'menguap').
- Setiap fraksi mendidih pada suhu yang berbeda. Fraksi-fraksi yang memiliki titik didih terendah akan bertahan dalam wujud gas paling lama. Saat mendingin, fraksi-fraksi ini naik dan berada di kolom yang paling atas. Zat-zat cair dengan titik didih lebih tinggi tidak dapat bertahan lama dalam wujud gas, sehingga zat-zat ini tidak dapat naik lebih jauh.
- Saat mendingin, semuanya berubah kembali menjadi zat cair (atau 'mengembun'). Cairan hasil pengembunan ini ditampung pada tingkat-tingkat yang berbeda di dalam kolom.
- Minyak mengandung zat-zat kimia yang berguna. Tahukah kamu kita mendapatkan bahan bakar, sabun, ter, dan bahan-bahan obat dari zat-zat kimia yang terkandung di dalam minyak?
- Fraksi-fraksi tertentu dicampur untuk menghasilkan zat-zat kimia untuk membuat plastik.



Gambar 2.21 Plastik berasal





#### 4. Polimer dan Plastik

Manusia bereksperimen dengan plastik dari polimer alami selama berabad-abad. Pada abad ke-19, bahan plastik yang didasarkan pada polimer alami yang dimodifikasi secara kimiawi ditemukan. Charles Goodyear menemukan vulkanisasi karet (1839) dan Alexander Parkes dari Inggris menciptakan bentuk plastik terawal pada tahun 1855. Ia mencampur proksilin, suatu bentuk selulosa yang dinitratkan sebagian (selulosa adalah komponen utama dari dinding sel tumbuhan) dengan alkohol dan camphor. Hal ini menghasilkan bahan yang keras namun lentur dan transparan, yang disebutnya Parkesin. Plastik pertama yang didasarkan pada polimer sintetik dibuat dari fenol dan formaldehid dengan metode sintesis yang ditemukan oleh Leo Hendrik Baekeland pada tahun 1909. Produk ini disebut sebagai Bakelite. Kemudian, poli (vinyl klorida), polistiren, polietilen, polipropilen, poliamid (nilon), poliester, akrilik, silikon, dan poliuretan dikembangkan dan menghasilkan kesuksesan komersial yang besar.

Pengembangan plastik berasal dari penggunaan bahan-bahan alami (misalnya permen karet, *shellac*) dan bahan-bahan yang dimodifikasi secara kimiawi (misalnya karet alam, nitroselulosa, kolagen). Seterusnya, plastik dibuat dari molekul-molekul yang sepenuhnya bersifat sintetis (misalnya epoksi, polivinyl klorida, polietilen).

Pada tahun 1959, Perusahaan Koppers di Pittsburgh mengembangkan gelas busa polistiren yang dapat dijadikan lebih besar yang kemudian digunakan dalam industri makanan di seluruh dunia. Gelas plastik tersebut dapat dikubur dan stabil sebagai zat padat. Apabila dibakar dengan benar dalam fasilitas khusus, bahan kimia yang akan dihasilkan hanyalah air, karbon dioksida, dan debu karbon. Akan tetapi, apabila dibakar secara tidak tepat tanpa oksigen yang cukup atau dalam suhu yang kurang tinggi, gelas plastik dapat menghasilkan uap beracun dan hasil sampingan lain yang berbahaya.

#### 5. Polimer Berdasarkan Asalnya

Berdasarkan asalnya, polimer dibedakan atas **polimer alam** dan **polimer buatan**. Polimer alam telah dikenal sejak ribuan tahun yang lalu,

seperti amilum, selulosa, kapas, karet, wol, dan sutra. Polimer buatan dapat berupa **polimer regenerasi** dan **polimer sintetis**. Polimer regenerasi adalah polimer alam yang dimodifikasi. Contohnya rayon, yaitu serat sintetis yang dibuat dari kayu (selulosa). Polimer sintetis adalah polimer yang dibuat dari molekul sederhana (monomer) dalam pabrik. Penggunaan istilah polimer sintetis seringkali mengacu kepada plastik. Penggunaannya amat beragam peralatan rumah tangga (kantong plastik, ember, piring), dll.

## 6. Kegunaan Polimer Sintetik

### a. Peralatan rumah tangga



Gambar 2.22

### b. Replika dari plastik



Gambar 2.23

## c. Kegunaan polimer sintetis styrofoam



Gambar 2.24

## d. Kegunaan polimer sintetis melamin



Gambar 2.25

## e. Kegunaan polimer sintetis teflon



Gambar 2.26

## 7. Masalah Akibat Polimer Sintetik

Penumpukan sampah



Gambar 2.27

Eksperimen menentukan karakteristik polimer sintesis



Gambar 2.28



## 8. Karakteristik Plastik

Berdasarkan responnya terhadap pemanasan:

- Termoplastik: dapat meleleh  
Contoh: PET (polyethylene terephthalate, misal untuk botol air minum dalam kemasan)
- Termoset: tidak dapat meleleh  
Contoh: melamin (melamine formaldehyde, misal untuk peralatan makan)

## 9. Daur ulang

- Terutama untuk yang bersifat termoplastik → diubah menjadi bahan baku produk plastik.
- Skema daur ulang  
Gambar 1, 2, dan 3 sampah plastik dikumpulkan, dikemas, dan diangkut.



Gambar 4, 5, 6, 7 dan 8 Sampah plastik dipilah-pilah, dicuci, dilelehkan, dan diubah kembali menjadi bahan baku



Gambar 8 produk baru hasil daur ulang





## 10. Mengatasi Masalah Lingkungan yang Berkaitan dengan Penggunaan Plastik

Tidak seperti bahan-bahan alam lainnya, plastik bersifat nonbiodegradable. Berdasarkan informasi, 30% volume sampah di Amerika Serikat terdiri dari plastik. Bagaimana di negara kita Indonesia? Umumnya sampah plastik ditangani dengan cara dikubur atau dibakar dalam incinerator. Namun, kedua cara tersebut belum menyelesaikan masalah. Plastik yang dikubur tidak akan membusuk sementara lahan tempat mengubur plastik semakin sulit. Pembakaran plastik akan menyebabkan polusi. Misalnya, pembakaran PVC menghasilkan gas hidrogen klorida (HCl) atau gas klorin(Cl<sub>2</sub>).

Berikut beberapa cara yang dipertimbangkan untuk menangani plastik.

### a. Daur ulang

Plastik termoplas dapat dibentuk ulang melalui pemanasan. Dapat juga didepolimerisasi sehingga diperoleh kembali monomernya. Akan tetapi, sulit sekali memilah sampah plastik menurut jenisnya. Sampah plastik seringkali merupakan campuran dari berbagai jenis. Dengan demikian juga mengandung plasticiser, pigmen warna, dan campuran bahan lainnya. Akibatnya, hasil daur ulangnya paling merupakan plastik dengan mutu yang lebih rendah dan kurang nilai ekonomisnya. Di negara maju yang penduduknya sadar lingkungan, produsen mencantumkan kode yang menyatakan jenis plastik. Lalu di tempat-tempat umum disediakan tempat sampah dengan berbagai kode, sehingga masyarakat dapat membuang sampah plastik menurut jenisnya. Dapatkah Anda mengelompokkan bahan-bahan plastik yang telah Anda pakai berdasarkan jenis plastik?

### b. Membuat plastik yang biodegradable

Dengan membuat plastik yang biodegradable, maka plastik akan hancur dalam beberapa tahun.



### c. Pirolisis

Apabila plastik dipanaskan hingga  $7000^{\circ}\text{C}$  tanpa udara, maka molekul plastik akan terurai membentuk molekul-molekul sederhana. Campuran plastik yang biasa, seperti politena, polipropilena atau polistirena, ketika dipirolisis akan menghasilkan hidrokarbon sederhana etil etena atau propena atau benzena. Senyawa tersebut dapat dipisahkan melalui destilasi bertingkat. Hasilnya kemudian dapat digunakan untuk membuat berbagai bahan kimia termasuk plastik. Untuk sekarang ini, pirolisis dinilai tidak ekonomis, karena masih tersedia bahan baku yang lebih murah, yaitu dari minyak bumi dan gas alam. Keuntungan yang diperoleh dari cara pirolisis, salah satunya adalah kita dapat menyortir limbah plastik menurut jenisnya.

## 11. Bahaya di Balik Plastik Kemasan Makanan

Bagi sebagian besar orang, kemasan makanan hanya bungkus makanan dan cenderung dianggap sebagai "pelindung" makanan. Ketika suatu jenis makanan sudah berada dalam satu kemasan atau bungkus, biasanya orang menganggap makanan itu dalam status aman dan sehat. Padahal, pandangan seperti ini jelas-jelas keliru. Aman tidaknya makanan kemasan bergantung pada jenis bahan kemasannya.

Sebaiknya mulai sekarang Anda cermat dalam memilih kemasan makanan. Ada begitu banyak bahan yang digunakan sebagai pengemas primer pada makanan, yaitu kemasan yang bersentuhan langsung dengan makanan. Akan tetapi, tidak semua bahan ini aman bagi makanan yang dikemasnya. Salah satu bahan kemasan yang harus diwaspadai adalah plastik. Mengapa? Karena bahan inilah yang paling banyak digunakan. Dan yang lebih penting lagi, tidak semua plastik bisa digunakan untuk wadah atau kemasan makanan maupun minuman. Ada sejumlah bahaya yang mengintip pada plastik sebagai kemasan.

Setiap hari kita menggunakan plastik, baik untuk mengolah, menyimpan, maupun mengemas makanan. Ketimbang kemasan tradisional seperti dedaunan atau kulit hewan, plastik memang lebih praktis dan tahan



lama. Meski demikian, di luar sifatnya yang praktis, plastik tetap punya kelemahan, tidak tahan panas dan dapat mencemari produk akibat migrasi komponen monomer yang akan berakibat buruk terhadap kesehatan konsumen. Selain itu, plastik juga bermasalah untuk lingkungan karena merupakan bahan yang tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami (nonbiodegradable).

Plastik dibuat dengan cara polimerisasi yaitu menyusun dan membentuk secara sambung-menyambung bahan-bahan dasar plastik yang disebut monomer. Misalnya plastik jenis polivinil chlorida (PVC) sesungguhnya adalah polimer dari monomer vinil klorida. Di samping bahan dasar berupa monomer di dalam plastik juga terdapat zat nonplastik yang disebut aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat plastik itu sendiri. Bahan aditif tersebut berupa zat-zat dengan berat molekul rendah, yang dapat berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap sinar ultraviolet, antilekat, dan masih banyak lagi.

Kemasan plastik mulai diperkenalkan pada tahun 1900-an. Sejak itu perkembangannya sangat cepat. Sesudah Perang Dunia II, diperkenalkan berbagai jenis kemasan plastik dalam bentuk kemasan lemas (fleksibel) maupun kaku. Beberapa jenis kemasan plastik yang dikenal antara lain polietilen, polipropilen, poliester, nilon, dan vinil film. Bahkan selama dua dasawarsa terakhir, pangsa pasar dunia untuk kemasan pangan telah direbut oleh kemasan plastik. Timbul suatu pertanyaan, mengapa plastik begitu banyak dipakai?

Plastik memang mempunyai beberapa keunggulan sifat, di antaranya kuat tetapi ringan, tidak berkarat, sifat termoplastis (bisa direkat menggunakan panas), dapat diberi label atau cetakan dengan berbagai kreasi, dan mudah diubah bentuknya. Sebagai bahan pembungkus, plastik dapat digunakan dalam bentuk tunggal komposit atau multilapis dengan bahan lain, baik antara plastik dan plastik yang beda jenis, plastik dan kertas, maupun dengan yang lainnya. Kombinasi tersebut dinamakan laminasi. Dengan demikian, kombinasi dari berbagai jenis plastik dapat menghasilkan ratusan jenis kemasan.





a. Jenis berbahaya

Selain mempunyai banyak keunggulan, ternyata kemasan atau wadah plastik menyimpan kelemahan, yaitu kemungkinan terjadinya migrasi atau pindahnya zat-zat monomer dari bahan plastik ke dalam makanan, terutama jika makanan tersebut tak cocok dengan kemasan atau wadah penyimpanannya. Pada makanan yang dikemas dengan kemasan plastik, adanya migrasi ini tidak mungkin dapat dicegah 100%. Migrasi (perpindahan) monomer terjadi karena dipengaruhi oleh suhu makanan atau penyimpanan dan proses pengolahannya. Semakin tinggi suhu tersebut, semakin banyak monomer yang dapat bermigrasi ke dalam makanan. Demikian juga dengan lamanya makanan tersebut disimpan. Karena, semakin lama waktu kontak antara makanan tersebut dan kemasan plastik, jumlah monomer yang bermigrasi dapat makin tinggi jumlahnya.

Monomer atau aditif plastik apa saja yang perlu diwaspadai? Memang tidak semua, hanya beberapa, seperti vinil klorida, akrilonitril, metacrylonitril, vinylidene klorida, dan styrene. Monomer vinilklorida dan akrilonitril cukup tinggi potensinya untuk menimbulkan kanker pada manusia. Vinilklorida dapat bereaksi dengan guanin dan sitosin pada DNA, sedangkan akrilonitril bereaksi dengan adenin. Vinilasetat telah terbukti menimbulkan kanker tiroid, uterus, dan lever pada hewan. Akrilonitril menimbulkan cacat lahir pada tikus-tikus yang memakannya.

Monomer-monomer lain, seperti akrilat, stirena, dan metakrilat serta senyawa-senyawa turunannya, seperti vinilasetat, polivinil klorida, kaprolaktam, formaldehida, kresol, isosianat organik, heksa metilendiamin, melamin, epodilokloridrin, bispenol, dan akrilonitril dapat menimbulkan iritasi pada saluran pencernaan terutama mulut, tenggorokan, dan lambung. Aditif plastik jenis plasticizer, stabilizer, dan antioksidan dapat menjadi sumber pencernaran organoleptik yang membuat makanan menjadi berubah rasa serta aroma dan bisa menimbulkan keracunan. Pada suhu kamar, dengan waktu kontak yang cukup lama, senyawa berberat molekul kecil dapat masuk ke makanan secara bebas, baik yang berasal dari aditif maupun plasticizer.

Migrasi monomer dan zat-zat pembantu polimerisasi, dalam kadar tertentu dapat larut ke dalam makanan padat atau cair berminyak. Semakin panas makanan yang dikemas, semakin tinggi peluang terjadinya migrasi ke dalam bahan makanan. Di Swedia, bahan berbahaya setingkat dengan

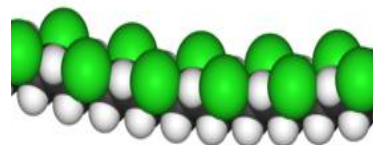
monomer vinil klorida kandungannya dalam makanan tidak boleh lebih dari 0,05 ppm. Batas maksimum monomer vinil klorida yang terdeteksi dalam makanan adalah 0,01 ppm, sementara di Jepang 0,05 ppm.

b. Menghindari bahaya

- 1) Hindari atau minimalkan pemakaian plastik. Misalnya untuk makanan yang dibungkus seperti soto, bakso, dan makanan lain. Gunakanlah rantang seperti masa dulu. Walaupun kurang praktis tapi demi kesehatan mengapa tidak?
- 2) Perhatikan tanggal kedaluarsa makanan. Jangan dikonsumsi apabila tanggal kedaluarsa sudah lewat batas. Demikian juga bila ada kejanggalan rasa, aroma, serta penampilan pada makanan ataupun minuman walupun batas kedaluarsa belum terlewat.
- 3) Bila ingin memanaskan makanan dengan oven microwave, gunakanlah wadah dari gelas yang cukup tahan panas.
- 4) Bila ingin memilih plastik lemas untuk penutup makanan, gunakanlah yang labelnya tertera polietilen.
- 5) Kemasan atau wadah yang digunakan untuk makanan atau minuman dingin sebaiknya jangan dipakai untuk wadah makanan atau minuman yang panas.



Nortown Castles, North York (now Toronto), Ontario, Canada, April 1995. Set-up for subsequent code infraction in plastic pipe wall penetrations. Improper hole sizing. Firestops (in the walls) the plumber considered to be the drywaller's responsibility. Floor openings are properly done in this case, with intumescent pipe collars and firestop mortar. The intumescent will expand and choke off the melting pipes. Drywall mud does not work as a plastic pipe firestop in the wall.



Gambar 2.29



## 12. PVC (Polivinil Klorida)

Polivinil Klorida (IUPAC, Polikloroetena) yang biasa disingkat menjadi PVC adalah polimer termoplastik yang penggunaannya sangat luas. PVC adalah salah satu produk yang paling menguntungkan dalam industri kimia. Di seluruh dunia, lebih dari 50% PVC digunakan dalam konstruksi. PVC adalah bahan bangunan yang murah, tahan lama, dan mudah digabungkan. PVC telah menggantikan bahan bangunan tradisional seperti kayu, semen, dan tanah liat. Meskipun produksinya berdampak negatif pada lingkungan alam dan kesehatan manusia, PVC masih sering digunakan. Sebagai plastik keras, PVC digunakan dalam kartu magnetik, jendela, rekaman gramofon, pipa ledeng, dan furnitur. PVC dapat dibuat lebih lentur dan lunak dengan menambahkan plasticizers, di antaranya phthalates. PVC dalam bentuk ini digunakan dalam pakaian, tube, membran atap, dan pembungkus kabel listrik.

### a. Sejarah

Polivinil klorida ditemukan secara tidak sengaja pada abad ke-19, pertama pada tahun 1835 oleh Henri Victor Regnault dan pada 1872 oleh Eugen Baumann. Pada keduanya, polimer muncul sebagai padatan berwarna putih di dalam termos vinil klorida yang dibiarkan terekspos matahari. Pada awal abad ke-20, dua orang ahli kimia dari Rusia dan Jerman, Ivan Ostromislensky dan Fritz Klatte dari perusahaan kimia Jerman Griesheim-Elektron berupaya untuk menggunakan PVC dalam produk-produk komersial, namun terhambat oleh polimer yang kaku dan mudah patah. Pada tahun 1926, Waldo Demon dan B. F. Goodrich mengembangkan metode untuk memplastikkan PVC dengan mencampurkannya dengan berbagai zat tambahan. Hasilnya adalah bahan yang lebih fleksibel dan mudah diproses yang segera banyak digunakan dalam produk komersial.

### b. Penggunaan

#### 1) Kabel Listrik

PVC sering digunakan sebagai pelapis kabel listrik; plastik yang digunakan untuk keperluan ini harus diberi zat tambahan. Jika terjadi kebakaran, kabel yang dilapisi PVC dapat menghasilkan asap



HCL; klorin yang terdapat di dalamnya mengikat radikal-radikal bebas dan menjadi sumber penghambat api. Meskipun asap HCL berbahaya bagi kesehatan, HCL terpecah di berbagai permukaan dan tidak mudah terhisap. Untuk penggunaan di mana asap menjadi bahaya, digunakan pelapis kabel bebas PVC.

### 2) Pipa

Polivinil klorida juga sering digunakan untuk memproduksi pipa karena berbagai sifat yang dimilikinya, seperti ringan, kuat, dan tidak terlalu reaktif. Pipa-pipa PVC juga dapat digabungkan dengan menggunakan semen sehingga menciptakan sambungan yang tahan bocor.

### 3) Plat dan Lambang

Dalam bentuk lembaran, polivinil klorida dapat dibentuk dalam berbagai warna dan ketebalan. PVC dapat ditarik untuk menciptakan ruang kosong dalam suatu benda sehingga tercipta ketebalan tambahan tanpa menambah berat maupun biaya. PVC dalam bentuk lembaran ini digunakan untuk menghasilkan berbagai lambang komersial dan tanda pada kendaraan.





### 13. PVC Tanpa Pelembut Plastik



Gambar 2.30 Rumah modern yang menggunakan PVC yang bercorak kayu untuk pintu dan jendela

PVC tanpa plastisisasi atau PVC kaku sering digunakan dalam industri bangunan sebagai bahan dengan pemeliharaan yang mudah. PVC jenis ini digunakan untuk jendela, pengganti kayu bercat, dan sebagainya. Karena dampaknya terhadap lingkungan, penggunaan PVC tidak dilanjutkan oleh beberapa pemerintah lokal di negara-negara seperti Jerman dan Belanda.

### 14. Kesehatan dan Keamanan

#### a. Phthalate

Banyak produk vinil mengandung zat kimia tambahan untuk mengubah konsistensi kimia produk. Beberapa zat tambahan kimia yang disebut aditif dapat bocor dari produk-produk vinil. Pelembut plastik yang harus ditambahkan untuk membuat PVC lentur menjadi perhatian khusus karena dampak yang ditimbulkannya.

Karena PVC digunakan pula dalam mainan bayi, muncul kekhawatiran bahwa zat-zat aditif ini akan bocor dan termakan oleh bayi yang mengunyahnya. Kebocoran zat aditif juga mungkin terjadi pada alat bantu seksual atau *sex toys*. Pada bulan Januari 2006, Uni Eropa melarang enam jenis pelembut plastik, termasuk DEHP (dietilheksil



phthalate) yang digunakan dalam mainan. Di Amerika Serikat, perusahaan-perusahaan pembuat mainan anak telah dengan sukarela menghentikan penggunaan DEHP. Kantong plastik Vinyl IV yang digunakan dalam unit intensif bayi yang baru lahir juga dapat mengalami kebocoran DEHP. Produk-produk vinyl lain, termasuk interior mobil, tirai kamar mandi, dan pelapis lantai pada mulanya melepaskan gas-gas berbahaya ke udara. Beberapa penelitian pendahuluan mengindikasikan bahwa gas-gas ini dapat menyebabkan komplikasi kesehatan. Di akhir tahun 60-an, Dr. John Creech dan Dr. Maurice Johnson menemukan sifat karsinogenik dari monomer vinyl klorida.

### b. Dioksin

Pembuatan vinil klorida juga diklaim mengeluarkan dioksin sebagai hasil sampingan. Dioksin juga dihasilkan dari pembakaran sampah PVC. Dioksin adalah ancaman kesehatan global karena bertahan di alam dan dapat menyebar hingga menempuh jarak yang jauh. Populasi yang terpapar dioksin dapat mengalami gangguan sistem kekebalan tubuh, gangguan reproduksi, berbagai kanker, dan endometriosis.

### c. Daur Ulang

Simbol atau kode SPI bagi polivinyl klorida dikembangkan oleh Masyarakat Industri Plastik berdasarkan jenis-jenis plastik, sehingga barang-barang yang mengandungnya dapat diberi label agar mudah didaur ulang. Kode tersebut adalah sebagai berikut.



Tabel 2.6 Kode SPI untuk PVC

	PET	<b>Polyethylene terephthalate</b> – botol minuman ringan, alas makanan siap saji.
	HDPE	<b>High-density polyethylene</b> – botol susu, cairan pembersih, kosmetik.
	PVC	<b>Polyvinyl chloride</b> – Alas/baki makanan, plastik pembungkus makanan (cling wrap), botol minuman dan shampoo.
	LDPE	<b>Low density polyethylene</b> – kantong plastik.
	PP	<b>Polypropylene</b> – Kemasan margarin, alas makanan untuk microwave.
	PS	<b>Polystyrene</b> – Mangkuk Yoghurt, alas ikan atau daging, kotak burger dan telur, gelas kopi, busa pengaman alat elektronik.
	Lainnya	<b>Lainnya</b> - Misalnya melamine.

Kantong plastik adalah salah satu jenis kemasan yang fleksibel, terbuat dari lembaran plastik tipis. Kantong plastik digunakan untuk menyimpan dan mengedarkan makanan, tepung, es, bahan kimia, sampah, dan sebagainya.

#### d. Komposisi

Kantong plastik dapat dibuat dari berbagai material yang berbeda:

- Polietilen, yang paling sering digunakan: LDPE, HDPE, LLDPE.
- Polipropilen,
- Penyatuan beberapa lapisan untuk meningkatkan kekuatan fisik dan mengoptimalkan penggunaan material,
- Laminasi untuk meningkatkan kekuatan seperti Nilon dan LDPE untuk kemasan vakum,
- PVC yang dilembutkan (untuk kantong darah), *Tyvex* (peralatan medis yang disterilkan), *cellophane*, dsb.

Kebanyakan bahan tersebut dilekatkan dengan cara dipanaskan, namun ada juga yang dilekatkan dengan menggunakan lem atau penjepit.

#### e. Jenis-jenis kantong plastik

Kantong plastik adalah salah satu jenis kemasan untuk menyimpan makanan beku, makanan segar, kudapan, produk-produk

pertanian/perkebunan, dan sebagainya. Kantong plastik biasanya dibuat dari gulungan atau lapisan tunggal di sebuah mesin bentuk-isi-rekat vertikal atau horisontal. Ada banyak jenis kantong plastik, mulai dari yang bisa didirikan di atas lemari hingga yang dapat dibuka dan direkatkan kembali. Bentuk pegangannya pun bermacam-macam. Kantong plastik biasanya menggunakan lebih sedikit bahan dibandingkan dengan kardus, karton, atau toples sehingga sering disebut sebagai “pengemasan minimal”. Bergantung pada penyusunnya, kantong plastik dapat didaur ulang atau dibakar di fasilitas khusus untuk kemudian dikonversi menjadi energi. Akan tetapi, kantong plastik dapat menjadi limbah dan merusak alam jika dibuang begitu saja. Kantong plastik juga sering digunakan untuk menyimpan sampah.



Gambar 2.31

f. Dampak negatif plastik terhadap kesehatan

PVC mengandung banyak bahan kimia beracun yang disebut sebagai adipates dan phthalates (pelunak plastik) yang digunakan untuk melunakkan PVC sehingga dapat dibentuk. PVC biasa digunakan untuk mengemas makanan dan minuman, membuat mainan bayi, pipa ledeng, bahan bangunan, tempat kosmetik hingga tirai kamar mandi. Bahan kimia ini dapat keluar dari PVC ketika bersentuhan dengan makanan. WHO telah menetapkan vinyl klorida sebagai zat karsinogenik.

Polistiren adalah salah satu bahan kimiawi beracun dalam air minum. Proses menghasilkannya pun melepaskan polusi ke atmosfer dan menghancurkan lapisan ozon. Styrofoam juga mengandung zat karsinogen.





Polikarbonat mengandung bisphenol yang mengganggu fungsi hormon. Apabila bocor ke makanan dan minuman, zat ini dapat meningkatkan berat badan dan membuat tubuh resisten terhadap insulin yang menyebabkan inflamasi dan penyakit diabetes.

g. Dampak bagi lingkungan

Plastik bersifat tahan lama dan sulit terurai. Dalam beberapa kasus, pembakaran sampah plastik dapat menghasilkan asap beracun. Pembuatan plastik dalam skala besar juga menghasilkan polutan kimiawi.

Untuk mempermudah proses daur ulang plastik, berbagai produk plastik diberi label sesuai dengan kandungan polimernya, antara lain sebagai berikut:



Gambar 2.32 Tanda jenis plastik: kode identifikasi Resin

- 1) PET (*PETE*): Polyethylene Terephthalate Biasa ditemukan dalam botol minuman ringan, botol minyak, toples selai, dsb.
- 2) HDPE: High Density Polyethylene -Biasa digunakan dalam botol deterjen, botol susu.
- 3) PVC: Polyvinyl Chloride – Biasa digunakan dalam pipa plastik, furnitur, botol minuman, kemasan salad dan deterjen.
- 4) LDPE: Low Density Polyethylene – Biasa digunakan dalam kantong laundry, kantong sampah, kemasan makanan.
- 5) PP: Polypropylene – Biasa digunakan dalam tutup botol, sedotan.
- 6) PS: Polystyrene – Biasa digunakan dalam gelas styrofoam, kemasan makanan
- 7) LAINNYA: kemasan makanan, tupperware.

Daur ulang plastik terbukti sulit karena banyak produk mengandung jenis plastik yang berbeda-beda. Plastik yang tidak dapat didaur ulang biasanya dikubur, dibakar, atau diproduksi untuk menghasilkan energi.

h. Plastik yang dapat terurai

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menemukan plastik yang dapat terurai apabila terpapar sinar matahari (radiasi ultra-violet), air (atau kelembapan), bakteri, enzim, abrasi angin, dan binatang pengerat, serangga, dsb. Akan tetapi, karbon yang terkandung dalam plastik jenis ini dapat menjadi gas rumah kaca jika dilepaskan ke atmosfer.

**Termoplastik**

**Ciri-ciri**

**Akrilonitril butadienastirena (ABS)**



Sangat keras dan tahan banting. Digunakan untuk pipa, tabung, bagian-bagian mobil, peralatan pelindung, alat-alat, wadah alat rumah tangga berukuran kecil dan pinggir pintu lemari es.

**akrilik (PMMA)**

Keras, kuat dan tembus pandang. Digunakan untuk pakaian karena memproduksinya lebih murah daripada kain alami, juga untuk pemantul cahaya, cat, penanda, dan 'kaca' pengaman.



**Seluloid**



Termoplastik pertama: Suatu zat yang dicetak di bawah panas dan tekanan. Seluloid selanjutnya digunakan untuk film fotografi fleksibel pertama dan dalam pembuatan film.

**Polikarbonat**

Material kuat dan jernih yang digunakan untuk jendela, 'kaca' pengaman, peralatan rumah tangga dan kantor serta rambu-rambu lalu lintas.



**Polietilena (politena)**



Dapat menyesuaikan diri, fleksibel, dan tahan lama. Polietilena yang berberat jenis rendah (LDPE) digunakan untuk kantung plastik, film dan botol. Polietilena yang berberat jenis tinggi (HDPE) digunakan untuk krat (tempat botol) peralatan bertekanan, dan pipa plastik.





**Termoplastik**

**Ciri-ciri**

**Politetrafluoroetilena (PTFE, Teflon)**



Tahan terhadap panas, bahan kimia dan listrik. Teflon digunakan untuk lapisan tahan panas dan anti lengket serta untuk isolator.

**Polipropilena**

Keras dan lentur. Polipropilena digunakan untuk membuat tali pengikat, pipa, tabung, peralatan rumah tangga dan produk-produk kesehatan seperti sendi-sendi buatan.



**Polistirena**



Ringan dan rapuh, tetapi ketika dibuat menjadi plastik busa, polistirena cocok digunakan untuk kemasan dan barang-barang pengembang; seperti jaket penyelamat.

**Polivinil klorida (PVC) atau 'vinil'**

Kuat, dapat beradaptasi, dan tahan terhadap sinar matahari dan cuaca. Polivinil digunakan untuk pakaian, bingkai jendela, lantai, dan kulit buatan.



**PLASTIK TERMOSETING**  
Plastik epoksi-resin



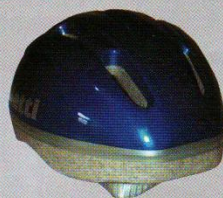
Kuat, tahan lama dan keras. Resin epoksi digunakan untuk peralatan listrik, bahan untuk lantai, gir dan lem.

**Fenol-formaldehid (Bakelit, melamin)**

Keras, tahan panas, anti remuk. Bakelit tidak dapat retak, kusut, atau memudar karena terpapar sinar matahari. Digunakan untuk kebutuhan rumah tangga seperti isolator listrik.



**Poliuretana**



Poliuretana bagus untuk dibuat plastik busa dan isolator, peralatan olahraga, bahan pengisi dan mebel. Juga cocok sebagai kemasan untuk melindungi barang-barang dari benturan atau tabrakan selama perjalanan.

Gambar 2.33 Plastik dan kegunaannya



## H. Kaca

### 1. Apakah Kaca Itu?

Kaca merupakan materi bening (tembus pandang) yang biasanya dihasilkan dari campuran silika (silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), yang secara kimia sama dengan kuarsa (bahasa Inggris: kwarts). Biasanya dibuat dari pasir. Suhu lelehnya adalah 1400 derajat Celsius. Kaca juga memiliki beberapa arti: halaman buku (dalam beberapa bahasa daerah); dan cermin, benda yang dapat memantulkan cahaya.

### 2. Terbuat Dari Apakah Kaca?

Kaca dibuat terutama dari bahan kimia silika (silikon dioksida) yang berasal dari pasir. Suhu yang sangat tinggi dibutuhkan untuk melelehkan silika, sehingga soda (natrium karbonat) ditambahkan untuk menurunkan titik leleh. Silika dan soda menghasilkan kaca yang dapat larut di dalam air. Kaca ini tidak sesuai untuk dibuat jendela, sehingga batu gamping (kalsium karbonat) ditambahkan untuk membuat kaca yang normal dan kuat. Bahan-bahan pembuat kaca bisa beragam. Untuk membuat jenis-jenis kaca khusus. Menambahkan timbal oksida untuk menggantikan sebagian besar batu gamping, akan menghasilkan kaca yang berat untuk pembuatan gelas anggur.

Bahan-bahan mentah dicampur bersama dalam jumlah yang tepat dan dilelehkan di dalam tanur tinggi. Ukuran tanur tergantung pada jumlah kaca yang ingin dibuat. Tanur khusus untuk kaca pipih dapat menampung 2.000 ton kaca leleh. Biasanya ditambahkan beberapa limbah kaca dengan warna dan jenis yang sama. Kaca berwarna dibuat dengan menambahkan senyawa logam yang berbeda. Contoh: tembaga oksida menghasilkan kaca biru; sedangkan senyawa kromium menghasilkan kaca hijau atau kuning.

### 3. Asal Mula Kaca

Kaca yang mudah ditemukan dalam kehidupan keseharian, ternyata merupakan material padat pada suhu kamar, sekaligus sebagai sebuah tabir yang dapat menghantarkan cahaya, tetapi sulit menghantarkan udara dan suara. Kaca merupakan benda transparan yang kuat dan secara biologi merupakan bahan yang tidak aktif, sehingga bisa dibentuk menjadi permukaan





yang kuat dan licin. Kaca yang kemudian menjadi produk multi guna, terdiri dari unsur silika, yaitu butiran pasir yang mengandung silikon dioksida.

Untuk mencairkan kaca diperlukan suhu sekitar 1400 °C. Ini disebabkan karena kaca terdiri dari bahan yang tidak memiliki perubahan garis atomik dalam cahaya. Selain itu, kaca juga mempunyai tingkat gelombang yang lebih besar dibandingkan cahaya dan tak ada sekat yang menyebabkan cahaya terbias sehingga menghalangi pemantulan obyek.

Kaca semula berasal dari material obsidia yang terbentuk dari lava gunung berapi, sebenarnya telah dikenal sejak zaman batu. Menurut salah satu referensi, pembuat kaca pertama adalah bangsa Mesir sekitar tahun 2000 Sebelum Masehi. Saat itu, kaca digunakan sebagai kemasan barang-barang tembikar dan sejumlah benda lainnya. Pada abad pertama Sebelum Masehi, teknik pembuatannya berkembang dan kaca menjadi lebih banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Di zaman Kekaisaran Romawi sebagian besar produk kaca berbentuk botol dan gelas. Kemudian pada abad ke-12 dibuatlah kaca berwarna dengan cara mencampurkan bahan pewarna berupa oksida logam. Kaca jenis ini kurang begitu berkembang karena tidak digunakan secara luas oleh masyarakat. Pada abad ke-14 pusat pembuatan kaca adalah kota Venice yang berada di Italia. Kota inilah yang banyak melahirkan teknik baru, dan akhirnya produk kaca menjadi komoditas penting, seperti piring, pinggan, mangkuk, cermin, dan barang mewah lainnya. Kemudian sekitar tahun 1688, proses pengolahan kaca ini menggunakan beberapa cara yang telah dikembangkan, sehingga produk kaca lebih mudah dibuat. Dengan lahirnya mesin pengolah produk kaca pada 1827, produk-produk berbasis kaca bisa dibuat secara massal, harganya pun menjadi lebih murah. Pada pertengahan 1800-an diperkenalkan proses pembuatan kaca mahkota (crown glass process).

Untuk mengubah tekstur kaca biasa, bisa dilakukan dengan campuran bahan lain yang akan mengubah ciri-cirinya. Misalnya, kaca yang dicampur dengan timah hitam akan tampak lebih berkilau, karena indeks pantulannya mengalami peningkatan. Kemudian bila ditambahkan senyawa



boron akan memperkuat ciri fisik dan elektriknya sehingga menghasilkan produk kaca yang tahan panas dan disebut dengan pyrec.

Dengan menambahkan senyawa barium juga akan meningkatkan indeks pantulannya. Sementara itu, untuk kaca yang menyerap tenaga infra digunakan campuran serium. Ada pula yang menambahkan campuran logam oksida yang berfungsi mengubah warna kaca. Penambahan kadar soda atau potasium juga menurunkan titik lebur kaca, atau itu digunakan senyawa mangan untuk menghilangkan warna yang tidak dikehendaki.

Kaca berwarna dihasilkan dengan cara mencampur sedikit oksida logam peralihan. Misalnya, oksida mangan akan menghasilkan warna ungu, oksida kuprum dan kromium akan memberikan warna hijau, dan oksida kobalt memberikan warna biru. Soda atau sodium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dapat menurunkan titik lebur kaca sampai sekitar 1000 derajat Celcius. Bahkan bahan soda menjadikan kaca mudah larut sehingga untuk mengatasinya harus ditambah dengan kapur (kalsium oksida atau  $\text{CaO}$ ).

Dengan berbagai ciri dan kekhasannya, material kaca dapat diolah menjadi bermacam-macam produk fungsional, seperti peralatan makan dan minum, perkakas rumah tangga, pelengkap interior ruangan hingga sebagai bahan bangunan. Sekarang ini, produk kaca bahkan telah berkembang menjadi barang seni yang berbentuk unik dan menarik.

Barang-barang seni yang dibuat dari kaca, kemudian digolongkan sebagai kreasi kerajinan tangan karena proses pembuatannya menggunakan keahlian manual dari seorang perajin. Produk kaca sebagai barang kerajinan pun semakin beragam bentuk desainnya. Bentuk dasarnya mungkin hanya piring oval, gelas atau vas bunga, namun desain dan aksesoris dekorasinya dibuat dengan berbagai sentuhan seni yang cantik. Dengan begitu, produk kerajinan kaca semakin diminati dan menjadi komoditas yang menjanjikan.

#### 4. Kaca Rumah

Di rumah tentu terdapat jendela yang memiliki kaca. Kaca juga kamu gunakan ketika bercermin. Kaca merupakan hasil olahan dari tambang pasir kaca. Cara pengolahannya adalah dengan cara memanaskan pasir kaca hingga meleleh. Hasil lelehan ini kemudian dibentuk sesuai dengan keperluan.



Kaca memiliki sifat tembus pandang, mudah dibentuk, mudah pecah, dan warnanya bening. Walaupun memiliki kaca memiliki sifat mudah pecah jika terkena benturan, kaca banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Selain untuk cermin, kaca juga digunakan pada meja, kaca mata, dan kaca mobil.

#### 5. Botol dan Guci

Botol dan guci dibuat dengan meniupkan udara ke dalam kaca. Sekarang botol dan guci dibuat secara besar-besaran dengan menggunakan mesin. Untuk membuat guci, kaca leleh dituangkan ke dalam cetkan yang dipasang dengan penekan (*plunger*). Penekan digunakan untuk menekan bentuk kasar guci. Guci kemudian disempurnakan dalam cetakan kedua dengan peniupan. Botol tidak dapat dibuat dengan menggunakan penekan karena memiliki leher yang sempit. Sebagai gantinya, kaca ditiup pada kedua tahap pembuatannya.

#### 6. Serat Kaca

Jika kaca leleh ditekan melalui lubang kecil hasilnya adalah serat yang sangat halus. Serat ini umumnya disebut serat kaca (*fiberglass*). Benang-benang pendek dibuat menjadi anyaman tebal yang digunakan untuk penyekatan. Benang panjang serat kaca yang panjang juga digunakan untuk memperkuat bahan seperti plastik. Serat kaca membuat plastic yang diperkuat kaca (*glass-reinforced plastic/GRP*) menjadi bahan kuat, kaku sekaligus ringan dan tahan air. Bahan ini dapat diberi warna cerah dan juga mudah dicetak menjadi bentuk-bentuk seperti helm dan badan mobil.

#### 7. Kaca yang kuat

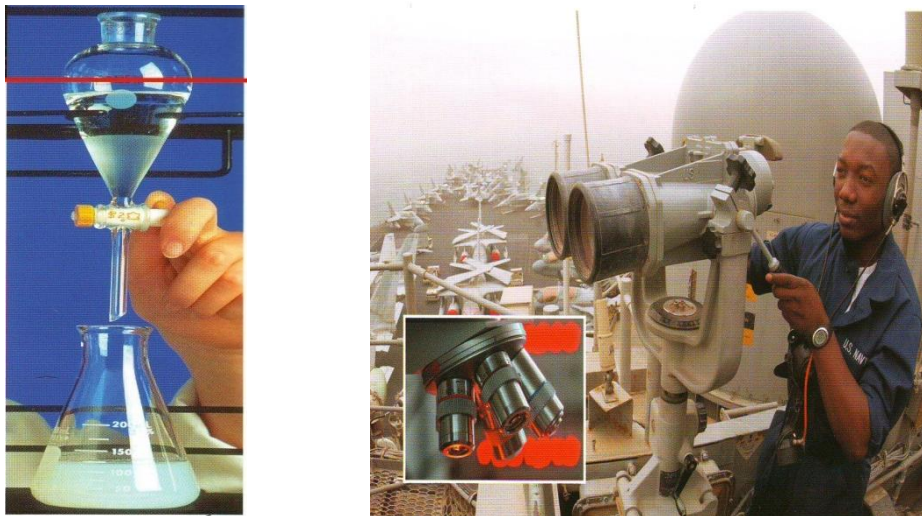
Kaca cukup kuat untuk jendela, guci, dan botol untuk penggunaan normal, tetapi masih dapat pecah dengan sangat mudah. Ketika keselamatan diutamakan, digunakan kaca yang telah diperkuat secara khusus. Dahulu mobil dipasang dengan kaca depan yang diperkuat. Saat pecah, kaca tersebut akan menjadi kepingan dan bukan pecahan-pecahan tajam. Sekarang, kaca depan mobil dibuat dari kaca berlaminasi tumpukan kaca di antaranya dengan lapisan plastic. Kaca depan mobil berlaminasi ini dapat retak tetapi tidak akan berserakan, sehingga mengurangi risiko cedera. Jenis

kaca kuat lainnya meliputi kaca berkawat dan kaca anti peluru, yang dibuat dari beberapa lembar kaca yang dipisahkan oleh lapisan-lapisan plastik.

### 8. Kaca Khusus

Kaca jenis khusus dapat dibuat jika ditambahkan bahan kimia lain seperti logam oksida. Kaca borosilikat dibuat khusus dari bahan kimia silica dan oksida borat, dan biasa dikenal dengan merek dagang *Pyrex*. Biasanya *Pyrex* digunakan untuk membuat piringing *casserole*, peralatan gelas kimia, dan termos serta pipa untuk industri karena tidak mudah retak saat dipanaskan.

Logam oksida, seperti seng, timbal, dan magnesium oksida ditambahkan untuk membuat kaca optik berkualitas tinggi untuk lensa kamera, mikroskop, teleskop dan kacamata. Kaca optik sulit dibentuk dan mahal biaya pembuatannya. Kaca ini harus benar-benar tembus pandang sehingga caya dapat melaluinya tanpa gangguan.



Gambar 2.34

### 9. Kaca Hiasan

Saat dipanaskan, permukaan dan bentuk kaca dapat diubah dengan berbagai cara. Teknik-teknik untuk pembentukan kaca dan pewarnaan kaca telah dilakukan selama ratusan tahun. Kaca berwarna pertama digunakan oleh orang Romawi kaya untuk menghias vila dan istana mereka. Selama bertahun-tahun pembuat kaca mulai menggunakan jendela kaca berwarna dan patri di gereja-gereja agar membuat tempat tersebut tetap dingin dan suram.

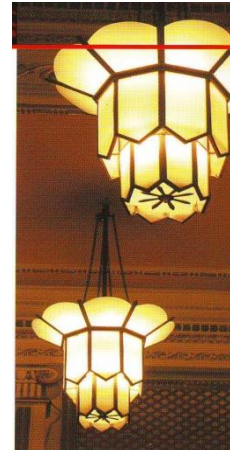
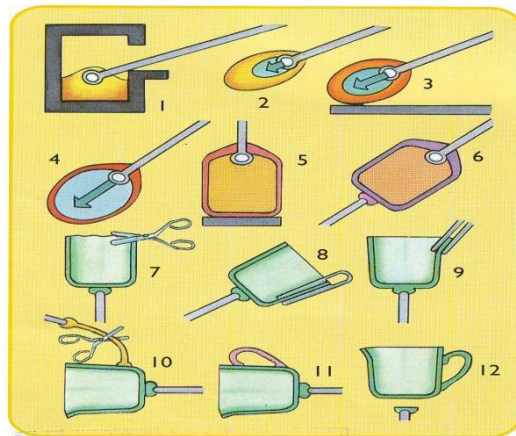




Pada akhir abad 17, orang-orang Bohemia menemukan bahwa menambahkan batu kapur pada kaca akan menghasilkan kaca yang lebih cemerlang, yang saat didinginkan menjadi cukup tebal untuk diberi ukiran pola. Sekarang, kaca hiasan masih populer dan dianggap sebagai kerajinan berketerampilan tinggi.

a. Kaca buatan tangan

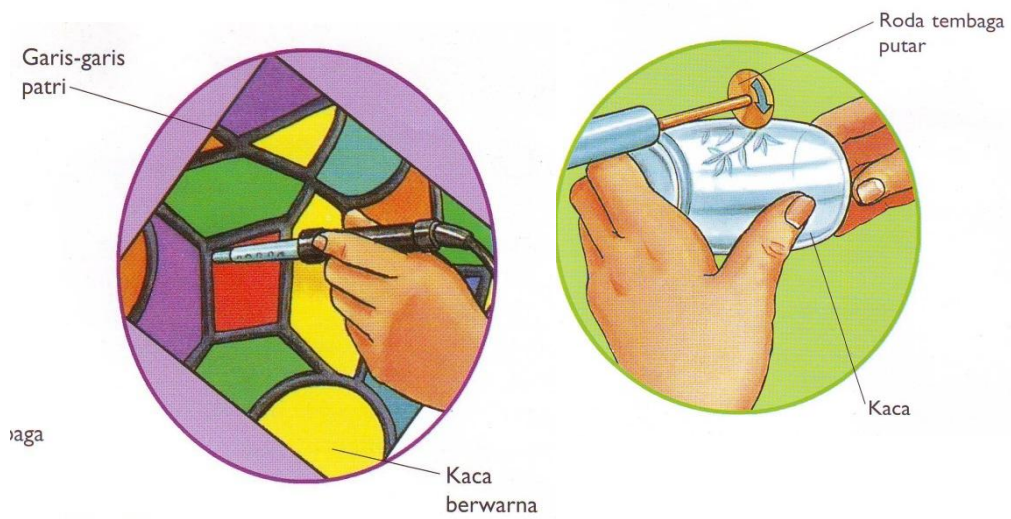
Di tempat pembuatan kaca dan studio kecil, kaca masih dibuat dengan tangan. Bahan mentah dilelehkan di dalam tanur kecil. Peniup kaca mengumpulkan gob kaca pada ujung pipa besi yang panjang yang disebut besi peniup.



Gambar 2.35

b. Kaca patri

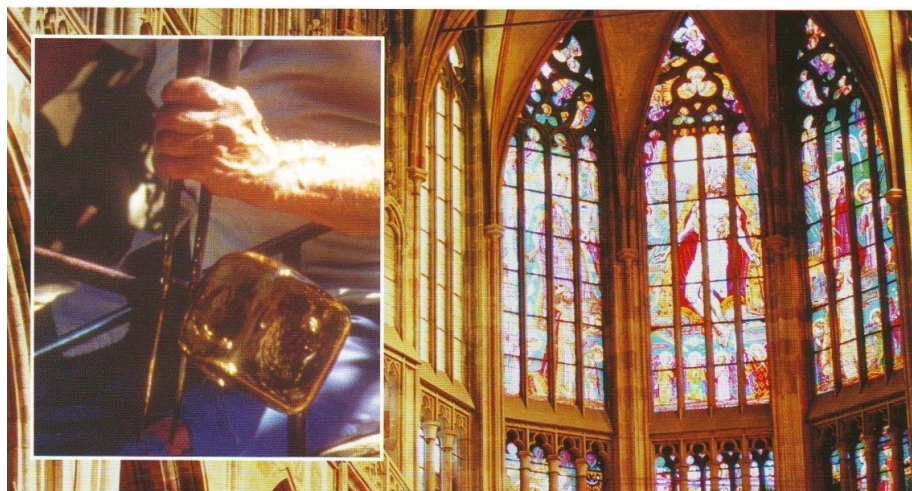
Jendela kaca patri telah menjadi bagian arsitektur gereja selama berabad-abad. Rancangannya diletakkan di atas meja dan kepingan kecil kaca berwarna yang disangga dengan kerangka timbal untuk membentuk gambar yang rumit. Biasanya warna dihasilkan dengan menambahkan logam oksida pada saat kaca dibuat. Meskipun kadang-kadang detail yang sangat rumit di cat di atasnya.



Gambar 2.36

c. Menghias Kaca

Kaca buatan tangan untuk cawan anggur sering diberi hiasan. Kaca timbal oksida biasanya dipakai karena berkilau bila kena cahaya. Pola yang dalam dibuat dengan pemotongan. Rancangan yang lebih halus dibuat dengan mengukirnya menggunakan roda tembaga atau bor berkecepatan tinggi mirip dengan bor yang digunakan oleh dokter gigi. Kaca juga dapat dihias dengan semburan pasir dengan menggunakan pistol yang menembakkan partikel-partikel pasir.



. Gambar 2.37



## 10. Kaca dan Lingkungan

Kaca adalah bagian dari kehidupan kita sehari-hari, tetapi proses yang digunakan untuk menghasilkan material berharga ini dapat memiliki pengaruh merusak lingkungan kita. Kita telah berusaha mengurangi dampak kaca terhadap lingkungan dengan membuat industri daur ulang dan cara pembuatan yang lebih berhasil guna, tetapi kita masih perlu melakukan lebih banyak lagi untuk mengurangi dampak yang dihasilkan industri kaca pada planet kita.

### a. Pencemaran dalam pembuatan

Bahan bakar dan bahan mentah yang digunakan dalam pembuatan kaca melepaskan bahan kimia berbahaya seperti belerang dan nitrogen oksida ke atmosfer. Pencemaran juga dapat menyebar ke sumber air di dekatnya. Saat ini pabrik-pabrik menggunakan penyaring udara untuk mengurangi pencemar udara dan secara dekat memantau sistem pengaliran untuk mengurangi pencemaran air.

### b. Energi

Suhu yang sangat tinggi diperlukan untuk melelehkan bahan mentah untuk membuat kaca. Ketika memungkinkan, pabrik-pabrik sekarang menggunakan listrik sebagai sumber panas sebagai pengganti sumber daya alam berharga seperti gas dan minyak. Rancangan tanur yang berhasil guna membantu mencegah hilangnya panas. Menggunakan limbah kaca di samping bahan mentah memungkinkan perusahaan untuk menggunakan suhu yang lebih rendah, menghemat energi, dan mengurangi banyaknya oksida yang dilepaskan ke atmosfer.

### c. Pariwisata dan pencemaran

Di negara maju setiap tahun dihasilkan lebih dari 400 kg sampah domestik (per orang). Tempat-tempat indah dapat menjadi pemikat wisatawan, tetapi tempat-tempat tersebut dapat dengan mudah rusak karena pembuangan sampah yang sembarangan. Yang lebih penting beberapa sampah dapat membahayakan manusia, hewan dan kehidupan liar lainnya. Botol kaca yang ditinggalkan dapat memerangkap hewan-hewan kecil dan kaca yang pecah merupakan ancaman yang serius. Jangan pernah tinggalkan sampah berceceran di tempat umum.



Jika ada kaca pecah bungkuslah terlebih dahulu sebelum membuangnya ke tempat sampah.

d. Bahan mentah

Setiap tahun ratusan ribu ton bahan mentah ditambang untuk membuat kaca. Sebagian besar kaca ini nantinya dibuang sebagai sampah. Sementara penambangan terus berlanjut, menyebabkan kerusakan bentang muka tanah dan hilangnya banyak habitat alam.

e. Daur ulang kaca

Daur ulang kaca adalah satu cara penting yang dapat kita lakukan untuk memperbaiki lingkungan. Kaca daur ulang dapat digunakan lagi dalam tanur kaca untuk menghemat bahan mentah. Menghemat biaya energi, dan mengurangi zat pencemar. Jika kita membuang kaca, kaca ini akan dibuang ke tempat pembuangan sampah akhir, menyia-nyaiakan sumber daya alam. Sedangkan mendaur ulang menghindarkan penambangan ratusan ribu ton bahan mentah dan melestarikan daerah pedalaman untuk semua orang.

### 11. Teknologi Kaca

Kaca telah digunakan selama berabad-abad untuk jendela, lensa, optik dan hiasan. Tetapi ada juga banyak kemajuan teknologi yang dimungkinkan karena sifat yang tidak umum dari kaca.

a. Serat optik

Benang tipis dari kaca yang murni secara optik, setipis rambut manusia digunakan untuk membawa informasi digital melewati jarak yang jauh. Sinyal dikirim di sepanjang pusat setiap serat kaca sebagai denyut sinar laser dan ribuan serat ini disatukan membentuk kabel. Serat-serat optik bersifat ringan, lentur, dan relatif murah. Serat ini sangat sesuai untuk alat kedokteran yang digunakan untuk melihat bagian dalam tubuh pasien, serta untuk telepon, televisi, dan kabel komputer. Tidak seperti kabel logam yang menghantarkan panas atau listrik. Sinyal-sinyal serat optik tidak terpengaruh oleh serat lain di dalam kabel yang sama. Ini berarti bahwa kita bisa mendapatkan sinyal telepon dan televisi yang jelas pada waktu yang sama.





b. Cermin

Permukaan-permukaan yang berkilau dan halus, seperti logam adalah pemantul cahaya yang terbaik. Cermin yang terbuat dari lembaran kaca dengan lapisan tipis perak di bagian belakangnya, memantulkan cahaya hampir sempurna. Kaca yang digunakan untuk cermin harus benar-benar rata sehingga bayangan yang dihasilkan bisa sempurna. Kaca apung adalah yang paling sesuai. Pertama, kaca dicuci dan kemudian dilapisi dengan senyawa timah. Cara ini memastikan bahwa perak menempel di permukaan kaca. Perak menempel karena beberapa reaksi kimia. Kemudian kaca tersebut dilapisi dengan tembaga, cat merah, dan pernis untuk menjaga lapisan-lapisan logamnya.

c. Keramik kaca

Kaca dapat dibuat menjadi lebih kuat jika molekul-molekulnya dipaksa ke dalam pola tertentu. Zat-zat kimia ditambahkan ke kaca melalui pemanasan yang tinggi, partikel-partikel menjadi pembentuk Kristal di sekelilingnya. Kaca yang mengkristal disebut keramik kaca. Keramik kaca dapat dipanaskan atau didinginkan tanpa menjadi retak, sehingga cocok untuk oven, lemari pembeku, kompor dan perapian. Keramik kaca juga dapat digunakan untuk kepala peluru kendali dan roket, serta sebagai penyekat panas untuk melindungi pesawat ulang-alik saat kembali memasuki atmosfer bumi.

d. Kaca yang dapat larut

Kaca yang dibuat dari silika dan soda, yang larut dalam air memiliki kegunaan dalam bidang kedokteran yang tidak biasa. Kapsul kaca yang dapat larut dapat digunakan sebagai bungkus obat-obatan atau vitamin dan terutama berguna dalam obat hewan. Contoh, jika kapsul ini diberikan pada biri-biri, kaca perlahan-lahan akan larut dan melepaskan obat-obatan atau vitamin ke dalam lambung. Dengan cara ini dosis obat yang besar dapat memasuki aliran darah hewan.



## 12. Kaca Masa Depan

Kita telah menempuh perjalanan panjang dalam pengetahuan dan pemahaman kita tentang kegunaan dan sifat kaca. Tetapi teknologi kaca terus berkembang. Tabel di bawah ini berisi perkembangan terbaru yang menggembirakan dalam pengobatan, sains, perindustrian, dan arsitektur yang berasal dari sifat yang tidak lazim dari kaca.

Tabel 2.7 Manfaat kaca

Bidang	Penerapan
Sains Kedokteran	Bioglos adalah material buatan manusia dengan komposisi kimia yang mirip dengan komposisi tulang. Bioglos digunakan untuk melekatkan cangkok tulang pada jaringan tubuh dan secara bertahap larut setelah tulang sembuh. Kemampuan bioglos untuk mempercepat proses penyembuhan pada patah tulang dan cangkok tulang adalah terobosan besar dalam sains kedokteran.
Kedokteran Gigi	Bioglos telah ditemukan untuk memiliki komponen seperti fluoride dan para ilmuwan percaya bahwa suatu saat komponen tersebut dapat menggantikan fluoride di dalam pasta gigi. Sekarang bioglos digunakan untuk cangkok akar dan untuk mencegah kerusakan tulang rahang pada pengguna gigi palsu. Cangkokan menyatu dengan jaringan hidup dan permukaan tulang rahang secara berangsur-angsur pulih.
Mikrobiologi	Pengaruh anti bakteri dari bioglos telah membawa para ilmuwan untuk percaya bahwa bahan ini memiliki kemampuan untuk melindungi tanaman dari serangga yang merugikan. Jika hal ini benar, pestisida berbahan dasar bioglos dapat membantu para petani untuk memerangi serangga pemakan tanaman pangan yang sudah kebal.
Desain Interior	Para arsitek telah mengembangkan kaca berlaminasi untuk penyekat akustik perlindungan terhadap ultraviolet. Dan panel kontrol surya untuk kantor dan rumah. Cara kerja benda-benda ini memberikan pengganti yang praktis dari gorden dan tirai. Di masa depan penyekatan kantor dengan pilihan kaca bening atau keruh dapat dikatifikkan dengan sakelar.
Pembuatan Kaca	Industri pembuatan kaca secara teru-menerus memperbaiki efisiensi energi dan mencegah pencemaran. Mengurangi jumlah udara yang memasuki tanur akan mengurangi emisi oksida nitriogen. Material-material dan pelapisan baru yang telah diperbaiki juga meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi emisi.



# BAB III

## RANGKUMAN

### A. Benang

Benang adalah gabungan dari berbagai serat. Contohnya benang yang digunakan untuk menjahit, benang kasur, benang wol, dan benang nilon. Sifat benang di antaranya adalah lentur dan tidak mudah putus.

Serat adalah kumpulan selulosa, karbohidrat jenis polisakarida, protein, atau polietilen berbentuk jaringan serupa benang atau pita panjang berasal dari tumbuhan, hewan atau sintetis. Serat digunakan untuk membuat tali, dan kain. Sifat serat, yaitu tidak kaku dan mudah terbakar.

#### 1. Serat yang Berasal dari Hewan

Contoh serat yang berasal dari hewan adalah wol.

#### 2. Serat yang Berasal dari Tumbuhan

Contoh serat yang berasal dari tumbuhan, misalnya dari kapas, kapuk, batang pisang kulit kayu, rami, dan rayon. Benang rayon terbuat dari serat selulosa.

#### 3. Serat Sintetis dari hasil olahan Minyak bumi

Contoh serat berasal dari hasil olahan minyak bumi, misalnya nilon, polyester, dan serat optik.

### B. Kain

Kain terbuat dari benang. Benang berasal dari serat-serat yang dipintal. Cara pembuatan kain dari benang dapat dibagi dua golongan: menjalin dua macam benang secara tegak lurus, yaitu ditenun; dan saling mengaitkan sosok





benang, yaitu merajut. Alat atau mesin-mesin yang dipergunakan masing-masing disebut mesin tenun dan mesin rajut.

### C. Kertas

Kertas dalam bahasa Inggrisnya *paper*, berasal dari bahasa Yunani yang ditujukan untuk penyebutan material media menulis yang disebut *papyrus*. Papyrus adalah sejenis tumbuhan air yang semula tumbuh di Mesir.

#### Proses Pembuatan Kertas?

Kertas terbentuk dari pengolahan kayu menjadi bubur kertas. Selain kayu, dalam pembuatan bubur kertas juga ditambah dengan pepagan segar, sampah kertas, kain, kayu, dan jerami. Bahan-bahan ini kemudian dihancurkan menggunakan bahan kimia. Selama pembuatan bubur, lignin dipisahkan untuk memperoleh serat-serat selulosa. Setelah itu ditambahkan kanji, tanah liat atau bahan kimia tertentu untuk memberi kekuatan. Campuran bubur kertas ini disebut pulp. Pulp diolah lebih lanjut menjadi gulungan-gulungan kertas.

#### Macam produksi kertas

1. Kertas Budaya (*printing dan writing paper*)  
Kertas ini dikenal dengan nama HVS, ukuran A3 atau folio dengan gramatur 55 gsm s.d 10 gsm. Kertas jenis ini digunakan untuk kertas foto copy, buku tulis, buku gambar, kertas komputer, kertas stensil, kertas cetak, kertas kado, kertas kalender, block note, dll.
2. Kertas Lito, gramatur 30 gsm s.d 50 gsm, digunakan untuk kertas tulis cetak dan kertas tik.
3. Macam-macam karton, dengan gramatur 100 gsm s.d 400 gsm, contohnya *art carton, Manila Board, Duplex Coated, Duplex Non Coated*. Jenis kertas karton ini digunakan untuk cover buku, kalender, stopmap, doos pengepakan, karton pembungkus, poster, kartu mainan, dsb.
4. Kertas karton mengkilap, dengan gramatur 100 gsm s.d 300 gsm, digunakan untuk kalender, buku, dan kantung-kantung belanja (ShoppingBag).
5. Kertas industri, kertas warna coklat non coated, digunakan untuk pengepakan.



### Penggunaan Kertas

1. Untuk merepresentasikan nilai, misalnya uang kertas, nota bank, cek, saham, voucher, tiket, dsb.
2. Untuk hiburan, misalnya buku, majalah, koran, seni, dsb.
3. Untuk mengemas, misalnya kardus, kantong kertas, amplop, tisu bungkus, dan kertas dinding, dsb.
4. Untuk membersihkan, misalnya tisu toilet, sapu tangan, handuk kertas, dsb.
5. Untuk bahan konstruksi: papier-mâché, origami, kertas konstruksi, dsb.
6. Penggunaan lain: kertas pasir, kertas litmus, indikator universal, kertas kromatografi, dsb.

### D. Karet

Karet disebut juga elastomer merupakan jenis bahan golongan polimer. Polimer banyak dibuat dari minyak bumi. Karet terbuat dari bahan alam atau bahan sintetis.

#### Karet Alami

Karet alam umumnya didapat dari lateks, yaitu getah pohon karet. Karet alam mempunyai sifat kurang menguntungkan, yaitu cepat menjadi keras bila terkena panas. Sifat ini dapat dihilangkan melalui proses vulkanisasi. Karet alam dapat divulkanisir melalui pemanasan dengan belerang pada suhu sekitar  $140^{\circ}\text{C}$ .

#### Karet Sintetis

Polimer yang sangat penting pada masa perang adalah karet sintetik. Karet sintetik bukanlah plastik, melainkan material yang sangat elastis. Polimer karet sintetik pertama ditemukan oleh Lebedev pada tahun 1910. Pada tahun 1931, Lebedev dan Hermann Staudinger berhasil mengembangkan karet sintetik pertama yang dikenal sebagai neoprene. Neoprene sangat tahan panas dan tahan zat kimiawi seperti minyak dan bensin, dan digunakan untuk membuat pipa bahan bakar dan bahan pelapis dalam permesinan.



### E. Logam

#### Unsur Logam

Dalam kimia, sebuah logam (bahasa Yunani: *Metallon*) adalah sebuah unsur kimia yang siap membentuk ion (kation. Metal adalah salah satu dari tiga kelompok unsur yang dibedakan dengan metaloid dan nonlogam.

#### Metalurgi

Metalurgi adalah proses pengolahan bahan-bahan alam menjadi logam unsur yang selanjutnya menjadi logam dengan sifat-sifat yang diinginkan. Bahan anorganik alam yang ditemukan di kerak bumi disebut *mineral*, contohnya bauksit dan aluminosilikat, sedang mineral yang dapat dijadikan sumber untuk memproduksi bahan secara komersial disebut *bijih*. Bijih logam yang paling umum adalah berupa oksida, sulfida, karbonat, silikat, halida dan sulfat. Silikat sebenarnya paling melimpah, tetapi relatif tidak berharga karena pengolahannya sulit.

Metalurgi melalui tiga tahapan, yaitu:

1. Pemekatan bijih
2. Peleburan
3. Pemurnian

#### Kegunaan Logam

Logam berperan sangat penting dalam dunia modern. Kita menggunakan logam untuk membangun rumah, mobil, motor, jembatan, membuat kaleng minuman, uang, perhiasan, asesoris, dsb. Beberapa logam digunakan dalam jumlah sangat banyak, seperti besi, aluminium, dan tembaga. Logam lainnya digunakan dalam jumlah sedikit, seperti tungsten dan palladium. Pembangkit listrik tenaga nuklir dan senjata nuklir juga menggunakan logam, seperti uranium dan plutonium. Logam-logam ini menghasilkan energi radioaktif dalam jumlah yang sangat besar.

#### Sifat –Sifat istimewa logam

1. Kuat
2. Dapat ditempa dan dapat diregangkan
3. Konduktor listrik yang baik
4. Mengkilap jika digosok
5. Pada suhu kamar berwujud padat kecuali raksa (berwujud cair).



## Beberapa Unsur Logam Dalam Kehidupan Sehari-Hari

### 1. Besi

Besi atau Ferrum dengan lambing kimia Fe. Besi merupakan unsur yang paling penting dalam kehidupan umat manusia sejak zaman mesopotamia purba sampai era modern saat ini. Tidak ada logam lain yang jumlah pemakaiannya melebihi besi. Sangat wajar jika produksi logam besi di seluruh dunia mencapai 1 milyar ton/tahun. Bijih besi yang utama adalah hematit.(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Bijih lainnya adalah magnetit, pirit dan siderit.

#### a. Penggunaan besi

Kegunaan utama besi adalah untuk membuat baja.

#### b. Pengolahan Besi

Ada 2 tahap untuk mengolah besi, yaitu peleburan yang bertujuan untuk mereduksi bijih besi sehingga menjadi besi dan peleburan ulang yang berguna dalam pembuatan baja.

#### c. Pembuatan baja

Teknologi pengolahan besi gubal menjadi baja secara murah dan cepat diperkenalkan oleh **Henry Bessemer** tahun **1856**. tahun 1860 dikembangkan tungku terbuka (*open herth furnance*) oleh **William Siemens**.

Baja dapat digolongkan ke dalam 3 golongan yaitu;

- 1) Baja karbon, terdiri atas besi dan karbon.
- 2) Baja tahan karat (stainless stell), mempunyai kadar karbon yang rendah dan mengandung sekitar 14% kromium.
- 3) Baja aliase yaitu baja yang spesial yang mengandung unsur tertentu sesuai dengan sifat yang diinginkan.

Untuk mencegah perkaratan pada baja dapat dilakukan dengan :

- 1) Menambahkan logam lain.
- 2) Menggunakan lapisan pelindung.
- 3) Menggunakan logam yang dapat dikorbankan.
- 4) Melindungi secara katodik.

### 2. Aluminium (Al)





Aluminium ialah logam paling berlimpah. Aluminium merupakan konduktor listrik yang baik. Terang dan kuat. Merupakan konduktor yang baik juga buat panas. Dapat ditempa menjadi lembaran atau ditarik menjadi kawat. Tahan korosi.

Aluminium digunakan dalam banyak hal. Kebanyakan darinya digunakan dalam kabel bertegangan tinggi. Juga secara luas digunakan dalam bingkai jendela dan badan pesawat terbang. Ditemukan di rumah sebagai panci, botol minuman ringan, tutup botol susu dsb. Aluminium juga digunakan untuk melapisi lampu mobil dan *compact disks*.

Sifat-sifat yang dimiliki aluminium antara lain:

- 1) Ringan, tahan korosi dan tidak beracun maka banyak digunakan untuk alat rumah tangga seperti panci, wajan dan lain-lain.
- 2) Reflektif, dalam bentuk aluminium foil digunakan sebagai pembungkus makanan, obat, dan rokok.
- 3) Daya hantar listrik dua kali lebih besar dari Cu maka Al digunakan sebagai kabel tiang listrik.
- 4) Paduan Al dengan logam lainnya menghasilkan logam yang kuat seperti *Duralium* (campuran Al, Cu, Mg) untuk pembuatan badan pesawat. Al sebagai zat reduktor untuk oksida  $MnO_2$  dan  $Cr_2O_3$ .

Mineral aluminium yang bernilai ekonomis adalah bauksit yang merupakan satu-satunya sumber aluminium. Kriolit digunakan pada peleburan aluminium, sedang tanah liat banyak digunakan untuk membuat batu bata, keramik. Di Indonesia, bauksit banyak ditemukan di pulau Bintan dan di Tayan (Kalimantan Barat).

### Pengolahan aluminium

Aluminium dibuat menurut proses **Hall-heroult** yang ditemukan oleh **Charles M. Hall** di Amerika Serikat dan **Paul Heroult** tahun 1886. Pengolahan aluminium dan bauksit meliputi 2 tahap:

- a. Pemurnian bauksit untuk memperoleh alumina murni.
- b. Peleburan / reduksi alumina dengan elektrolisis

**Bijih-bijih aluminium yang utama antara lain:**

- a. Bauksit
- b. Mika



c. Tanah liat

### Penggunaan Aluminium

Beberapa penggunaan aluminium antara lain:

- a) Sektor industri otomotif, untuk membuat bak truk dan komponen kendaraan bermotor.
- b) Untuk membuat badan pesawat terbang.
- c) Sektor pembangunan perumahan; untuk kusen pintu dan jendela.
- d) Sektor industri makanan untuk kemasan berbagai jenis produk.
- e) Sektor lain, misal untuk kabel listrik, perabotan rumah tangga dan barang kerajinan.
- f) Membuat *termit*, yaitu campuran serbuk aluminium dengan serbuk besi (III) oksida, digunakan untuk mengelas baja di tempat, misalnya untuk menyambung rel kereta api.

Beberapa senyawa aluminium juga banyak penggunaannya, antara lain:

a. tawas ( $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ )

Tawas digunakan untuk menjernihkan air pada pengolahan air minum.

b. alumina ( $Al_2O_3$ )

Alumina dibedakan atas alfa-allumina dan gamma-allumina. Gamma-alumina diperoleh dari pemanasan  $Al(OH)_3$  di bawah  $4500^\circ C$ . Gamma-alumina digunakan untuk pembuatan aluminium, untuk pasta gigi, dan industri keramik serta industri gelas. Alfa-allumina diperoleh dari pemanasan  $Al(OH)_3$  pada suhu di atas  $10000^\circ C$ . Alfa-allumina terdapat sebagai korundum di alam yang digunakan untuk amplas atau grind. Batu mulia, seperti rubi, safir, ametis, dan topaz merupakan alfa-allumina yang mengandung senyawa unsur logam transisi yang memberi warna pada batu tersebut. Warna-warna rubi antara lain:

- Rubi berwarna merah karena mengandung senyawa kromium (III)
- Safir berwarna biru karena mengandung senyawa besi(II), besi(III) dan titan(IV)
- Ametis berwarna violet karena mengandung senyawa kromium (III) dan titan (IV)
- Topaz berwarna kuning karena mengandung besi (III)

### 3. Timah (Sn)



Timah adalah logam yang berwarna putih perak, relatif lunak, tahan karat dan memiliki titik leleh yang rendah. Timah terdapat dalam 2 bentuk alotropi yaitu timah putih dan timah abu-abu. Bijih timah yang terpenting adalah kasiterit ( $\text{SnO}_2$ ).

### **Penggunaan Timah**

- a. Untuk membuat kaleng (tin plate) berbagai macam produk.
- b. Melapisi kaleng yang terbuat dari besi yang akan melindungi besi dari perkaratan.
- c. Membuat logam campur, misalnya perunggu (paduan timah, tembaga, seng) dan solder (paduan timah dan timbal).

### **Pengolahan timah**

Bijih timah setelah dipekatkan lalu dipanggang sehingga arsen dan belerang dipisahkan dalam bentuk oksida-oksida yang mudah menguap. Kemudian bijih timah yang sudah dimurnikan itu direduksi dengan karbon. Timah cair yang terkumpul di dasar tanur kemudian dialirkan ke dalam cetakan untuk memperoleh timah batangan. Timah ini masih tergolong kasar dan perlu di murnikan. Pemurnian timah dapat dilakukan dengan 2 tahap, yaitu:

- a. High Tention Separator  
Mineral terpusah dengan gaya aliran listrik seperti timah, besi.
- b. Magnete Separator  
Mineral timah tidak tertarik, bijih timah siap untuk proses peleburan untuk memperoleh timah murni.

## **4. Nikel (Ni)**

Sifat-sifat nikel:

- 1) Putih mengkilat
- 2) Sangat keras
- 3) Tidak berkarat
- 4) Tahan terhadap asam encer

Bijih nikel yang utama adalah nikel sulfida . Nikel-nikel yang diekspor dalam bentuk 3 macam yaitu bijih, nikel kasar, dan ferronikel.

**Cara penambangan nikel melalui berbagai cara, antara lain;**

- 1) Penebangan pohon dan semak
- 2) Pengupasan tanah permukaan



- 3) Penggalian dengan sistem tangga (*benching system*) yaitu dimulai dari bawah ke atas mengikuti garis kontur dengan alat gali *power shovel* atau *dozer shovel*.

**Pengolahan nikel melalui beberapa tahap , yaitu:**

- 1) Pemanggangan
- 2) Peleburan
- 3) Elektrolisis

## 5. Tembaga (Cu)

Sifat-sifat tembaga antara lain:

- 1) Kuat dan ulet
- 2) Dapat ditempa
- 3) Tahan korosi
- 4) Penghantar listrik dan panas yang baik
- 5) Logam yang kurang aktif

Bijih tembaga yang terpenting adalah berupa sulfida seperti kalkosit dan kalkopirit.

### Pengolahan Tembaga

- a. Bijih tembaga dihaluskan dengan alat peremuk batuan.
- b. Bijih dicampur air sehingga terbentuk slurry.
- c. Slurry dimasukkan ke tangki sel flotasi dengan tujuan pemisahan dari mineral pengotor.
- d. Diperoleh konsentrat Cu dalam bentuk Cu dengan kadar tinggi.
- e. Diproses lanjut dalam pabrik pengawa-airan (*dewatering plant*) untuk menghilangkan air dengan:
  - 1) penyaring putar,
  - 2) pengeringan sampai didapat konsentrat Cu yang kering.
- f. Ekstraksi tembaga murni dari konsentrat tembaga dengan dengan:
  - 1) prometalurgi;
  - 2) elektrolisis (dengan arus listrik).

### Penggunaan tembaga

- a. Untuk kawat listrik.
- b. Untuk membuat logam paduan. Contoh-contoh:
  - 1) Kupronikel, terdiri dari 75% Cu dan Ni 25% untuk membuat koin.





- 2) Duralium, terdiri dari Al 96% dan Cu 4% untuk komponen pesawat.
- 3) Kuningan, terdiri dari Cu 70% dan Zn 30%, untuk alat musik dan berbagai asesori.
- 4) Perunggu, terdiri dari Cu 95% dan Sn 5%, untuk membuat patung dan ornamen.
- 5) Tembaga (II) sulfat,  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{XH}_2\text{O}$  yang dikenal dengan nama terusi atau blue vitriol digunakan sebagai fungisida, misalnya pada kolam renang. Kegunaan lain adalah pada pemurnian tembaga dan penyepuhan dengan tembaga.

### **Tembaga di alam terdapat sebagai:**

- a. Sulfida, seperti chalcopite, bronit, chalcocite, covelite.
- b. Oksida, seperti cuprite, ferronite

### **6. Perak (Ag)**

Perak adalah logam yang berwarna putih dan sangat mengkilap terutama setelah digosok. Merupakan konduktor terbaik kedua setelah emas. Perak tergolong logam kurang aktif. Pada kondisi normal tidak terpengaruh oleh udara. Penggunaan perak terutama untuk membuat perkakas perak, barang kerajinan dan perhiasan.

Senyawa ini mudah terurai jika terkena cahaya, menghasilkan perak yang memberi bayangan pada kertas foto. Produksi perak umumnya diperoleh sebagai hasil sampingan pada pengolahan logam lain, seperti tembaga dan timbal.

### **7. Emas (Au)**

Emas adalah logam berwarna kuning dan relatif lunak. Emas merupakan logam yang paling dapat ditempa dan paling dapat diulur. Emas dapat ditempa sedemikian tipisnya sehingga tumpukan dari 120.000 lembar tidak lebih dari 1 cm tebalnya. 1 gram emas dapat diulur menjadi kawat sepanjang 2,5 km. Secara kimiawi emas tergolong inert sehingga disebut logam mulia. Emas tidak bereaksi dengan oksigen dan tidak terkorosi di udara. Emas juga tidak bereaksi dengan asam atau basa apapun. Akan tetapi emas dapat larut pada *akuaregia*, yaitu campuran tiga bagian volum asam klorida pekat dan atau bagian volum asam



nitrat pekat. Selain dari hasil pertambangan emas juga diperoleh dari hasil ikutan pada pemurnian tembaga dan nikel.

## F. Kayu

Kayu adalah salah satu sumber daya alam tertua. Bangunan, mebel, perahu, dan kertas hanyalah beberapa benda yang dapat kita buat dari kayu. Kayu dapat dipotong dan diukir menjadi bentuk yang indah.

Kayu tersusun dari jutaan serat - yang paling utama adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kayu tahan lama, tidak berkarat, dan jika dirawat dengan tepat dapat bertahan hingga puluhan tahun. Kayu yang kita gunakan berasal dari berbagai jenis pohon. Dua jenis utama kayu adalah kayu keras dan kayu lunak. Kayu dari setiap jenis pohon berbeda, baik warna maupun polanya (tekstur).

Pohon kayu lunak (misal pinus dan cemara) menghasilkan biji di dalam runjung. Pohon kayu lunak sering memiliki daun seperti jarum dan merupakan pohon malar hijau. Pohon kayu keras (misal: jati, walnut, balsa, eboni, dan oak) adalah pohon yang kuat dan kokoh yang berdaun lebar.

### Sifat Kayu

Kayu memiliki sifat tidak menghantarkan panas. Oleh karena itu perabot dapur yang biasanya digunakan oleh ibu di rumah banyak menggunakan kayu sebagai gagangnya. Pisau, sendok sayur, dan masih banyak perabot dapur lainnya yang menggunakan kayu.

Sifat kayu lainnya adalah mudah dibentuk dan dihaluskan. Hal inilah yang menjadikan kayu banyak digunakan untuk membuat perabot rumah tangga lainnya seperti kursi, meja, lemari, dan pintu.

Kekuatan kayu dipengaruhi oleh jenis dan umur pohon. Pohon yang umurnya lebih tua tentunya memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan pohon yang umurnya lebih muda. Kayu yang berasal dari pohon mahoni, pohon jati, dan pohon kamper merupakan jenis kayu yang banyak digunakan untuk pembuatan perabot rumah tangga, seperti kursi, meja, dan lemari. Pohon-pohon tersebut memiliki ukuran yang cukup besar dan tinggi sehingga mudah diolah.

### Hasil Olahan Bahan-Bahan Kimia dari Kayu

- a. Kayu yang diolah dalam pemanasan dalam tanur, ketika suhu naik, bahan-bahan kimia di dalam kayu berubah menjadi gas dan keluar melalui pipa.



- b. Gas-gas itu terkumpul di dalam wadah yang dikelilingi oleh air dingin sehingga gas-gas tersebut mengembun (berubah menjadi cairan). Proses ini disebut penyulingan destruktif- kayu diuraikan menjadi berbagai zat kimia.
- c. Tar, minyak kayu, alkohol, dan kreosot adalah beberapa cairan yang kita peroleh dari kayu. Minyak kayu dapat digunakan untuk membuat desinfektan (obat penyuci hama) dan alkohol kayu (metanol) dapat digunakan sebagai bahan bakar atau untuk cairan plituran mebel.
- d. Produk limbah yang tertinggal dalam di dalm tanur juga berguna. Abu sisa pembakaran arang dapat digunakan sebagai pupuk. Arang juga sering digunakan oleh para seniman untuk membuat sketsa.

### **Tekstil dari kayu**

Sejumlah besar selulosa di dalam kayu dapat dipisahkan dari sisa kayu dan biasa digunakan untuk membuat selofan dan rayon. Selofan adalah material bening yang digunakan untuk kemasan. Rayon sering disebut sutra pohon adalah tekstil pertama yang berhasil dibuat dari serat buatan. Tahap pertama dalam pembuatan rayon adalah menguraikan kayu untuk membuat lembaran-lembaran selulosa. Selulosa dilarutkan dan ditekan melalui lubang-lubang pemintal. Proses ini menghilangkan cairan sehingga menghasilkan benang rayon yang kemudian dapat digunakan untuk membuat tekstil.

### **Akibat Penggundulan Hutan**

Kayu dari hutan tropis di seluruh dunia telah dimanfaatkan selama berabad-abad. Proses penebangan hutan disebut penggundulan hutan, dan meliputi penebangan dan pembakaran pohon. Proses ini sangat mempengaruhi lingkungan. Penggundulan hutan berdampak besar pada iklim global dan kehidupan tumbuhan dan satwa liar. Ketika tumbuh, pohon menyerap karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) Mengurangi jumlah pohon di planet ini meningkatkan suhu atmosfer bumi (pemanasan global). Hal ini disebabkan karena  $\text{CO}_2$  dan gas-gas lainnya menahan radiasi yang berasal dari bumi ketika dihangatkan oleh matahari. Jika terjadi peningkatan  $\text{CO}_2$  di atmosfer, semakin banyak radiasi yang akan tertahan dan suhu planet ini akan meningkat. Pepohonan juga menghasilkan oksigen yang dibutuhkan semua makhluk hidup untuk bertahan, dan menyediakan habitat alami bagi banyak hewan.



### Masa Depan Kayu

Kayu adalah material benda luar biasa. Kayu telah disebut sebagai satu-satunya sumber alami dunia terbarukan karena setiap kali pohon ditebang, pohon lainnya dapat ditanam. Kayu juga akan mengurai (atau membusuk) di alam. Ini berarti pembuangan limbah kayu tidak mengganggu atau sebahaya limbah plastik atau logam. Hutan dan pohon penting bagi kehidupan kita, member kita oksigen untuk bernapas, buah untuk dimakan, dan habitat bagi berbagai jenis hewan. Agar kayu tetap tersedia secara luas, kita perlu memastikan bahwa pohon-pohon baru ditanam dan kita memanfaatkan kayu yang kita miliki dengan lebih baik. Dengan menggunakan kembali dan mendaur ulang kayu, kita membantu melestarikan sumber daya alam ini.

### G. Plastik

Kata plastik berasal dari bahasa Yunani "Plastikos" yang berarti dapat dibentuk. Nama plastik diambil dari sifatnya yang dapat dibentuk (*plasticity*). Plastik adalah istilah umum untuk menyebut berbagai jenis produk polimer sintesis atau semisintesis. Plastik dapat dibentuk menjadi berbagai objek atau lembaran/lapisan atau serat. Plastik terbuat dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan dapat mengandung zat-zat lain untuk meningkatkan sifat-sifat baik atau nilai ekonominya. Hanya ada sedikit polimer alami yang dapat digolongkan ke dalam jenis plastik. Polimer, yang dikenal sebagai plastik, berasal dari produk samping proses *cracking* minyak bumi yang setelah melalui proses polimerisasi menghasilkan polimer, biasanya berbentuk bubuk putih. Setelah proses lebih lanjut akan dihasilkan produk jadi plastik".

### Sejarah Plastik

Plastik pertama buatan manusia diciptakan oleh Alaxander Parker (London) pada tahun 1862 disebut Parkesine. Bahan yang disebut Parkesine adalah bahan organik yang didapatkan dari selulosa yang dapat dibentuk apabila dipanaskan dan mengeras apabila didinginkan. Seluloid diekstrak dari selulosa dan camphor yang diberi alkohol. John Wesley Hyatt menemukan seluloid untuk menggantikan gading dalam bola biliar pada tahun 1868.

### Sifat Plastik

Plastik mempunyai berbagai sifat yang menguntungkan, diantaranya:





- a. Umumnya kuat namun ringan.
- b. Secara kimia stabil (tidak bereaksi dengan udara, air, asam, alkali dan berbagai zat kimia lain).
- c. Merupakan isolator listrik yang baik.
- d. Mudah dibentuk, khususnya dipanaskan.
- e. Biasanya transparan dan jernih.
- f. Dapat diwarnai.
- g. Fleksibel/plastis
- h. Dapat dijahit.
- i. Harganya relatif murah.

Beberapa contoh plastik yang banyak digunakan antara lain polietilen, poli (vinil klorida), polipropilen, polistiren, poli(metil pentena), poli (tetrafluoro - etilen) atau teflon.

Secara umum perbedaan plastik termoset dengan plastik termoplas adalah sebagai berikut.

- Plastik termoset: Plastik yang mudah mengeras jika dipanaskan dan tidak dapat dilunakkan lagi.
- Plastik termoplas: Plastik yang melunak jika dipanaskan dan mengeras jika didinginkan.

<b>Plastik Termoplas</b>	<b>Plastik Termoset</b>
Mudah diregangkan	Keras dan rigid
Fleksibel	Tidak fleksibel
Melunak jika dipanaskan	Mengeras jika dipanaskan
Titik leleh rendah	Tidak meleleh jika dipanaskan
Dapat dibentuk ulang	Tidak dapat dibentuk ulang

### Karakteristik

Berdasarkan responnya terhadap pemanasan:

- Termoplastik: dapat meleleh.  
Contoh: PET (polyethylene terephthalate, misal untuk botol air minum dalam kemasan)
- Termoset: tidak dapat meleleh.  
Contoh: melamin (melamine formaldehyde, misal untuk. peralatan makan)



## Mengatasi Masalah Lingkungan yang Berkaitan dengan Penggunaan Plastik

### a. Daur ulang

Plastik termoplas dapat dibentuk ulang melalui pemanasan. Dapat juga didepolimerisasi sehingga diperoleh kembali monomernya. Akan tetapi, sulit sekali memilah sampah plastik menurut jenisnya. Sampah plastik seringkali merupakan campuran dari berbagai jenis. Dengan demikian juga mengandung plasticiser, pigmen warna, dan campuran bahan lainnya. Akibatnya, hasil daur ulangnya paling merupakan plastik dengan mutu yang lebih rendah dan kurang nilai ekonomisnya.

### b. Membuat plastik yang biodegradable

Dengan membuat plastik yang biodegradable, maka plastik akan hancur dalam beberapa tahun.

### c. Pirolisis

Apabila plastik dipanaskan hingga  $7000^{\circ}\text{C}$  tanpa udara, maka molekul plastik akan terurai membentuk molekul-molekul sederhana. Campuran plastik yang biasa, seperti politena, polipropilena atau polistirena, ketika dipirolisis akan menghasilkan hidrokarbon sederhana etil etena atau propena atau benzena. Senyawa tersebut dapat dipisahkan melalui destilasi bertingkat. Hasilnya kemudian dapat digunakan untuk membuat berbagai bahan kimia termasuk plastik. Untuk sekarang ini, pirolisis dinilai tidak ekonomis, karena masih tersedia bahan baku yang lebih murah, yaitu dari minyak bumi dan gas alam. Keuntungan yang diperoleh dari cara pirolisis, salah satunya adalah kita dapat menyortir limbah plastik menurut jenisnya.

## H. Kaca

Kaca merupakan materi bening (tembus pandang) yang biasanya dihasilkan dari campuran silika (silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ )), yang secara kimia sama dengan kuarsa (bahasa Inggris: kwarts). Biasanya dibuat dari pasir. Suhu lelehnya adalah 1400 derajat Celsius.

### Kaca dan Lingkungan

Kaca adalah bagian dari kehidupan kita sehari-hari, tetapi proses yang digunakan untuk menghasilkan material berharga ini dapat memiliki pengaruh merusak lingkungan.

#### 1. Pencemaran dalam pembuatan



Bahan bakar dan bahan mentah yang digunakan dalam pembuatan kaca melepaskan bahan kimia berbahaya seperti belerang dan nitrogen oksida ke atmosfer. Pencemaran juga dapat menyebar ke sumber air di dekatnya. Saat ini pabrik-pabrik menggunakan penyaring udara untuk mengurangi pencemar udara dan secara dekat memantau sistem pengairan untuk mengurangi pencemaran air.

### 2. Energi

Suhu yang sangat tinggi diperlukan untuk melelehkan bahan mentah untuk membuat kaca. Ketika memungkinkan, pabrik-pabrik sekarang menggunakan listrik sebagai sumber panas sebagai pengganti sumber daya alam berharga seperti gas dan minyak. Rancangan tanur yang berhasil guna membantu mencegah hilangnya panas. Menggunakan limbah kaca di samping bahan mentah memungkinkan perusahaan untuk menggunakan suhu yang lebih rendah, menghemat energi, dan mengurangi banyaknya oksida yang dilepaskan ke atmosfer.

### 3. Pariwisata dan pencemaran

Di negara maju setiap tahun dihasilkan lebih dari 400 kg sampah domestik (per orang). Tempat-tempat indah dapat menjadi pemikat wisatawan, tetapi tempat-tempat tersebut dapat dengan mudah rusak karena pembuangan sampah yang sembarangan. Yang lebih penting beberapa sampah dapat membahayakan manusia, hewan dan kehidupan liar lainnya. Botol kaca yang ditinggalkan dapat memerangkap hewan-hewan kecil, dan kaca yang pecah merupakan ancaman yang serius. Jangan pernah tinggalkan sampah berceceran di tempat umum. Jika ada kaca pecah bungkuslah terlebih dahulu sebelum membuangnya ke tempat sampah.

#### 1. Bahan mentah

Setiap tahun ratusan ribu ton bahan mentah ditambang untuk membuat kaca. Sebagian besar kaca ini nantinya dibuang sebagai sampah. Sementara penambangan terus berlanjut, menyebabkan kerusakan bentang muka tanah dan hilangnya banyak habitat alam.

#### 2. Daur ulang

Daur ulang kaca adalah satu cara penting yang dapat kita lakukan untuk memperbaiki lingkungan. Kaca daur ulang dapat digunakan lagi dalam



tanur kaca untuk menghemat bahan mentah. Menghemat biaya energy, dan mengurangi zat pencemar. Jika kita membuang kaca, kaca ini akan dibuang ke tempat pembuangan sampah akhir, menyia-nyiakan sumber daya alam. Sedangkan mendaur ulang menghindarkan penambangan ratusan ribu ton bahan mentah dan melestarikan daerah pedalaman untuk semua orang.

### Teknologi Kaca

Kaca telah digunakan selama berabad-abad untuk jendela, lensa, optik dan hiasan. Kemajuan teknologi yang dimungkinkan karena sifat yang tidak umum dari kaca untuk dibuat:

1. Serat optik
2. Cermin
3. Keramik kaca
4. Kaca yang dapat larut

### Kaca Masa Depan

Tabel di bawah ini berisi perkembangan terbaru yang menggembirakan dalam pengobatan, sains, perindustrian, dan arsitektur yang berasal dari sifat kaca.

Bidang	Penerapan
Sains Kedokteran	Bioglos adalah material buatan manusia dengan komposisi kimia yang mirip dengan komposisi tulang. Bioglos digunakan untuk melekatkan cangkakan tulang pada jaringan tubuh dan secara bertahap larut setelah tulang sembuh. Kemampuan bioglos untuk mempercepat proses penyambungan pada patah tulang dan cangkok tulang adalah terobosan besar dalam sains kedokteran
Kedokteran Gigi	Bioglos telah ditemukan untuk memiliki komponen seperti fluoride dan para ilmuwan percaya bahwa suatu saat komponen tersebut dapat menggantikan fluoride di dalam pasta gigi. Sekarang bioglos digunakan untuk cangkok akar dan untuk mencegah kerusakan tulang rahang pada pengguna gigi palsu. Cangkakan menyatu dengan jaringan hidup dan permukaan tulang rahang secara berangsur-angsur pulih.
Mikrobiologi	Pengaruh anti bakteri dari bioglos telah membawa para ilmuwan untuk percaya bahwa bahan ini memiliki kemampuan untuk melindungi tanaman dari serangga yang merugikan. Jika hal ini benar, pestisida berbahan dasar bioglos dapat membantu para petani untuk memerangi serangga pemakan tanaman pangan yang sudah kebal.



Desain Interior	Para arsitek telah mengembangkan kaca berlaminasi untuk penyekat akustik perlindungan terhadap ultraviolet. Dan panel kontrol surya untuk kantor dan rumah. Cara kerja benda-benda ini memberikan pengganti yang praktis adri gorden dan tirai. Di masa depan penyekatan kantor dengan pilihan kaca bening atau keruh dapat dikatifkan dengan sakelar.
Pembuatan Kaca	Industri pembuatan kaca secara terus menerus memperbaiki efisiensi energi dan mencegah pencemaran. Mengurangi jumlah udara yang memasuki tanur akan mengurangi emisi oksida nitrogen. Material-material dan pelapisan baru yang telah diperbaiki juga meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi emisi.



## BAB IV

# EVALUASI

Untuk mengetahui pemahaman Anda terhadap materi modul yang telah dipelajari, jawablah soal dan pertanyaan berikut!

### A. SOAL URAIAN

1. Buatlah struktur makro yang meliputi isi materi modul: Benda, Sifat-Sifat, dan Kegunaanya!
2. Jelaskan hubungan antara serat, tali benang, dan kain!
3. Jelaskan proses pembuatan kertas!
4. Jelaskan perbedaan karet alami dengan karet sintetis!
5. Jelaskan perbedaan plastik termoseting dengan termoplastik!

### B. SOAL PILIHAN GANDA

Petunjuk: Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan melingkari huruf a, b, c atau d di depan jawaban yang dianggap paling tepat!

1. Sifat benang yang paling kuat terdapat pada . . . .
  - a. benang jahit
  - b. benang sulaman
  - c. benang layang-layang
  - d. benang songket
2. Benang nilon terbuat dari bahan . . . .
  - a. hewan
  - b. tumbuhan
  - c. serat kayu
  - d. sintetis
3. Bahan berikut terbuat dari serat, *kecuali* ....
  - a. kain wol
  - b. nilon
  - c. benang rayon
  - d. serat optik
4. Bahan buangan plastik dapat menyebabkan pencenaran tanah karena ....
  - a. mencuni habitat tanah
  - b. bereaksi dengan tanah
  - c. tidak dapat dibakar
  - d. tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme



5. Bahan berikut yang *bukan* termasuk golongan poliester adalah ....
- a. paralon
  - b. karet
  - c. merkuri
  - d. kayu
6. Logam berikut yang *bukan* termasuk aliasi adalah ....
- a. amalgama
  - b. perunggu
  - c. alniko
  - d. platina
7. Logam metaloid yang banyak digunakan sebagai bahan komponen elektronika adalah ....
- a. germanium
  - b. arsen
  - c. polonium
  - d. karbon
8. Mika termasuk benda dengan bahan dasar ....
- a. plastik
  - b. kaca
  - c. logam
  - d. kayu
9. Limbah yang paling mudah untuk didaur ulang adalah ....
- a. plastik
  - b. kaca
  - c. logam
  - d. kayu
10. Serat optik benda terbuat dari bahan dasar ....
- a. plastik
  - b. kaca
  - c. logam
  - d. karet

### C. PEMBAHASAN

#### KUNCI JAWABAN SOAL PILIHAN GANDA

- |      |       |
|------|-------|
| 1. a | 6. c  |
| 2. d | 7. a  |
| 3. a | 8. c  |
| 4. d | 9. d  |
| 5. c | 10. b |

## DAFTAR PUSTAKA

- Anshory, Irfan. Hiskia Achmad. 2000. ***Kimia SMU Untuk Kelas 3 Jakarta: Erlangg.***
- Cacckett, Susan. Watt Franklin. 2006. ***Kaca dan Lingkungan.*** Bandung: Pakar Raya.
- Halim Harun, dkk. 1986. ***Materi Pokok Kimia II, Kimia 4111 3 SKS/Modul 6-9.*** Jakarta: Penerbit Karunika, Universitas Terbuka.
- Ratnaningsih dan Hiskia Achmad. 1997. ***Kimia Organik, Ilmu Kimia dan Kehidupan, Ilmu Kimia Lingkungan.*** Bandung: Jurusan Kimia ITB.
- Whyman, Kathryn. Watt Franklin. 2006. ***Kayu dan Lingkungan.*** Bandung: Pakar Raya.
- Whyman, Kathryn. Watt Franklin. 2006. ***Logam dan Lingkungan.*** Bandung: Pakar Raya.
- Whyman, Kathryn. Watt Franklin. 2006. ***Plastik dan Lingkungan.*** Bandung: Pakar Raya.