

**MODUL DASAR BIDANG KEAHLIAN  
KODE MODUL SMKP1G08-10DBK**

**PENGERINGAN,  
PENDINGINAN DAN PENGEMASAN  
KOMODITAS PERTANIAN**



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
PROYEK PENGEMBANGAN SISTEM DAN STANDAR PENGELOLAAN SMK  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN JAKARTA  
2001**

**MODUL DASAR BIDANG KEAHLIAN  
KODE MODUL SMKP1G08-10DBK  
(Waktu : 56 Jam)**

**PENGERINGAN,  
PENDINGINAN DAN PENGEMASAN  
KOMODITAS PERTANIAN**

Penyusun :

**Dr. Obin Rachmawan, Ir., MS**

*Tim Program Keahlian Teknologi Hasil Pertanian*

Penanggung Jawab :

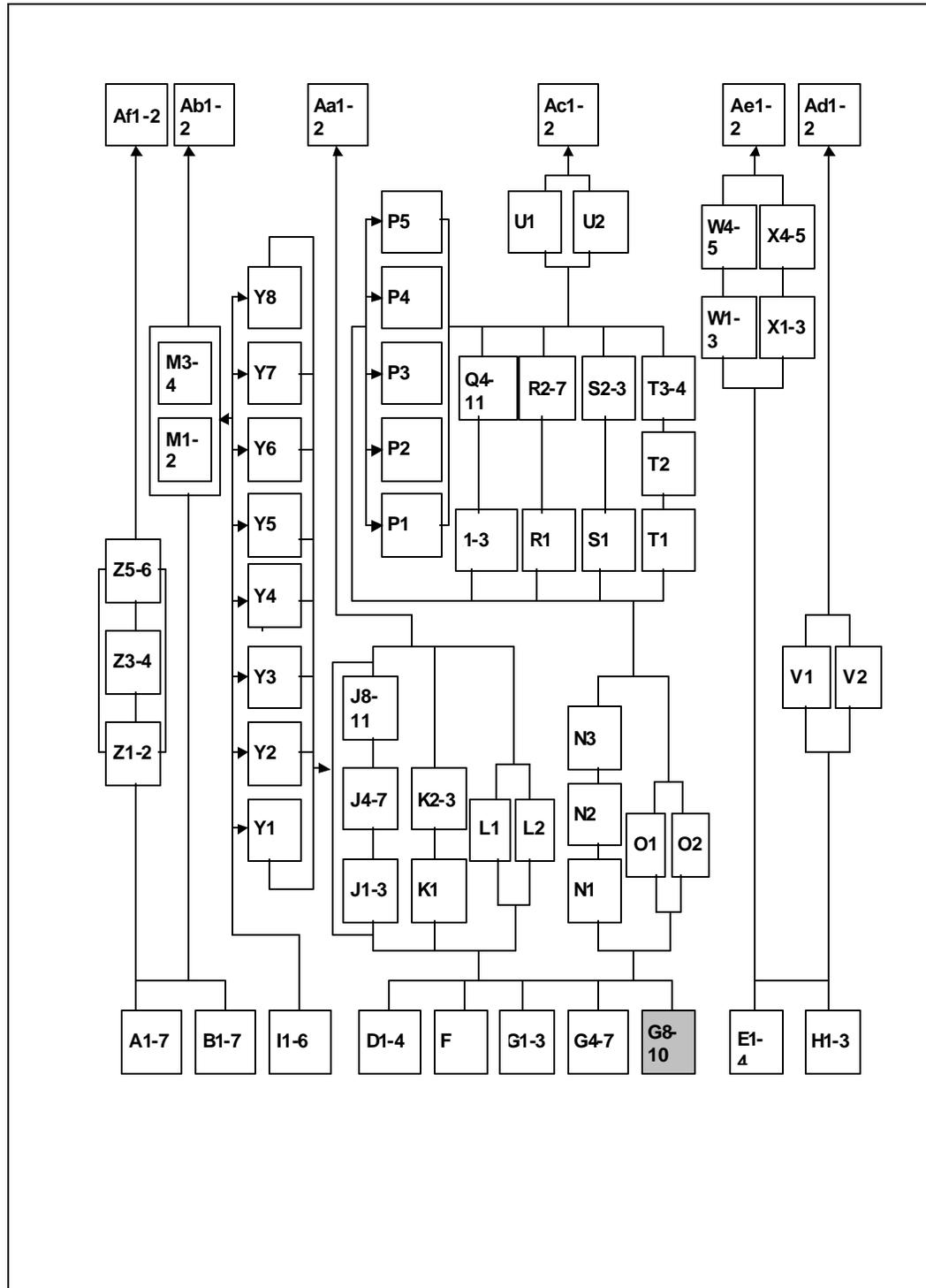
**Dr. Undang Santosa, Ir., SU**

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
PROYEK PENGEMBANGAN SISTEM DAN STANDAR PENGELOLAAN SMK  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN JAKARTA  
2001

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1G08-</b> <b>09-10DBK</b>
<p>Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang atas rahmat dan karuniaNya modul bahan ajar : Pengerinan, Pendinginan dan Pengemasan Komoditas Pertanian dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Modul bahan ajar ini merupakan hasil telaah dari buku-buku yang tertulis dalam daftar pustaka. Penyusunan modul dilakukan sedemikian rupa dengan harapan para siswa dapat membacanya dengan mudah, sehingga dapat dipakai sebagai bekal untuk memperdalam masalah pengerinan, pendinginan dan pengemasan komoditas pertanian baik dari segi ilmunya maupun teknologinya, ataupun untuk penerapan dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>Selama menyusun modul bahan ajar ini dari awal sampai akhir penulis merasa selalu terbatas dalam pengetahuan yang ingin dituangkan, sehingga bantuan dari semua pihak yang telah membaca modul bahan ajar ini berwujud kritik, komentar atau asupan sangat penulis hargai. Semoga tulisan yang sangat singkat ini dapat mencapai sasaran yang dituju dengan memberikan manfaat seperti yang diharapkan.</p> <p style="text-align: right;">Bandung, Desember 2001</p> <p style="text-align: right;">Penyusun,</p>		

<b>SMK Pertanian</b>	<b>DESKRIPSI</b>	<b>Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK</b>
<p>Semua bahan hasil pertanian pada umumnya bersifat kamba (<i>bulk</i>), mudah rusak (<i>perishable</i>) dan tidak tahan lama disimpan. Kegiatan yang dapat memperpanjang masa simpan komoditas pertanian adalah pengeringan dan pendinginan yang dapat dilaksanakan secara langsung atau dipadukan dengan pengolahan bahan baku tersebut sehingga menjadi produk yang mempunyai daya tahan simpan relatif tinggi. Untuk memudahkan proses transportasi dan distribusi komoditas pertanian serta untuk menjaga supaya komoditas pertanian tersebut bisa sampai ke tangan konsumen dengan selamat maka perlu dilakukan pengemasan.</p> <p>Pengeringan, pendinginan dan pengemasan pada saat sekarang secara komersial telah banyak dijumpai, tidak saja dalam usaha skala besar tetapi juga dalam usaha skala kecil dan menengah. Modul bahan ajar ini terdiri dari tiga kegiatan belajar yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kegiatan Belajar 1 : Pengeringan Komoditas Pertanian</li> <li>2. Kegiatan Belajar 2 : Pendinginan Komoditas Pertanian</li> <li>3. Kegiatan Belajar 3 : Pengemasan Komoditas Pertanian</li> </ol> <p>Di dalam setiap kegiatan belajar; meskipun secara singkat dicoba dikemukakan tentang :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pengertian,</li> <li>- tujuan,</li> <li>- prinsip dasar atau landasan teori,</li> <li>- prinsip kerja alat,</li> <li>- tehnik dan prosedur pelaksanaan,</li> <li>- kerusakan-kerusakan yang sering ditemui, serta</li> <li>- faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan proses-proses tersebut.</li> </ul> <p>Beberapa gambar dicantumkan pula dalam tulisan ini dengan tujuan utama untuk memperjelas prinsip kerja alat dan tehnik pelaksanaannya. Dalam kegiatan belajar pengemasan komoditas pertanian, dilengkapi dengan contoh cara mengemas beberapa komoditas pertanian. Supaya para siswa dapat memilih pengemas yang tepat sesuai bahan yang dikemasnya, dibahas juga mengenai klasifikasi pengemas baik berdasarkan fungsinya maupun berdasarkan bahannya.</p> <p>Setelah membaca modul bahan ajar ini, penulis berharap semoga para siswa dapat memahami dan mengerti berbagai aspek yang menyangkut</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>DESKRIPSI</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p data-bbox="347 449 1370 520">pengeringan, pendinginan dan pengemasan komoditas pertanian, sehingga tidak mengalami kesulitan di dalam penerapan dalam kehidupan sehari-hari.</p>		



<b>SMK</b> Pertanian	<b>PRASYARAT</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>Untuk mempelajari modul ini tidak diperlukan prasyarat, karena modul ini merupakan dasar Bidang Keahlian jadi tidak ada mata diklat atau kopetensi yang harus ditempuh terlebih dahulu</p>		

<b>SMK Pertanian</b>	<b>DAFTAR ISI</b>	<b>Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK</b>
Halaman		
KATA PENGANTAR .....		i
DESKRIPSI .....		ii
PETA KEDUDUKAN MODUL .....		iv
PRASYARAT .....		v
DAFTAR ISI .....		vi
DAFTAR ISTILAH/GLOSSARY .....		viii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....		x
TUJUAN .....		xi
<b>KEGIATAN BELAJAR 1 : PENERINGAN KOMODITAS PERTANIAN</b>		<b>1</b>
Lembar Informasi : .....		1
1. Pengertian dan Tujuan Pengerinan .....		1
2. Prinsip Dasar Pengerinan .....		1
3. Karakteristik Hidratasi .....		2
4. Cara Pengerinan Komoditas Pertanian .....		8
5. Faktor-faktor yang Berpengaruh Dalam Proses Pengerinan .....		11
6. Pengaruh Pengerinan Terhadap Sifat Bahan .....		12
Lembar Kerja : .....		13
1. Judul : Pengaruh Jenis Lamoran, Ketebalan Hambaran Bahan, Suhu dan Kecepatan Aliran Udara Terhadap Kecepatan Pengerinan .....		13
2. Organisasi .....		13
3. Alat .....		13
4. Bahan .....		14
5. Langkah Kerja .....		14
Lembar Latihan : .....		15
<b>KEGIATAN BELAJAR 2 : PENDINGINAN KOMODITAS PERTANIAN</b> .....		<b>16</b>
Lembar Informasi : .....		16
1. Pengertian dan Tujuan Pendinginan .....		16
2. Prinsip Dasar Pendinginan .....		16
3. Cara Pendinginan .....		17
4. Faktor-faktor yang Berpengaruh Dalam Proses Pendinginan .....		22
5. Kerusakan-kerusakan yang Terjadi Dalam Proses Pendinginan .....		23
Lembar Kerja : .....		25
1. Judul : Pengaruh Mutu Bahan dan Suhu Pendinginan Terhadap Daya Simpan Bahan .....		25

<b>SMK Pertanian</b>	<b>DAFTAR ISI</b>	<b>Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK</b>
	2. Organisasi .....	25
	3. Alat .....	25
	4. Bahan .....	25
	5. Langkah Kerja .....	25
	Lembar Latihan : .....	26
	<b>KEGIATAN BELAJAR 3 : PENGEMASAN KOMODITAS PERTANIAN .....</b>	<b>27</b>
	Lembar Informasi : .....	27
	1. Pengertian dan Tujuan Pengemasan .....	27
	2. Prinsip Dasar Pengemasan .....	29
	3. Klasifikasi Pengemas .....	30
	4. Syarat Bahan yang Dikems .....	34
	5. Faktor-faktor yang Berpengaruh Dalam Pengemasan .....	34
	Lembar Kerja : .....	36
	1. Judul : Pengaruh Berbagai Jenis Pengemas dan Metoda Pengemasan Terhadap Daya Tahan Simpan Bahan .....	36
	2. Organisasi .....	36
	3. Alat .....	37
	4. Bahan .....	37
	5. Langkah Kerja .....	37
	Lembar Latihan : .....	38
	Lembar Evaluasi : .....	39
	Lembar Kunci Jawaban Latihan : .....	40
	A. Pengeringan Komoditas Pertanian .....	40
	B. Pendinginan Komoditas Pertanian .....	40
	C. Pengemasan Komoditas Pertanian .....	41
	Lembar Kunci Jawaban Evaluasi .....	42
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>

<b>SMK</b> Pertanian	<b>PERISTILAHAN/ GLOSSARY</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p><b>Blansing</b> = perlakuan pendahuluan pada bahan dengan panas untuk menginaktifkan enzim yang ada dalam bahan. Dapat dilakukan dengan cara mencelup bahan ke dalam air mendidih selama 1 - 3 menit (<i>wet blanching</i>) atau dengan cara dikukus selama 3 - 5 menit (<i>Steam blanching</i>).</p> <p><b>Camber</b> = bagian berlekuk dari lamporan semen atau lamporan plesteran batu bata. Biasanya digunakan untuk menyimpan bahan yang sedang dijemur pada saat malam hari atau pada saat hari hujan (setelah ditutup plastik atau terpal).</p> <p><b>Compressor</b> = kompresor/pemampat; alat untuk meninggikan tekanan gas dengan cara kompresi/pemampatan.</p> <p><b>Condensor</b> = kondensor; alat perubah gas menjadi cair</p> <p><b>Edible film</b> = suatu lapisan kontinyu yang terbuat dari bahan yang dimakan, digunakan untuk membungkus bahan makanan seperti permen, sosis dan lapisan tersebut berfungsi sebagai pengemas primer.</p> <p><b>Evaporator</b> = unit pendingin yang berfungsi mengubah medium pendingin dari fasa cair menjadi fasa gas.</p> <p><b>Expansion valve</b> = katup ekspansi.</p> <p><b>Flat</b> = adalah suatu bentuk kantung yang terbuat dari kertas, berbentuk rata atau kempis atau datar.</p> <p><b>Freeze burn</b> = salah satu jenis kerusakan akibat pendinginan. Pada daging unggas hal ini tampak sebagai bercak-bercak yang transparan atau bercak-bercak yang berwarna putih atau kuning kotor. Freeze burn disebabkan oleh terjadinya sublimasi setempat kristal-kristal es melalui jaringan permukaan (kulit) sehingga menimbulkan refleksi cahaya dan menampakkan warna-warna tersebut.</p> <p><b>Panas Spesifik</b> = Panas Jenis = <i>Specific heat</i> adalah perbandingan antara panas yang dibutuhkan/dikeluarkan untuk menaikkan/menurunkan suhu sebesar 1<sup>o</sup> F dari satu pond bahan tersebut dengan panas yang dibutuhkan/dikeluarkan untuk menaikkan/ menurunkan suhu sebesar 1<sup>o</sup> F dari satu pond air.</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>PERISTILAHAN/ GLOSSARY</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p><b>Peta psikrometrik</b> = Psychrometric chart = peta yang menggambarkan hubungan antara kelembaban udara dengan suhu dan entalpi</p> <p><b>Plenum chamber</b> = sebelah bawah dasar bak pengering, tempat menampung udara panas sebelum dihembuskan ke tumpukan bahan di dalam bak pengering.</p> <p><b>Refrigerant</b> = media pendingin seperti freon, amonia dll.</p> <p><b>Rigid</b> = kaku = tegar.</p> <p><b>Satu Btu</b> = adalah jumlah panas yang dibutuhkan atau dikeluarkan untuk menaikkan atau menurunkan suhu sebesar 1<sup>o</sup> F satu pond air antara 32 - 212<sup>o</sup> F atau antara 0 - 100<sup>o</sup> C pada tekanan satu atmosfer.</p> <p><b>SOS</b> = Self Opening Style; adalah kantung kertas yang bisa membuka sendiri dan waktu diisi dapat diberdirikan sehingga pengisian kantung mudah.</p> <p><b>Sun cracking</b> = keretakan bahan yang dijemur akibat tidak ratanya suhu penjemuran.</p> <p><b>Sublimasi</b> = perubahan wujud benda dari fasa padat ke fasa gas.</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>Agar para siswa dapat berhasil dengan baik dalam menguasai modul bahan ajar ni, maka para siswa diharapkan mengikuti petunjuk umum sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bacalah semua bagian dari modul bahan ajar ini dari awal sampai akhir. Jangan melewatkan salah satu bagian apapun.</li> <li>2. Baca ulang dan pahami sungguh-sungguh prinsip-prinsip yang terkandung dalam modul bahan ajar ini.</li> <li>3. Buat ringkasan dari keseluruhan materi modul bahan ajar ini.</li> <li>4. Gunakan bahan pendukung lain serta buku-buku yang direferensikan dalam daftar pustaka agar dapat lebih memahami konsep setiap kegiatan belajar dalam modul bahan ajar ini.</li> <li>5. Setelah para siswa cukup menguasai materi pendukung, kerjakan soal-soal yang ada dalam lembar latihan dari setiap kegiatan belajar yang ada dalam modul bahan ajar ini.</li> <li>6. Kerjakan dengan cermat dan seksama kegiatan yang ada dalam lembar kerja, pahami makna dari setiap langkah kerja.</li> <li>7. Lakukan diskusi kelompok baik dengan sesama teman sekelompok atau teman sekelas atau dengan pihak-pihak yang menurut para siswa dapat membantu dalam memahami isi modul bahan ajar ini.</li> <li>8. Setelah para siswa merasa menguasai keseluruhan materi modul bahan ajar ini, kerjakan soal-soal yang ada dalam lembar evaluasi dan setelah selesai baru cocokkan hasilnya dengan lembar kunci jawaban.</li> </ol> <p>Akhirnya penulis berharap semoga para siswa tidak mengalami kesulitan dan hambatan yang berarti dalam mempelajari modul bahan ajar ini, dan dapat berhasil dengan baik sesuai Tujuan Akhir yang telah ditetapkan.</p>		

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>TUJUAN</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1G08-</b> <b>09-10DBK</b>
<p><b>A. Tujuan Akhir</b></p> <p>Setelah membaca dan mempelajari modul bahan ajar ini para siswa akan dapat menjelaskan cara pengeringan, pendinginan dan pengemasan beberapa komoditas pertanian.</p> <p><b>B. Tujuan Antara</b></p> <p>Setelah mempelajari modul bahan ajar ini, para siswa akan dapat :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan arti dan tujuan dari proses pengeringan dengan benar.</li> <li>2. Menguraikan prinsip dasar atau landasan teori dari proses pengeringan dengan benar.</li> <li>3. Menghitung kadar air bahan baik berdasarkan berat basah maupun berdasarkan berat kering dengan tepat.</li> <li>4. Menjelaskan 2 cara pengeringan dengan benar.</li> <li>5. Menjelaskan faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pengeringan dengan benar.</li> <li>6. Menjelaskan arti dan tujuan dari proses pendinginan dengan benar.</li> <li>7. Menguraikan prinsip dasar atau landasan teori dari proses pendinginan dengan benar.</li> <li>8. Menjelaskan 2 cara pendinginan dengan benar.</li> <li>9. Menjelaskan faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pendinginan dengan benar.</li> <li>10. Menjelaskan arti dan tujuan dari proses pengemasan dengan benar.</li> <li>11. Menguraikan prinsip dasar atau landasan teori dari proses pengemasan dengan benar.</li> <li>12. Menyebutkan klasifikasi pengemas berdasarkan fungsi/kedudukan dan berdasarkan bahannya.</li> <li>13. Menjelaskan faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pengemasan dengan benar.</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p style="text-align: center;"><b>PENGERINGAN KOMODITAS PERTANIAN</b></p> <p><b>Lembar Informasi :</b></p> <p><b>1. Pengertian dan Tujuan Pengeringan</b></p> <p>Pengeringan adalah proses pengeluaran air atau pemisahan air dalam jumlah yang relatif kecil dari bahan dengan menggunakan enersi panas. Hasil dari proses pengeringan adalah bahan kering yang mempunyai kadar air setara dengan kadar air keseimbangan udara (atmosfir) normal atau setara dengan nilai aktivitas air (<math>a_w</math>) yang aman dari kerusakan mikrobiologis, enzimatik dan kimiawi. Pengertian proses pengeringan berbeda dengan proses penguapan (evaporasi). Proses penguapan atau evaporasi adalah proses pemisahan uap air dalam bentuk murni dari suatu campuran berupa larutan (cairan) yang mengandung air dalam jumlah yang relatif banyak.</p> <p>Pengeringan merupakan salah satu proses pengolahan pangan yang sudah lama dikenal. Tujuan dari proses pengeringan adalah : menurunkan kadar air bahan sehingga bahan menjadi lebih awet, mengecilkan volume bahan sehingga memudahkan dan menghemat biaya pengangkutan, pengemasan dan penyimpanan. Di samping itu banyak bahan hasil pertanian yang hanya digunakan setelah dikeringkan terlebih dahulu seperti tembakau, kopi, teh dan biji-bijian. Meskipun demikian ada kerugian yang ditimbulkan selama pengeringan yaitu terjadinya perubahan sifat fisik dan kimiawi bahan serta terjadinya penurunan mutu bahan.</p> <p><b>2. Prinsip Dasar Pengeringan</b></p> <p>Proses pengeringan pada prinsipnya menyangkut proses pindah panas dan pindah massa yang terjadi secara bersamaan (simultan). Pertama-tama panas harus ditransfer dari medium pemanas ke bahan. Selanjutnya setelah terjadi penguapan air, uap air yang terbentuk harus dipindahkan melalui struktur bahan ke medium sekitarnya. Proses ini akan menyangkut aliran fluida di mana cairan harus ditransfer melalui struktur bahan selama proses pengeringan berlangsung. Jadi panas harus disediakan untuk menguapkan air dan air harus mendifusi melalui berbagai macam tahanan agar supaya dapat lepas dari bahan dan berbentuk uap air yang bebas. Lama proses pengeringan tergantung pada bahan yang dikeringkan dan cara pemanasan yang digunakan.</p> <p>Dengan sangat terbatasnya kadar air pada bahan yang telah dikeringkan, maka enzim-enzim yang ada pada bahan menjadi tidak aktif dan mikroorganisme yang ada pada bahan tidak dapat tumbuh. Pertumbuhan</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>mikroorganisme dapat dihambat, bahkan beberapa jenis dimatikan karena mikroorganisme seperti umumnya jasad hidup yang lain membutuhkan air untuk proses metabolismenya. Mikroorganisme hanya dapat hidup dan melangsungkan pertumbuhannya pada bahan dengan kadar air tertentu. Walaupun setelah proses pengeringan secara fisik masih terdapat (tersisa) molekul-molekul air yang terikat, tetapi molekul air tersebut tidak dapat dipergunakan oleh mikroorganisme. Di samping itu enzim tidak mungkin aktif pada bahan yang sudah dikeringkan, karena reaksi biokimia memerlukan air sebagai mediana. Berdasarkan hal tersebut, berarti kalau kita bermaksud mengawetkan bahan melalui proses pengeringan, maka harus diusahakan kadar air yang tertinggal tidak mungkin dipakai untuk aktivitas enzim dan mikroorganisme.</p> <p><b>3. Karakteristik Hidratasi</b></p> <p>Karena proses utama dalam pengeringan adalah proses penguapan air, maka perlu terlebih dahulu diketahui karakteristik hidratasi bahan pangan yaitu sifat-sifat bahan yang meliputi interaksi antara bahan pangan dengan molekul air yang dikandungnya dan molekul air di udara sekitarnya. Peranan air dalam bahan pangan dinyatakan dengan kadar air dan aktivitas air (<math>a_w</math>), sedangkan peranan air di udara dinyatakan dengan kelembaban relatif (RH) dan kelembaban mutlak (H).</p> <p><b>A. Kadar Air</b></p> <p>Kadar air suatu bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan yang dapat dinyatakan dalam persen berat basah (<i>wet basis</i>) atau dalam persen berat kering (<i>dry basis</i>). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 %, sedangkan kadar air berat kering dapat lebih dari 100 %. Kadar air berat basah (b.b) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat total bahan. Kadar air berat basah dapat ditentukan dengan persamaan berikut :</p> $m = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100 \% = \frac{W_m}{W_t} \times 100 \%$ <p>di mana : <math>m</math> = kadar air berat basah (% b.b)  <math>W_m</math> = berat air dalam bahan (g)  <math>W_d</math> = berat padatan dalam bahan (g) atau berat bahan kering mutlak  <math>W_t</math> = berat total (g)</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>Kadar air berat kering (b.k) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat padatan yang ada dalam bahan. Kadar air berat kering dapat ditentukan dengan persamaan berikut :</p> $M = \frac{W_m}{W_d} \times 100 \%$ <p>di mana : M = kadar air berat kering (% b.k)  <math>W_m</math> = berat air dalam bahan (g)  <math>W_d</math> = berat padatan dalam bahan (g) atau berat bahan kering mutlak</p> <p>Berat bahan kering mutlak adalah berat bahan setelah mengalami pengeringan dalam waktu tertentu sehingga beratnya konstan. Pada proses pengeringan, air yang terkandung dalam bahan tidak dapat seluruhnya diuapkan, meskipun demikian hasil yang diperoleh disebut juga sebagai berat bahan kering.</p> <p><u>Contoh Perhitungan :</u>  Berapa jumlah air yang terdapat dalam 1 ton kedelai yang berkadar air 25 % (b.b) ? dan berapa kadar air kedelai tersebut bila dinyatakan dalam % b.k ?</p> <p><u>Penyelesaian :</u></p> $\text{Berat air yang ada dalam 1 ton kedelai} = \frac{25}{100} \times 1000 \text{ kg} = 250 \text{ kg}$ $\text{Berat bahan kering mutlaknya / berat bahan padatannya} = (1000 - 250) = 750 \text{ kg}$ $\text{Kadar air kedelai dalam \% berat kering,} = \frac{250}{750} \times 100 \% = 33,3 \% \text{ (b.k)}$ <p>Di dalam analisis bahan pangan, biasanya kadar air bahan dinyatakan dalam persen berat kering. Hal ini disebabkan perhitungan berdasarkan berat basah mempunyai kelemahan yaitu berat basah bahan selalu berubah-ubah setiap saat, sedangkan berat bahan kering selalu tetap. Metode pengukuran kadar air yang umum dilakukan di Laboratorium adalah metode oven atau dengan cara destilasi. Pengukuran kadar air secara praktis di lapangan dapat dilakukan dengan menggunakan <i>moisture meter</i> yaitu alat pengukur kadar air secara elektronik.</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>Kandungan air pada suatu bahan hasil pertanian terdiri dari 3 jenis yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1). Air bebas (<i>free water</i>). Air ini terdapat pada permukaan bahan, sehingga dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya serta dapat dijadikan sebagai media reaksi-reaksi kimia. Air bebas dapat dengan mudah diuapkan pada proses pengeringan. Bila air bebas ini diuapkan seluruhnya, maka kadar air bahan akan berkisar antara 12 % sampai 25 %.</li> <li>(2). Air terikat secara fisik. Air jenis ini merupakan bagian air yang terdapat dalam jaringan matriks bahan (tenunan bahan) akibat adanya ikatan-ikatan fisik. Air jenis ini terdiri atas : <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Air terikat menurut sistem kapiler yang ada dalam bahan karena adanya pipa-pipa kapiler pada bahan.</li> <li>b. Air absorpsi yang terdapat pada tenunan-tenunan bahan karena adanya tenaga penyerapan dari dalam bahan.</li> <li>c. Air yang terkurung di antara tenunan bahan karena adanya hambatan mekanis dan biasanya terdapat pada bahan yang berserat.</li> </ol> </li> <li>(3). Air terikat secara kimia. Untuk menguapkan air jenis ini pada proses pengeringan diperlukan enersi yang besar. Air yang terikat secara kimia terdiri atas : <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Air yang terikat sebagai air kristal.</li> <li>b. Air yang terikat dalam sistem dispersi koloidal yang terdiri dari partikel-partikel yang mempunyai bentuk dan ukuran beragam. Partikel-partikel ini ada yang bermuatan listerik positif atau negatif sehingga dapat saling tarik menarik.</li> </ol> </li> </ol> <p>Kekuatan ikatan yang ada dalam ketiga jenis air tersebut berbeda-beda dan untuk memutuskan ikatannya diperlukan enersi penguapan. Besarnya enersi penguapan untuk air bebas paling rendah, kemudian diikuti oleh air terikat secara fisik dan air teikat secara kimia yang paling besar.</p> <p><b>B. Aktivitas Air</b></p> <p>Dalam bahan hasil pertanian, peranan air yang utama adalah sebagai pelarut yang digunakan selama proses metabolisme. Tingkat mobilitas dan peranan air bagi proses kehidupan biasanya dinyatakan dengan besaran aktivitas air (<i>water activity</i> = <math>a_w</math>) yang ada dalam rentang 0 sampai 1. Menurut Winarno (1984) kandungan air pada bahan hasil pertanian akan berpengaruh terhadap daya tahan bahan tersebut dari serangan mikroorganisme.</p> <p>Aktivitas air merupakan salah satu parameter hidrasi yang sering diartikan sebagai jumlah air bebas dalam bahan yang dapat digunakan untuk</p>		

pertumbuhan mikroorganismenya. Setiap mikroorganismenya hanya dapat tumbuh pada kisaran  $a_w$  tertentu seperti  $a_w$  untuk pertumbuhan bakteri 0,90, khamir 0,80 - 0,90 dan kapang 0,60 - 0,70. Oleh karena itu untuk mencegah pertumbuhan mikrobia,  $a_w$  bahan harus diatur. Istilah aktivitas air digunakan untuk menjabarkan air yang terikat atau air bebas dalam suatu sistem yang dapat menunjang reaksi biologis dan kimiawi. Air yang terkandung dalam bahan pangan apabila terikat kuat dengan komponen bukan air, maka akan lebih sukar untuk digunakan dalam aktivitas biologis maupun aktivitas kimia hidrolitik. Menurut Hukum Raoult, aktivitas air berbanding lurus dengan jumlah mol pelarut dan berbanding terbalik dengan jumlah mol di dalam larutan.

$$a_w = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

di mana :  $n_1$  = jumlah mol pelarut  
 $n_2$  = jumlah mol zat terlarut  
 $n_1 + n_2$  = jumlah mol larutan

Contoh Perhitungan :

Apabila diketahui berat molekul glukosa = 180 dan NaCl = 58,5, serta berat jenis larutan = 1; dengan menggunakan Hukum Raoult, tentukan :

- (1).  $a_w$  larutan glukosa 10 %
- (2).  $a_w$  larutan NaCl 10 %

Penyelesaian :

- (1). Larutan glukosa 10 %; berarti dalam 1000 g larutan terdapat 100 g glukosa dan 900 g air.

$$n_{\text{glukosa}} = \frac{100}{180} = 0,56 \text{ mol} ; n_{\text{air}} = \frac{900}{18} = 50 \text{ mol}$$

$$\text{Jadi } a_w \text{ larutan glukosa 10 \%} = \frac{50}{50 + 0,56} = 0,989$$

- (2). Larutan NaCl 10 %; berarti dalam 1000 g larutan terdapat 100 g NaCl dan 900 g air.

$$n_{\text{NaCl}} = \frac{100}{58,5} = 1,71 \text{ mol} ; n_{\text{air}} = \frac{900}{18} = 50 \text{ mol}$$

$$\text{Jadi } a_w \text{ larutan NaCl 10 \%} = \frac{50}{50 + 1,71} = 0,967$$

**C. Kelembaban Relatif dan Kelembaban Mutlak**

Kelembaban relatif atau kelembaban nisbi didefinisikan sebagai perbandingan antara tekanan parsial uap air yang ada di udara dengan tekanan uap jenuh pada suhu yang sama.

$$RH = \left[ \frac{P}{P_s} \right]_T \times 100 \%$$

di mana : RH = Kelembaban Relatif ((%)

P = Tekanan parsial uap air pada suhu T ( atm)

P<sub>s</sub> = Tekanan uap air jenuh pada suhu T(atm)

T = Suhu atmosfer (° C)

Dalam keadaan setimbang dengan bahan pangan, maka hubungan antara aktivitas air dengan kelembaban relatif dapat ditulis sebagai berikut :

$$a_w = \frac{RH_s}{100} = \frac{P}{P_s}$$

di mana : RH<sub>s</sub> = Kelembaban relatif dalam keadaan kesetimbangan (%)

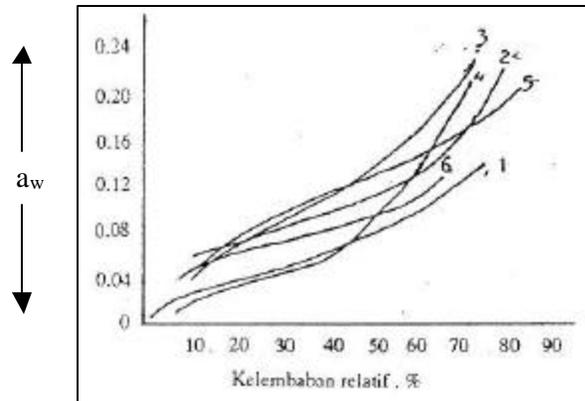
P<sub>s</sub> = Tekanan uap jenuh (atm)

Selain kelembaban relatif, dikenal pula kelembaban mutlak (H) yang didefinisikan sebagai besaran yang digunakan untuk menentukan jumlah uap air di udara. Untuk menentukan kelembaban relatif dan kelembaban mutlak dapat digunakan peta psikrometrik (*Psychrometric Chart*) yaitu suatu peta yang menggambarkan hubungan antara kelembaban udara dengan suhu dan entalpi. Berbagai alat pengukur kelembaban relatif yang secara langsung dapat digunakan dengan ketelitian cukup tinggi antara lain Sling psychrometer dan higrometer.

**D. Kurva Sorpsi Isotermik**

Bahan pangan hasil pertanian bersifat higroskopis, yaitu dapat menyerap air dari udara sekelilingnya dan juga dapat melepaskan sebagian air yang terkandung ke udara. Secara umum sifat hidrasi ini digambarkan dalam kurva isotermik, yaitu kurva yang menunjukkan hubungan antara kadar air bahan dengan kelembaban relatif kesetimbangan ruangan tempat penyimpanan bahan (RH<sub>s</sub>) atau aktivitas air (a<sub>w</sub>) pada suhu tertentu (Gambar 1.1). Istilah sorpsi air digunakan untuk penggabungan air ke dalam bahan. Apabila proses dimulai dengan bahan kering maka istilah yang digunakan

adalah adsorpsi, sedangkan bila proses dimulai dengan bahan basah disebut desorpsi.



1. Telur padat, 10<sup>0</sup> C
2. Daging sapi, 10<sup>0</sup> C
3. Ikan, 30<sup>0</sup> C
4. Kopi, 10<sup>0</sup> C
5. Pati, 25<sup>0</sup> C
6. Kentang, 28<sup>0</sup> C
7. Sari buah jeruk, 20<sup>0</sup> C

Gambar 1.1. Kurva Isotermik

Bentuk sorpsi isotermik air untuk setiap bahan adalah spesifik. Pada umumnya kurva sorpsi isotermik bahan hasil pertanian berbentuk sigmoid (menyerupai huruf S). Pada kenyataannya grafik penyerapan uap air dari udara oleh bahan pangan (kurva adsorpsi) dan grafik pelepasan uap air oleh bahan pangan ke udara (kurva desorpsi) tidak berimpit. Keadaan seperti hal ini disebut fenomena histeresis. Fenomena histeresis diakibatkan oleh adanya perbedaan harga kadar air keseimbangan pada proses adsorpsi dan desorpsi. Umumnya pada kelembaban relatif atau aktivitas air yang sama, kadar air keseimbangan proses desorpsi lebih besar dari proses adsorpsi (Rockland dan Nishi, 1980).

Apabila air ditambahkan pada bahan pangan yang sudah dikeringkan, maka molekul-molekul air akan diadsorpsi oleh permukaan bahan. Keadaan ini terdapat pada kisaran  $a_w$  0 - 0,20. Air dalam keadaan ini sangat stabil dan tidak dapat dibekukan pada suhu berapapun. Dengan menghilangkan air sampai batas  $a_w$  ini maka reaksi kimiawi dan enzimatis dalam bahan pangan dapat dihindari. Air pada kisaran  $a_w$  0,20 - 0,70 kurang terikat kuat bila dibandingkan dengan air pada kisaran  $a_w$  0 - 0,20.

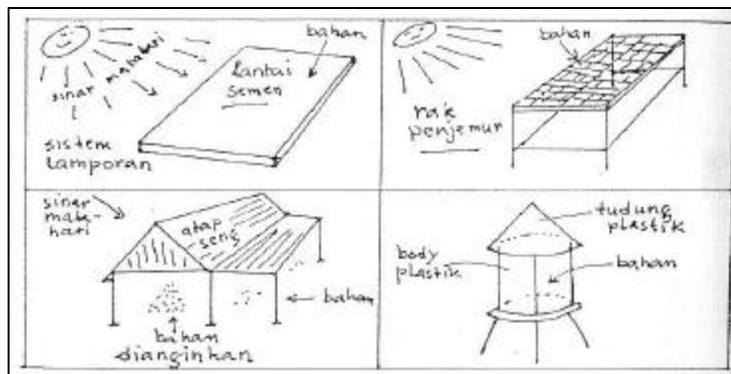
Di dalam kegiatan sehari-hari kelembaban relatif keseimbangan diungkapkan sebagai kadar air keseimbangan (*Equilibrium moisture content* atau EMC). Jika suatu bahan hasil pertanian yang mempunyai kadar air tertentu ditempatkan dalam lingkungan dengan suhu dan kelembaban relatif tertentu, maka kadar air bahan akan berubah sampai terjadi keseimbangan antara air

dalam bahan dengan air di udara lingkungan tersebut. Kadar air keseimbangan menentukan batas pengeringan yang dilakukan. Di dalam udara yang mempunyai kelembaban relatif dan suhu tertentu, bahan higroskopis hanya dapat dikeringkan sampai kadar air keseimbangan saja.

#### 4. Cara Pengeringan Komoditas Pertanian

Secara garis besar pengeringan dapat dibedakan atas pengeringan alami (*natural drying* atau disebut juga *sun drying*) dan pengeringan buatan (*artificial drying*). Pengeringan secara alami dapat dilakukan dengan cara menjemur di bawah sinar matahari (penjemuran), sedangkan pengeringan secara buatan dilakukan dengan menggunakan alat pengering mekanis.

Penjemuran merupakan proses pengeringan yang sederhana dan murah karena sinar matahari tersedia sepanjang tahun dan tidak memerlukan peralatan khusus. Sarana utama yang dibutuhkan untuk penjemuran adalah lantai penjemur atau lamporan berupa lantai semen atau lantai plesteran batu bata. Lamporan dapat dilengkapi dengan *camber* (bagian lantai yang berlekuk). Selain pada lamporan, penjemuran juga dapat dilakukan pada rak penjemur, tampah bambu, anyaman bambu dan tikar. Penjemuran dilakukan dengan menyebarkan bahan secara merata pada lamporan, dan secara periodik dilakukan pembalikan bahan agar pengeringan merata dan bahan tidak mengalami keretakan (*sun cracking*). Proses penjemuran yang dilakukan di daerah bersuhu tinggi akan memerlukan luas bidang penjemuran yang lebih kecil daripada di daerah bersuhu rendah. Demikian pula pada daerah yang mempunyai RH rendah akan memerlukan bidang penjemuran yang lebih kecil daripada daerah yang mempunyai RH tinggi. Ilustrasi pelaksanaan penjemuran disajikan pada gambar berikut.

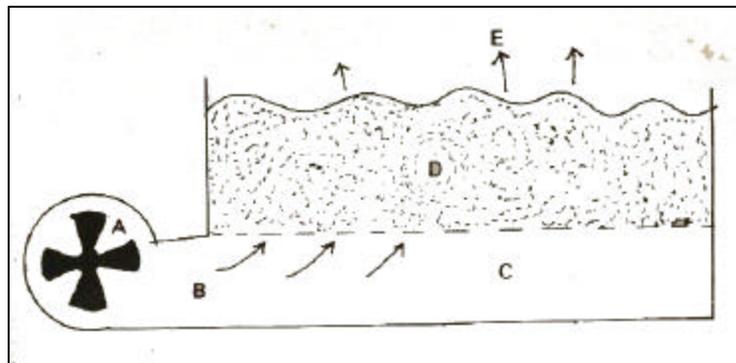


Gambar 1.2. Berbagai Cara Pelaksanaan Penjemuran

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>Pengeringan dengan cara penjemuran mempunyai beberapa kelebihan antara lain : a). tidak memerlukan bahan bakar sehingga biaya pengeringan rendah, b). dapat memperluas kesempatan kerja, dan c). sinar infra merah matahari mampu menembus sel-sel bahan. Sedangkan kekurangannya adalah : a). suhu pengeringan dan RH tidak dapat dikontrol dengan baik, b). memerlukan tempat yang luas, c). kemungkinan terjadinya susut bobot tinggi karena mungkin ada gangguan temak dan burung, d). hanya dapat berlangsung bila cuaca baik, e). kebersihan bahan tidak terjamin, f). waktu pengeringan lama, dan g). proses pengeringan tidak dapat berjalan secara konstan karena intensitas sinar matahari tidak tetap.</p> <p>Kecepatan pengeringan serta kualitas hasil yang diperoleh dengan cara penjemuran sangat dipengaruhi oleh :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Keadaan cuaca (suhu udara dan kelembaban /RH). Suhu udara akan mempengaruhi kecepatan penjemuran. Pada suhu yang tinggi, kelembaban udara akan semakin rendah. Akibatnya kemampuan udara tersebut untuk menangkap uap air semakin tinggi sehingga kecepatan penguapan air dari bahan yang dijemur akan semakin meningkat.</li> <li>Jenis lamporan. Setiap jenis bahan yang digunakan sebagai lamporan mempunyai kecepatan perambatan panas tertentu yang pada gilirannya akan mempengaruhi kecepatan pengeringan.</li> <li>Sifat bahan yang dikeringkan. Kadar air awal dari bahan dan ukuran partikel bahan akan mempengaruhi kecepatan pengeringan. Bahan yang mempunyai kadar air awal tinggi dan ukuran partikel besar akan lebih lama waktu pengeringannya daripada bahan yang kadar air awalnya rendah dan ukuran partikelnya kecil.</li> <li>Cara penjemuran. Dalam hal ini ketebalan tumpukan bahan dan frekuensi pembalikan bahan akan sangat berpengaruh pada kecepatan pengeringan.</li> </ol> <p>Pada pengeringan mekanis; suhu, kelembaban nisbi udara serta kecepatan pengeringan dapat diatur dan diawasi. Alat pengering pada umumnya terdiri dari tenaga penggerak dan kipas, unit pemanas (<i>heater</i>) serta alat-alat kontrol. Sebagai sumber tenaga untuk mengalirkan udara dapat digunakan motor bakar atau motor listerik. Sumber enersi yang dapat digunakan pada unit pemanas adalah gas, minyak bumi, batubara dan elemen pemanas listrik.</p>		

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1G08-</b> <b>09-10DBK</b>
<p>Untuk mengeringkan hasil pertanian berupa biji-bijian dapat digunakan alat pengering tipe bak. Pada alat ini bahan yang akan dikeringkan diletakkan pada suatu bak yang bagian dasarnya berlubang-lubang atau dibuat dari anyaman kawat. Lubang-lubang berfungsi untuk melewatkan udara panas. Besar kecilnya ukuran lubang dasar bak disesuaikan dengan ukuran bahan yang dikeringkan. Bentuk bak dapat persegi panjang atau bulat. Pada bak dapat dilengkapi pengaduk yang berputar yang berfungsi untuk menyeragamkan kondisi pengeringan. Kecepatan putaran pengaduk disesuaikan dengan ketebalan tumpukan bahan, kecepatan aliran udara panas dan suhu pengeringan.</p> <p>Prinsip kerja dari alat pengering ini ialah : udara pengering dari <i>plenum chamber</i> dengan bantuan kipas akan bergerak menuju dasar bak dan melalui lubang dasar bak akan mengalir melewati bahan yang dikeringkan dan melepaskan sebagian panasnya sehingga terjadi proses penguapan air dari bahan. Dengan demikian, semakin ke bagian atas bak suhu udara pengering semakin turun. Penurunan suhu ini harus diatur sedemikian rupa agar pada saat mencapai bagian atas bahan yang dikeringkan, udara pengering masih mempunyai suhu yang memungkinkan terjadinya penguapan air. Di samping itu kelembaban udara pengering pada saat mencapai bagian atas harus dipertahankan tetap tidak jenuh sehingga masih mampu menampung uap air yang dilepaskan. Di dalam penggunaan alat pengering ini perlu diperhatikan pengaturan suhu, kecepatan aliran udara pengering dan tebal tumpukan bahan yang dikeringkan sehingga hasil kering yang diharapkan dapat tercapai.</p> <p>Pengaturan suhu pengering dilakukan dengan cara mengatur alat pemanas yang dihubungkan dengan termostat. Pengukuran suhu bahan yang dikeringkan sebaiknya dilakukan pada 3 tempat yaitu di bagian bawah, bagian tengah dan bagian atas bak. Pada umumnya suhu udara pemanas bagi gabah yang akan dikonsumsi sekitar 50 - 60<sup>0</sup> C, dan bagi gabah benih sekitar 42 - 43<sup>0</sup> C. Untuk mengatur kecepatan aliran udara pengering digunakan kelep udara yang dipasang di bagian bak pengering. Pengukurannya dilakukan dengan menggunakan tabung Pitot atau <i>orifice meter</i>. Dalam melaksanakan pengeringan; sebaiknya dilakukan pembalikan bahan pada setiap selang waktu tertentu sehingga hasil pengeringan yang diperoleh seragam.</p> <p>Berdasarkan ketebalan tumpukan bahan/lapisan bahan yang dikeringkan, alat pengering tipe bak dapat digolongkan atas dua jenis yaitu "<i>deep bed</i>" dan "<i>thin layer</i>". Pada umumnya ketebalan tumpukan bahan pada pengering</p>		

sistem *deep bed* antara 3 - 5 m dan pada pengering sistem *thin layer* sekitar 30 - 60 cm. Prinsip kerja pengering sisten *thin layer* sama dengan pengering sistem *deep bed* hanya bidang pengeringannya lebih luas. Pada pengering sistem ini proses pengeringan berlangsung serentak dan merata di seluruh bagian bahan. Pengering sistem *deep bed* cocok digunakan oleh perusahaan-perusahaan pertanian karena alat ini dapat difungsikan sebagai tempat penyimpanan bahan yang telah dikeringkan, sedangkan pengering sistem *thin layer* cocok digunakan oleh petani.



Gambar 1.3. Alat Pengering Tipe Thin Layer

- Keterangan Gambar :
- A = Kipas
  - B = Udara panas
  - C = Plenum Chamber
  - D = Tumpukan bahan yang dikeringkan
  - E = Pengeluaran udara dan uap air

### 5. Faktor-faktor yang Berpengaruh Dalam Proses Pengeringan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan dapat digolongkan menjadi dua yaitu : faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan atau disebut faktor internal (ukuran bahan, kadar air awal dari bahan dan tekanan parsial di dalam bahan) dan faktor yang berhubungan dengan udara pengering atau disebut sebagai faktor eksternal (suhu, kelembaban dan kecepatan volumetrik aliran udara pengering).

Kecepatan pengeringan lempengan bahan basah yang tipis akan berbanding terbalik dengan kuadrat ketebalannya. Jadi kecepatan pengeringan potongan bahan yang mempunyai tebal satu pertiga dari semula adalah 9 kali kecepatan pengeringan potongan asal. Oleh karena itu lama

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>pengeringan dapat dipersingkat dengan pengurangan ukuran bahan yang dikeringkan. Sifat bahan yang dikeringkan (komposisi kimia dan struktur fisik) sangat mempengaruhi kecepatan pengeringan. Jika potongan wortel dan kentang dengan bentuk dan ukuran yang sama dikeringkan pada kondisi yang sama, kedua jenis potongan tersebut akan kehilangan air dengan kecepatan yang sama pada awal pengeringan kemudian selanjutnya akan berbeda. Jika kadar air dinyatakan dalam berat kering, maka kecepatan pengeringan wortel sekitar 2 kali kecepatan pengeringan kentang karena kadar padatan wortel sekitar setengah kali kadar padatan kentang.</p> <p>Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Makin tinggi suhu udara pengering, makin besar enersi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udara pengering makin tinggi maka makin cepat massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer. Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Pada kelembaban udara tinggi, perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar bahan kecil, sehingga pemindahan uap air dari dalam bahan ke luar terhambat.</p> <p><b>6. Pengaruh Pengeringan Terhadap Sifat Bahan</b></p> <p>Pada umumnya bahan pangan yang dikeringkan mempunyai nilai gizi yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan segarnya. Selama proses pengeringan berlangsung dapat terjadi perubahan warna, tekstur, aroma dan lain-lainnya. Terjadinya perubahan-perubahan tersebut sebenarnya dapat dibatasi seminimal mungkin dengan jalan memberi perlakuan pendahuluan pada bahan yang akan dikeringkan (misal dengan cara diblansing).</p> <p>Dengan mengurangi kadar airnya, maka bahan pangan hasil pengeringan akan mengandung senyawa-senyawa seperti protein, karbohidrat, lemak dan mineral-mineral dalam konsentrasi yang lebih tinggi, akan tetapi vitamin-vitamin dan zat warna pada umumnya menjadi rusak atau berkurang. Pada umumnya bahan pangan yang dikeringkan berubah warnanya menjadi coklat. Perubahan warna tersebut disebabkan oleh terjadinya reaksi-reaksi pencoklatan (<i>browning</i>) baik secara enzimatik maupun secara non enzimatik. Reaksi pencoklatan non enzimatik yang paling sering terjadi adalah reaksi antara asam amino dengan gula pereduksi dan antara asam-asam organik dengan gula pereduksi. Reaksi antara asam amino dengan gula pereduksi akan menurunkan nilai gizi protein yang terkandung di dalamnya.</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>Jika pengeringan dilakukan pada suhu yang tinggi sehingga bahan yang masih basah langsung kontak dengan suhu yang tinggi, maka dapat terjadi <i>case hardening</i>. <i>Case hardening</i> adalah suatu keadaan di mana bagian luar bahan (di permukaan) sudah kering sedangkan di bagian dalamnya masih basah. Hal ini disebabkan suhu yang tinggi di awal pengeringan akan menguapkan air yang ada di permukaan bahan secara cepat sehingga permukaan bahan menjadi kering dan keras dan menghambat penguapan selanjutnya dari air yang terdapat di bagian dalam bahan tersebut. <i>Case hardening</i> juga dapat disebabkan oleh adanya perubahan-perubahan kimia tertentu misalnya terjadinya penggumpalan protein pada permukaan bahan karena adanya panas, atau terbentuknya dekstrin dari pati yang jika dikeringkan akan terbentuk bahan yang masif dan keras pada permukaan bahan. Terjadinya <i>Case hardening</i> mengakibatkan proses pengeringan selanjutnya menjadi lambat atau terhambat sama sekali, mikroorganisme yang terdapat di bagian dalam bahan yang masih basah dapat berkembang biak sehingga menimbulkan kebusukan. Penggunaan suhu pengeringan yang tidak terlalu tinggi atau pelaksanaan proses pengeringan awal yang tidak terlalu cepat dapat mencegah terjadinya <i>Case hardening</i>.</p> <p><b>Lembar Kerja :</b></p> <p><b>1 Judul :</b> Pengaruh Jenis Lamporan, Ketebalan Hambaran Bahan, Suhu dan Kecepatan Aliran Udara Terhadap Kecepatan Pengeringan</p> <p><b>2 Organisasi :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok (3-5 orang/kelompok). Dari setiap kelompok ditunjuk seorang ketua.</li> <li>Setiap siswa melaksanakan pekerjaan pada kelompoknya masing-masing, di bawah pengawasan guru. Pembagian kerja kelompok di atur oleh ketua kelompok.</li> <li>Setiap siswa mencatat hasil pengamatan kelompok dalam bentuk tabel pengamatan dan mendiskusikan/membahasnya dalam kelompok masing-masing.</li> </ol> <p><b>3 Alat :</b> Setiap kelompok memerlukan peralatan yang terdiri dari :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tampah bambu kecil (( 60-75 cm), 2 buah</li> <li>- Loyang alumunium (40 x 30 x 5 cm), 2 buah</li> <li>- Baki plastik (40 x 30 x 5 cm), 2 buah</li> <li>- Termometer, 1 buah</li> </ul>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anemometer, 1 buah</li> <li>- Timbangan kue, 1 buah</li> <li>- Mistar, 1 buah</li> </ul> <p><b>4 Bahan :</b> Setiap kelompok memerlukan bahan berupa gabah hasil panen atau kacang-kacangan hasil panen yang masih basah sebanyak 6 kg dan telah dibersihkan dari kotoran atau bagian-bagian yang tidak diinginkan.</p> <p><b>5 Langkah Kerja :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Perhatikan penjelasan acara praktek dari guru pembimbing.</li> <li>b. Setiap kelompok menyiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan. Gabah/kacang-kacangan yang disediakan kemudian dibagi menjadi 6 bagian yang sama dan setiap bagian ditempatkan (dihamparkan) pada tampah, loyang alumunium dan baki plastik, sehingga setiap kelompok mempunyai 6 wadah yang masing-masing wadah berisi 1 kg gabah/kacang-kacangan.</li> <li>c. Mengukur ketebalan hamparan bahan dari setiap wadah dengan menggunakan mistar dan mencatatnya.</li> <li>d. Satu tampah, 1 loyang alumunium dan 1 baki plastik yang telah berisi hamparan bahan dijemur di tempat yang terkena sinar matahari penuh dan satu set lagi dijemur di tempat yang agak teduh, sehingga setiap kelompok melakukan penjemuran bahan di dua tempat yang mempunyai kondisi berbeda. Penjemuran dilakukan selama 5-7 jam.</li> <li>e. Lakukan pengukuran suhu dengan menggunakan termometer dan kecepatan angin dengan anemometer di kedua tempat penjemuran tersebut. Pengukuran dilakukan setiap 0,5 jam.</li> <li>f. Sambil melakukan pengukuran suhu dan kecepatan angin, bahan yang sedang dijemur dalam setiap wadah ditimbang beratnya.</li> <li>g. Hasil pengamatan kelompok dicatat pada tabel data pengamatan dan dibahas dalam kelompok masing-masing dan diserahkan pada guru pembimbing.</li> <li>h. Buat kurva penurunan berat bahan yang dikeringkan selama pengamatan berlangsung.</li> <li>i. Membereskan kembali peralatan dan ruang kerja yang telah digunakan.</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b>	<b>Kode Modul</b> SMKP1G08- 09-10DBK
<p><b>Lembar Latihan :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jelaskan mengapa keadaan suhu, dan kecepatan angin di lokasi penjemuran perlu diperhatikan ?</li> <li>2. Usaha apa yang bisa dilakukan supaya hasil pengeringan seragam kekeringannya ?</li> <li>3. Dari data yang Anda peroleh, apakah selama pengamatan terjadi fluktuasi suhu dan kecepatan angin di lokasi penjemuran ? Bagaimana kaitannya dengan hasil penjemuran yang diperoleh ?</li> <li>4. Dari data yang Anda peroleh, apakah ada pengaruh ketebalan hamparan bahan dan jenis lamoran yang digunakan terhadap hasil penjemuran ? Kalau ada pengaruhnya, mengapa ?</li> <li>5. Bagaimana bentuk kurva penurunan berat bahan yang dikeringkan tersebut ? Mengapa bentuknya demikian ? Apa kesimpulannya ?</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p style="text-align: center;"><b>PENDINGINAN KOMODITAS PERTANIAN</b></p> <p><b>Lembar Informasi :</b></p> <p><b>1. Pengertian dan Tujuan Pendinginan</b></p> <p>Menurut pengalaman diketahui bahwa penyimpanan bahan pangan pada suhu rendah dapat memperpanjang daya simpan bahan pangan tersebut, sehingga memungkinkan diadakannya saat pemasaran yang lebih menguntungkan. Penggunaan suhu rendah sering diartikan sebagai suatu usaha penyimpanan dan bukan suatu usaha pengawetan bahan pangan. Ada dua cara penyimpanan pada suhu rendah yaitu pendinginan dan pembekuan.</p> <p>Pendinginan atau refrigerasi adalah proses pengambilan panas dari suatu benda/bahan sehingga suhunya akan menjadi lebih rendah dari sekelilingnya. Bila suatu medium pendingin kontak dengan benda lain misalnya bahan pangan, maka akan terjadi pemindahan panas dari bahan pangan tersebut ke medium pendingin sampai suhu keduanya sama atau hampir sama. Penggunaan suhu rendah pada pendinginan berbeda dengan pembekuan. Suhu yang digunakan pada pendinginan masih berada di atas titik beku bahan (-2 sampai -10<sup>0</sup> C), sedangkan pada pembekuan ada di bawah titik beku bahan (-12 sampai -40<sup>0</sup> C). Pendinginan telah lama digunakan sebagai salah satu upaya pengawetan bahan pangan, karena dengan pendinginan tidak hanya citarasa yang dapat dipertahankan, tetapi juga kerusakan-kerusakan kimia dan mikrobiologis dapat dihambat.</p> <p><b>2. Prinsip Dasar Pendinginan</b></p> <p>Kerusakan bahan pangan pada umumnya disebabkan oleh adanya proses kimiawi dan biokimiawi, termasuk juga kerusakan yang dikerjakan oleh mikroorganisme. Kecepatan reaksi dalam proses kerusakan tadi dipengaruhi oleh suhu. Salah satu contoh terjadinya kerusakan lepas panen ialah masih berlangsungnya respirasi setelah hasil-hasil tanaman dipanen. Tabel 2.1. di bawah menunjukkan bahwa metabolisme jaringan hidup merupakan fungsi suhu. Proses metabolisme pasca panen yang umumnya berupa proses respirasi, kecepatannya ditunjukkan dengan jumlah karbondioksida yang dikeluarkan. Di dalam tabel tersebut terlihat bahwa kenaikan suhu menyebabkan kenaikan kecepatan respirasi.</p> <p>Pendinginan dapat memperlambat kecepatan reaksi-reaksi metabolisme. Ketentuan umum menyatakan bahwa setiap penurunan suhu sebesar 18<sup>0</sup> F</p>		

kecepatan respirasi akan berkurang setengahnya. Karena itu penyimpanan bahan pangan pada suhu rendah dapat memperpanjang masa hidup dari jaringan-jaringan di dalam bahan pangan tersebut. Hal ini disebabkan bukan hanya karena keaktifan respirasi menurun, tetapi juga karena pertumbuhan mikroorganisme penyebab kebusukan dan kerusakan lain dapat diperlambat. Pendinginan tidak dapat membunuh mikroorganisme tetapi hanya menghambat pertumbuhannya, oleh karena itu setiap bahan pangan yang akan didinginkan terlebih dahulu harus dibersihkan. Untuk mencegah kehilangan air dan memberikan kilap pada bahan yang didinginkan terutama buah-buahan, kulit buah dapat dilapisi oleh malam (*wax*) atau parafin atau campuran malam dengan parafin.

Tabel 2.1. Pengaruh Suhu Pada Kecepatan Respirasi Buah Apel

Jenis Apel	Suhu ( <sup>0</sup> F)	mg CO <sub>2</sub> yang dikeluarkan per kg apel/jam
Grimes Golden	32	4,76
	40	8,34
	60	29,25
	85	67,28
Winesap	32	2,75
	40	5,30
	60	20,45
	85	33,95

Sumber : Mochamad Adnan (1988).

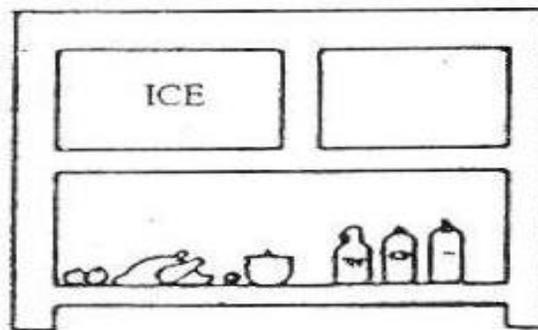
### 3. Cara Pendinginan

Terjadinya proses pendinginan adalah atas dasar hukum termodinamika ke-2 yaitu enersi dapat ditransfer dari benda yang berenergi tinggi ke benda yang berenergi rendah. Pada dasarnya teknik pendinginan bahan pangan dapat dikerjakan dalam 2 cara yaitu : secara alami (*natural refrigeration*) dan secara mekanis (*mechanical* atau *artificial refrigeration*). Pendinginan secara alami dapat dilakukan dengan menggunakan air dingin, es, campuran air dan es, larutan garam dan lain-lain, sedangkan pendinginan secara mekanis dilakukan dengan menggunakan mesin-mesin yang mengatur terjadinya siklus pergantian fase uap dan fase cair dari suatu zat pendingin (*refrigerant*). Zat pendingin adalah suatu persenyawaan kimia yang mampu menjadi penerima dan pembawa panas. Zat pendingin yang umum digunakan adalah freon dan ammonia.

**A. Pendinginan Secara Alami**

Pendinginan secara alami telah lama dikenal dan cara ini dinilai efektif karena untuk pencairan 1 lb es dibutuhkan panas sebanyak 144 Btu. Hal ini berarti, bahwa bila 1 ton es mencair dibutuhkan panas sebesar  $2000 \text{ (lb)} \times 144 \text{ Btu/lb} = 288.000 \text{ Btu}$ . Besaran ini kemudian dipakai untuk menyatakan kapasitas pendinginan, yaitu pendinginan dikatakan mempunyai kapasitas 1 ton bila dalam 24 jam dapat menyerap panas sebesar 288.000 Btu atau sebesar 12.000 Btu/jam.

Pendinginan dengan es dapat dilakukan dengan mudah, tidak memerlukan peralatan khusus dan biayanya cukup murah. Kontak antara bahan yang akan didinginkan baik yang berupa padat atau cair dengan es dapat dilakukan secara langsung atau tidak langsung. Untuk ikan misalnya dapat dilakukan secara langsung dengan cara menempatkan ikan bersama es dalam satu wadah. Yang tidak langsung dilakukan dengan cara menempatkan bahan di dalam wadah yang berbeda dengan wadah es, kemudian disimpan dalam suatu ruangan tertutup seperti pada Gambar 2.1. Lama kelamaan es akan mencair dan untuk pencairan tersebut dibutuhkan panas yang diambil dari bahan yang didinginkan. Pendinginan dengan es tidak dapat mencapai suhu kurang dari  $0^{\circ} \text{C}$  atau  $32^{\circ} \text{F}$ . Agar supaya suhu yang dicapai dapat lebih rendah dapat digunakan larutan garam.



Gambar 2.1. Pendinginan Dengan Es Secara Tidak Langsung

Larutan garam yang digunakan untuk kepentingan pendinginan disebut *brine* dan dapat terdiri dari garam dapur atau kalsium klorida. Garam NaCl sering digunakan bila suhu yang dibutuhkan tidak lebih rendah dari 4 atau  $5^{\circ} \text{F}$ . Di samping itu harganya murah dan tidak korosif asalkan larutannya bebas dari udara dan konsentrasi yang digunakan tinggi. Sifat-sifat yang dibutuhkan dari larutan garam sebagai media pendingin ialah : tidak korosif, mempunyai titik beku yang rendah, mempunyai panas spesifik yang tinggi, mudah

<b>SMK Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
--------------------------	---------------------------	-------------------------------------

didapat dan harganya murah. Sebenarnya tidak ada garam yang mempunyai sifat-sifat yang sempurna untuk kepentingan ini, namun NaCl dan CaCl<sub>2</sub> cukup memuaskan. Pada umumnya semakin tinggi konsentrasi larutan garam akan semakin rendah titik bekunya. Sebagai gambaran pada tabel berikut disajikan beberapa sifat larutan NaCl dan CaCl<sub>2</sub> pada berbagai konsentrasi.

Tabel 2.2. Beberapa Sifat Larutan NaCl dan CaCl<sub>2</sub> Pada Berbagai Konsentrasi

Konsentrasi (%)	Berat Jenis	Titik Beku (° F)	Panas Spesifik (Btu/lb ° F)
NaCl : 2	1,015	29,3	0,984
6	1,045	23,9	0,946
10	1,076	18,7	0,892
15	1,115	12,2	0,855
20	1,155	6,1	0,829
25	1,196	0,5	0,783
CaCl <sub>2</sub> : 2	1,015	30,4	0,970
6	1,049	26,6	0,910
10	1,085	21,3	0,860
15	1,131	12,2	0,795
20	1,179	-1,4	0,730
25	1,229	-21,0	0,685

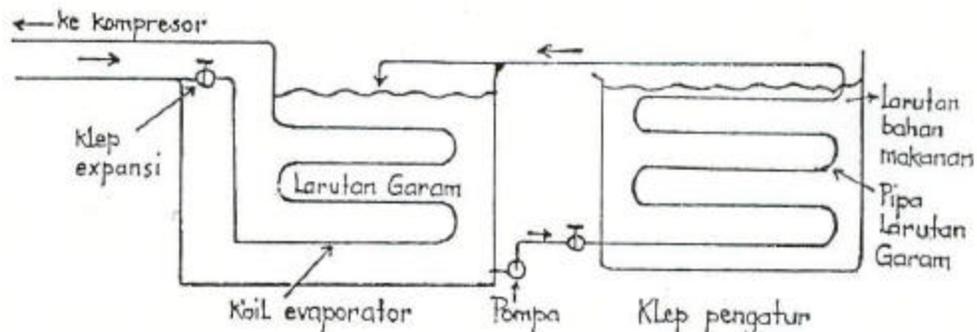
Sumber : Mochamad Adnan (1988).

Seperti telah dikemukakan di atas, larutan garam yang digunakan untuk kepentingan pendinginan harus tidak korosif. Sifat korosif biasanya berkaitan dengan keasaman yang diakibatkan masuknya udara ke dalam larutan garam, misal karena adanya kebocoran dalam saluran. Untuk supaya hal ini tidak terjadi, maka :

- a). Alat-alat yang digunakan jangan dibuat dari kombinasi dua logam yang berbeda. Dua logam yang berbeda seperti Cu dan Fe bila kontak dengan larutan garam akan menghasilkan aliran listrik. Dengan demikian logam yang satu akan mengalami korosi lebih cepat dari yang lain.
- b). Harus dihindari penggunaan logam-logam yang mempunyai kemurnian yang berbeda. Hal ini juga dapat menghasilkan peristiwa elektronik bila kontak dengan larutan garam.
- c). Harus dihindari penggunaan logam dalam larutan yang mengandung bagian-bagian dari logam tersebut.

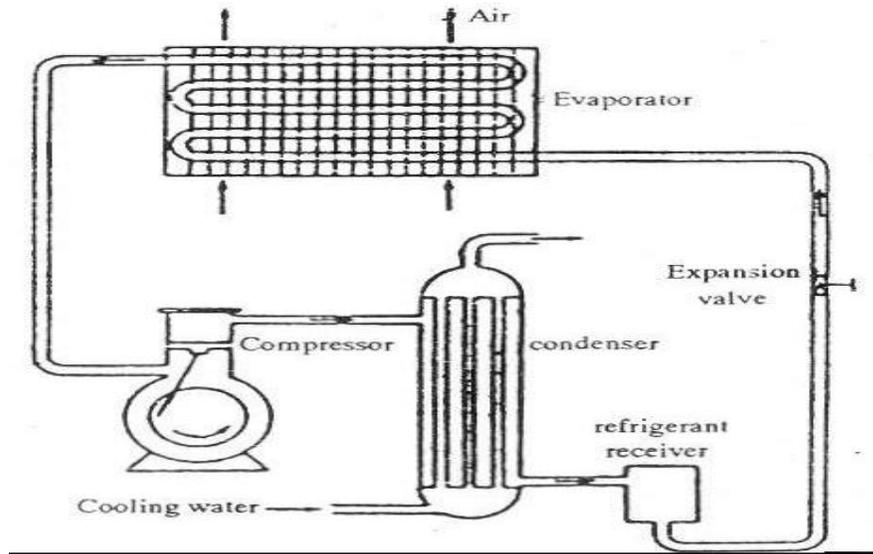
d). Harus dihindari terjadinya kebocoran aliran listerik dalam sistem. Sistem pendinginan dengan larutan garam mempunyai kebaikan dan kelemahan. Karena diperlukannya alat-alat tambahan dari alat-alat yang dipakai dalam sistem kompresi langsung seperti : tangki untuk wadah larutan garam, pompa, koil dan penghantar panas yang lain, maka investasi mula-mula cukup besar. Meskipun demikian, sistem ini mempunyai keuntungan antara lain : suhu yang dikehendaki dapat dikontrol secara teliti, zat pendinginnya mudah di dapat dan murah serta tidak membahayakan makanan bila terjadi kebocoran.

Salah satu sistem pendinginan dengan menggunakan larutan garam yang sering digunakan adalah sistem sirkulasi. Pada sistem ini, larutan garam yang ada di dalam tangki didinginkan dengan koil ekspansi dari sistem mekanis. Setelah larutan garam mencapai suhu yang dikehendaki dialirkan melalui pipa ke bahan yang didinginkan yang umumnya berupa cairan (misal air susu). Setelah digunakan untuk mendinginkan, larutan garam kemudian dialirkan kembali ke tangki semula untuk didinginkan kembali. Siklus tersebut dapat dilakukan berulang seperti terlihat pada Gambar 2.2. Dalam sistem ini tidak terjadi akumulasi larutan garam dalam tangki, sehingga merupakan sistem kontinyu. Bila pompa untuk mensirkulasikan larutan garam berhenti, maka pendinginan juga akan berhenti. Perubahan suhu larutan setelah dipergunakan untuk pendinginan berkisar antara 5 sampai 8<sup>o</sup>F.



Gambar 2.2. Pendinginan Dengan Larutan Garam Secara Sirkulasi

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1G08-</b> <b>09-10DBK</b>
<p>Cara lain untuk melaksanakan pendinginan alami ialah dengan menggunakan es kering (CO<sub>2</sub> padat atau <i>dry ice</i>). Es kering adalah hasil samping dari berbagai industri seperti industri alkohol secara fermentasi. Setelah gas CO<sub>2</sub> dimurnikan, kemudian dikompresikan sehingga dapat dicairkan. Dengan mengekspansikan CO<sub>2</sub> cair tadi akan terbentuk bunga es (<i>snow</i>) yang dapat dipres berbentuk balok atau kubus. Dalam perdagangan, es kering yang berbentuk kubus mempunyai berat 50 lb dan ditempatkan dalam wadah yang diisolasi dengan baik.</p> <p>Penggunaan es kering sebagai bahan pendingin sudah dilakukan sejak tahun tigapuluhan dan sekarang banyak digunakan dalam pengangkutan es krim bahkan di negar-negara maju sering dipakai untuk perlengkapan truk pendingin yang mengangkut berbagai bahan makanan. Penggunaan es kering ini sangat fleksibel dan dapat digunakan untuk keperluan dengan kapasitas kecil. Karena suhu yang dicapai dapat sangat rendah, maka penggunaan es kering harus hati-hati. Bila kontak dengan anggota tubuh dapat membekukan darah, oleh karena itu dalam bekerja dengan es kering harus selalu memakai sarung tangan.</p> <p><b>B. Pendinginan Secara Mekanis</b></p> <p>Pendinginan mekanis dapat dikerjakan dengan sistem kompresi mekanis atau sistem absorpsi. Sistem kompresi mekanis merupakan sistem yang banyak dipakai. Dasar pendinginan dengan cara ini adalah terjadinya penyerapan panas oleh zat pendingin pada saat terjadi perubahan fase dari fase cair ke fase uap. Komponen suatu sistem pendinginan mekanis terdiri dari evaporator, kompresor, kondensor dan katup pengembangan seperti disajikan pada Gambar 2.3.</p> <p>Zat pendingin akan melalui jalur sistem di atas dan mengalami perubahan fase dari cair menjadi uap dan sebaliknya. Mula-mula zat pendingin yang berupa cair akan mengalir ke bagian evaporator dan zat pendingin ini akan menyerap panas dari bahan yang disimpan pada bagian evaporator sehingga zat pendingin berubah menjadi bentuk uap. Keluar dari evaporator, uap zat pendingin akan masuk ke kompresor dan ditekan sehingga uap zat pendingin mengalami peningkatan tekanan dan suhu. Selanjutnya uap zat pendingin tersebut masuk ke kondensor dan terkondensasi. Sebagai media pendingin di bagian kondensor dapat digunakan air atau udara disekitarnya. Di bagian kondensor ini, uap zat pendingin akan memindahkan panasnya ke media penukar panas (air atau udara) sehingga zat pendingin akan berubah wujud dari uap ke cair dan langsung ditampung pada suatu tangki penampung zat pendingin. Siklus zat pendingin akan berlangsung secara terus menerus.</p>		



Gambar 2.3. Sistem Pendinginan Mekanis

#### 4. Faktor-faktor Yang Berpengaruh Pada Pendinginan

Untuk pendinginan suatu komoditas, pengaturan suhu ruang pendingin yang sesuai sangat penting karena penyimpangan suhu dari suhu yang dikehendaki dapat merusakkan komoditas yang disimpan. Terjadinya fluktuasi suhu dalam ruang pendingin dapat menyebabkan terjadinya pengembunan air pada permukaan komoditas yang didinginkan sehingga dapat mengakibatkan pertumbuhan jamur dan proses pembusukan. Keadaan tersebut dapat dihindari bila isolasi ruang pendingin tersebut benar-benar baik, alat-alat refrigerasi mencukupi dan perbedaan antara suhu koil evaporator dan suhu ruangan tetap kecil. Agar supaya bahan yang akan didinginkan segera mencapai suhu pendinginan optimum yang diinginkan, maka sebaiknya dilakukan suatu proses pendinginan pendahuluan (*pre cooling*) baik dengan menggunakan udara dingin, air yang diberi es, es batu dan pendinginan vakum.

Di samping pengaturan suhu, kelembaban udara dalam ruang pendingin perlu diatur karena dapat mempengaruhi daya awet dan kualitas bahan yang didinginkan. Bila udara di dalam ruang pendingin terlalu kering (RH-nya rendah) maka air dari bahan yang ada di dalam ruang pendingin akan menguap untuk mencapai keseimbangan. Hal ini akan mengakibatkan bahan yang disimpan menjadi layu (misal sayuran dan buah-buahan) dan kulit buah akan keriput. Sebaliknya bila udara di dalam ruang pendingin

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1G08-</b> <b>09-10DBK</b>
<p>terlalu lembab (RH-nya tinggi), akan terjadi pengembunan uap air pada permukaan bahan dan hal ini akan merangsang pertumbuhan jamur. Untuk membantu stabilitas kelembaban ruang pendingin harus diusahakan perbedaan suhu koil evaporator dan komoditas yang didinginkan tetap kecil.</p> <p>Sayuran, buah-buahan dan komoditas pertanian lain yang akan didinginkan hendaknya cukup matang, bermutu baik, bebas dari lecet kulit, memar, busuk dan kerusakan-kerusakan lain. Memar dan kerusakan-kerusakan mekanis bukan hanya menyebabkan bentuk dan rupa komoditas menjadi kurang menarik, tetapi juga memberikan kesempatan bagi mikroorganisme pembusuk untuk masuk ke dalam dan merusak bahan, sehingga bahan menjadi lebih cepat busuk. Kerusakan mekanis dapat juga menyebabkan kehilangan air. Buah yang memar bila disimpan di ruang dingin akan mengalami penyusutan empat kali lebih besar daripada buah yang utuh.</p> <p><b>5. Kerusakan-kerusakan yang Terjadi Dalam Proses Pendinginan</b></p> <p>Penggunaan suhu rendah untuk mengawetkan bahan pangan tanpa mengindahkan syarat-syarat yang diperlukan oleh masing-masing bahan pangan dapat mengakibatkan kerusakan-kerusakan seperti :</p> <p>a). Kerusakan suhu rendah (<i>chilling injury</i>)</p> <p>Dilihat dari faktor penyebabnya <i>Chilling injury</i> ada beberapa macam yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Daya tahan dinding sel. Pendinginan dapat menurunkan daya tahan dinding sel terhadap serangan mikroorganisme, sehingga bila terdapat luka atau cacat atau lecet sedikitpun pada bahan pangan yang akan didinginkan, maka luka akan cepat sekali menjalar ke bagian-bagian lain.</li> <li>- Perubahan warna (<i>discoloration</i>). Perubahan warna dapat terjadi, di bagian luar ataupun di bagian dalam bahan pangan berkisar antara coklat sampai hitam. Perubahan warna ini akan cepat terlihat setelah bahan tersebut dikeluarkan dari alat pendingin, sedangkan pewarnaan di dalam jaringan (buah) dapat dilihat jika buah tersebut dipotong.</li> <li>- Burik-burik bopeng (<i>pitting</i>). Kerusakan jenis ini disebabkan oleh kelembaban udara yang rendah disekitar bahan yang didinginkan. Sebagai akibatnya terjadi pengeringan bahan, sel-sel bahan rusak dan jaringan bahan akan kelihatan cekung dan transparan.</li> <li>- Pertukaran bau dan aroma. Di dalam ruang pendingin yang diisi lebih dari satu macam komoditas, maka kemungkinan terjadinya pertukaran bau dan aroma sangat besar. Sebagai contoh dapat dikemukakan bahwa apel tidak dapat didinginkan bersama-sama dengan seledri, bawang merah ataupun kubis.</li> </ul>		

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1G08-</b> <b>09-10DBK</b>
<p>b). Kerusakan oleh bahan pendingin.</p> <p>Amonia adalah salah satu jenis zat pendingin yang umum digunakan dalam pendinginan sayuran dan buah-buahan. Jika amonia ini sampai masuk ke dalam ruang pendingin misalnya karena ada kebocoran pada pipa zat pendingin, maka akan terjadi perubahan warna pada bagian luar bahan pangan yang didinginkan berupa warna coklat atau hitam kehijau-hijauan. Kalau proses ini berjalan lebih lanjut, maka akan diikuti oleh proses pelunakan jaringan-jaringan bahan (misal buah).</p> <p>c). Kehilangan air (pengeringan).</p> <p>Gejala ini terutama terjadi pada bahan yang didinginkan (misal daging) tanpa dibungkus terlebih dahulu, atau dibungkus dengan bahan pembungkus yang kedap uap air serta pada saat membungkusnya masih banyak ruang-ruang yang tidak terisi. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya proses pengeringan ini adalah :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suhu; makin tinggi suhu, makin besar terjadi proses pengeringan bahan.</li> <li>- Kelembaban; makin rendah kelembaban, makin besar terjadi proses pengeringan bahan.</li> <li>- Kontak dengan atmosfer; dengan dibungkus terlebih dahulu, maka akan mengurangi terjadinya proses pengeringan bahan.</li> <li>- Perbedaan suhu antara bahan yang didinginkan dengan udara pendingin.</li> <li>- Kecepatan sirkulasi aliran udara; semakin cepat semakin besar terjadinya proses pengeringan bahan. Pengeringan setempat dapat menimbulkan kerusakan yang disebut Freeze burn yang terutama terjadi pada daging yang didinginkan.</li> </ul> <p>d). Denaturasi protein.</p> <p>Hal ini terutama terjadi pada bahan yang dibekukan. Pada proses pembekuan; mula-mula air bebas yang membeku, kemudian diikuti oleh air jenis lain. Dengan demikian rantai-rantai polipeptida protein akan saling mendekat sehingga terbentuk jembatan-jembatan anatar protein sehingga menggumpal (dalam pendinginan proses ini berjalan lambat). Karena semua bahan makanan kecuali es krim, sebelum dikonsumsi dicairkan dahulu (<i>thawing</i>), maka untuk bahan yang telah mengalami denaturasi protein; pada waktu pencairan dilakukan, air tidak dapat diabsorpsi kembali. Akibatnya tekstur bahan menjadi liat. Terjadinya denaturasi protein tidak hanya pada daging saja, tetapi juga pada produk dari air susu.</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	<b>Kode Modul</b> SMKP1G08- 09-10DBK
<p><b>Lembar Kerja :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Judul : Pengaruh Mutu Bahan dan Suhu Pendinginan Terhadap Daya Simpan Bahan</li> <li>2. Organisasi : <ol style="list-style-type: none"> <li>d. Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok (3-5 orang/kelompok). Dari setiap kelompok ditunjuk seorang ketua.</li> <li>e. Setiap siswa melaksanakan pekerjaan pada kelompoknya masing-masing, di bawah pengawasan guru. Pembagian kerja kelompok di atur oleh ketua kelompok.</li> <li>f. Setiap siswa mencatat hasil pengamatan kelompok dalam bentuk tabel pengamatan dan mendiskusikan/membahasnya dalam kelompok masing-masing.</li> </ol> </li> <li>3. Alat <ul style="list-style-type: none"> <li>- Setiap kelompok memerlukan baki plastik yang dasarnya berlubang-lubang berukuran (40 x 30 x 5 cm) sebanyak 4 buah.</li> <li>- Setiap 4 kelompok memerlukan kulkas 2 buah dan termometer 2 buah.</li> </ul> </li> <li>4. Bahan : <p>Setiap kelompok memerlukan salah satu bahan berupa apel atau jeruk atau tomat atau cabe merah sebanyak 2 kg. Bahan yang 2 kg tersebut terdiri dari 1 kg bahan yang bermutu baik (mulus dan tidak cacat) dan 1 kg lagi bermutu kurang baik (ada luka atau memar atau lecet tapi belum busuk). Bahan telah dibersihkan dari kotoran yang melekat atau bagian-bagian yang tidak diinginkan.</p> </li> <li>5. Langkah Kerja : <ol style="list-style-type: none"> <li>j. Perhatikan penjelasan acara praktek dari guru pembimbing.</li> <li>k. Setiap kelompok menyiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan. Bahan yang bermutu baik dan yang bermutu kurang baik masing-masing dibagi menjadi 2 bagian a. 0,5 kg dan setiap bagian ditempatkan secara teratur pada baki plastik yang telah dipersiapkan, sehingga setiap kelompok mempunyai 2 baki plastik yang masing-masing berisi bahan yang bermutu baik dan 2 baki yang masing-masing berisi bahan yang bermutu kurang baik. Jadi setiap kelompok mempunyai 2 set bahan.</li> <li>l. Suhu ke dua kulkas diatur sedemikian rupa sehingga mempunyai suhu yang berbeda (misal suhu 5 dan suhu 10<sup>0</sup> C).</li> <li>m. Tempatkan setiap set bahan (1 baki yang berisi bahan bermutu baik dan 1 baki yang berisi bahan yang bermutu kurang baik) pada setiap kulkas.</li> </ol> </li> </ol>		

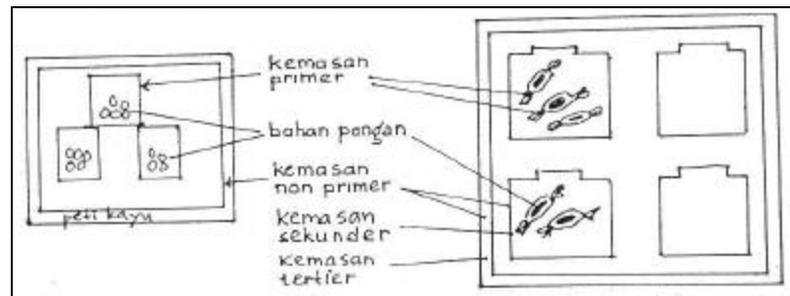
<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>n. Tempatkan termometer pada setiap kulkas sehingga suhu kulkas dapat tetap terkontrol dan tidak berfluktuasi.</p> <p>o. Amati perubahan fisik bahan selama penyimpanan dingin meliputi warna, kekerasan dan perubahan berat. Pengamatan dilakukan sampai bahan rusak. Catat pada hari keberapa bahan menjadi rusak.</p> <p>p. Hasil pengamatan kelompok dicatat pada tabel data pengamatan dan dibahas dalam kelompok masing-masing dan diserahkan pada guru pembimbing.</p> <p>q. Membereskan kembali peralatan dan ruang kerja yang telah digunakan.</p> <p><b>Lembar Latihan :</b></p> <p>6. Jelaskan mengapa dalam proses pendinginan komoditas pertanian; keadaan (mutu) bahan perlu diperhatikan ?</p> <p>7. Mengapa suhu pendinginan tidak boleh berfluktuasi ?</p> <p>8. Usaha apa yang bisa dilakukan supaya hasil proses pendinginan baik ?</p> <p>9. Dari hasil kerja Saudara, bahan yang mana yang cepat rusak ? Jelaskan alasannya !</p> <p>10. Kesimpulan apa yang bisa Saudara peroleh ?</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p style="text-align: center;"><b>PENGEMASAN KOMODITAS PERTANIAN</b></p> <p><b>Lembar Informasi :</b></p> <p><b>1. Pengertian dan Tujuan Pengemasan</b></p> <p>Secara umum; pengemasan adalah suatu cara atau suatu perlakuan pengamanan terhadap bahan/produk agar supaya bahan/produk tersebut baik yang belum maupun yang sudah mengalami pengolahan sampai ke tangan konsumen dengan selamat. Di dalam pelaksanaan pengemasan terjadi gabungan antara seni, ilmu dan teknologi penyiapan bahan untuk pengangkutan dan penjualan, karena pengemasan harus mampu melindungi bahan yang akan dijual dan menjual bahan yang dilindungi.</p> <p>Pengemasan disebut juga pembungkusan, pewadahan atau pengepakan memegang peranan penting dalam pengawetan bahan hasil pertanian. Pada umumnya pengemasan berfungsi untuk menempatkan bahan atau hasil pengolahan atau hasil industri ada dalam bentuk-bentuk yang memudahkan penyimpanan, pengangkutan dan distribusi ke masyarakat pembeli. Fungsi pengemasan yang lainnya adalah :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a). Melindungi bahan terhadap kontaminasi dari luar, baik dari mikroorganisme maupun kotoran-kotoran serta gigitan serangga dan binatang pengerat.</li> <li>b). Menghindarkan terjadinya penurunan atau peningkatan kadar air bahan yang dikemas. Jadi bahan yang dikemas tersebut tidak boleh berkurang kadar airnya karena merembes ke luar atau bertambah kadar airnya karena menyerap uap air dari atmosfer.</li> <li>c). Menghindarkan terjadinya penurunan kadar lemak bahan yang dikemasnya seperti pada pengemasan mentega digunakan pengemas yang tidak bisa ditembus lemak.</li> <li>d). Mencegah masuknya bau dan gas-gas yang tidak diinginkan dan mencegah keluarnya bau dan gas-gas yang diinginkan.</li> <li>e). Melindungi bahan yang dikemas terhadap pengaruh sinar. Hal ini terutama ditujukan untuk bahan pangan yang tidak tahan terhadap sinar seperti minyak dikemas dalam pengemas yang tidak tembus sinar.</li> <li>f). Melindungi bahan dari bahaya pencemaran dan gangguan fisik seperti : gesekan, benturan dan getaran.</li> <li>g). Membantu konsumen untuk dapat melihat produk yang diinginkan. Misalnya dengan digunakan pengemas yang transparan (tembus pandang).</li> </ol>		

<b>SMK</b> <b>Pertanian</b>	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	<b>Kode Modul</b> <b>SMKP1G08-</b> <b>09-10DBK</b>
<p>h). Merangsang atau meningkatkan daya tarik pembeli, sehingga bentuk, warna dan dekorasi pengemas perlu direncanakan dengan baik.</p> <p>Sebenarnya sebelum manusia membuat kemasan, alam sendiri telah menyajikan kemasan seperti jagung yang dibungkus seludang, buah-buahan terbungkus kulit, buah kelapa terlindung baik oleh sabut dan tempurung, polong-polongan terbungkus kulit polong. Tidak hanya bahan pangan, kosmetika dan barang industri lainnya, bahkan manusiapun menggunakan kemasan (dalam hal ini pakaian) sebagai pelindung tubuhnya dari gangguan cuaca serta supaya tampak lebih anggun dan menarik.</p> <p>Persyaratan dan spesifikasi bahan pengemas untuk keperluan yang satu berbeda dengan yang lain. Beberapa persyaratan bahan pengemas yang perlu mendapat perhatian adalah :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Permeabilitasnya terhadap udara (oksigen dan gas lain).</li> <li>Harus bersifat tidak toksik dan tidak bereaksi (<i>inert</i>), sehingga tidak terjadi reaksi kimia yang dapat menyebabkan atau menimbulkan perubahan warna, flavor dan citarasa produk yang dikemas.</li> <li>Harus mampu menjaga produk yang dikemas agar tetap bersih dan merupakan pelindung terhadap pengaruh panas, kotoran dan kontaminan lain.</li> <li>Harus mampu melindungi produk yang dikemasnya dari kerusakan fisik, perubahan kadar air dan gangguan dari cahaya (penyinaran).</li> <li>Harus mempunyai fungsi yang baik, efisien dan ekonomis khususnya selama proses penempatan bahan ke dalam kemasan.</li> <li>Harus mudah dibuka dan ditutup dan dapat meningkatkan kemudahan penanganan, pengangkutan dan distribusi.</li> <li>Harus mempunyai ukuran, bentuk dan bobot yang sesuai dengan norma atau standar yang ada, mudah dibuang dan mudah dicetak atau dibentuk kembali.</li> <li>Harus mampu menjelaskan identifikasi dan informasi dari bahan yang dikemasnya, sehingga dapat membantu promosi atau memperlancar proses penjualan.</li> </ol> <p>Dengan banyaknya persyaratan yang diperlukan untuk bahan kemas, maka tentu saja bahan kemas alami tidak dapat memenuhi semua persyaratan tersebut. Karena itu manusia dengan bantuan teknologi berhasil membuat bahan kemas sintetik yang dapat memenuhi sebagian besar dari persyaratan minimal yang diperlukan.</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p><b>2. Prinsip Dasar Pengemasan</b></p> <p>Efek perlindungan pengemas terhadap bahan yang dikemas terutama disebabkan oleh kemampuan pengemas tersebut untuk mengisolasi dan melindungi bahan dari pengaruh luar atau pengaruh lingkungan. Efektifitas pengemas dalam melindungi bahan yang dikemas tidak hanya tergantung dari kondisinya, tetapi juga kondisi bahan dan perlakuan yang diberikan pada bahan. Secara ideal pengemas dapat melindungi bahan yang dikemas dengan cara mencegah terjadinya kerusakan mekanis, kerusakan kimiawi dan kerusakan mikrobiologis. Namun demikian tidak semua jenis pengemas dapat mencegah ketiga tipe kerusakan tersebut dengan baik, karena masing-masing pengemas mempunyai ambang batas kemampuan dan spesifikasi kegunaan yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan penilaian dan pemilihan pengemas yang tepat jika ingin mendapatkan efek perlindungan yang optimal.</p> <p>Pengemas dapat menahan dan menghindarkan kerusakan mekanis terutama terjadi jika pengemas yang digunakan kuat dan tegar (<i>rigid</i>) sehingga mampu menahan benturan dan guncangan selama pengangkutan dan distribusi. Buah-buahan, sayuran dan berbagai hasil olahan dapat dikemas dengan pengemas dari logam, kayu atau plastik keras yang tahan benturan. Untuk produk yang bersifat lengket (mudah lekat) arti pengemas juga sangat penting karena dapat menahan dan membatasi perubahan bentuk dan kerusakan bahan. Pengemas yang kuat dan licin dapat mencegah penetrasi hama/serangga dan mengisolasi keluarnya bau bahan yang dikemas sehingga tidak mengundang serangga pemangsa atau perusak.</p> <p>Kerusakan kimiawi dapat terjadi karena stimulasi udara, panas, air dan cahaya. Faktor-faktor yang menstimulasi kerusakan tersebut dapat dikendalikan dengan tehnik pengemasan yang tepat dan baik. Air dan udara dapat dicegah pengaruhnya secara langsung dengan pengemas yang kedap udara, sehingga terjadi isolasi terhadap bahan yang dikemas. Dengan demikian air dan udara tidak dapat keluar masuk pengemas, sehingga sebagian besar kegiatan enzimatik terhenti dan kerusakan bahan dapat dihambat. Panas dapat dihambat penetrasinya, karena pengemas dapat berfungsi sebagai isolator yang jelek. Akibatnya efek panas dalam meningkatkan aktivitas reaksi dapat dikurangi, sehingga proses oksidasi, autolisis dan degradasi senyawa di dalam bahan tidak banyak terjadi. Cahaya dapat menyebabkan kerusakan sebagian bahan pangan yang sensitif terhadap panjang gelombang sinar tampak. Oleh karena itu bahan tersebut perlu dilindungi dengan pengemas yang tidak tembus cahaya.</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>Efek perlindungan dari pengemas terhadap kerusakan mikrobiologis sangat berarti. Kontaminasi bahan pangan oleh lingkungan mudah terjadi jika tidak terhalangi oleh pengemas. Dengan adanya pengemas maka dapat dijamin bahwa para pekerja, pedagang dan peralatan lain tidak menyentuh langsung bahan yang dikemas. Kontrol udara dan air juga dapat dilakukan oleh pengemas yang baik. Jika pengemas tersebut tertutup rapat, maka sedikitnya pengemas tersebut telah menghambat pertumbuhan dan penyebaran mikroorganisme aerob non fermentatif, sehingga kerusakan mikrobiologis dapat dihindarkan.</p> <p><b>3. Klasifikasi Pengemas</b></p> <p>Klasifikasi pengemas sangat perlu diketahui karena pemilihan pengemas yang baik dan tepat dapat memenuhi tujuan penggunaannya. Dengan mengetahui klasifikasi pengemas beserta sifatnya, maka dapat diketahui jenis dan kreasi pengemas yang tepat untuk suatu jenis bahan pangan tertentu. Pengemas bahan pangan dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi atau kedudukannya dan berdasarkan sifat dan jenis bahan.</p> <p><b>A. Klasifikasi Pengemas Menurut Fungsi/Kedudukan</b></p> <p>Berdasarkan atas fungsinya dalam penanganan bahan pangan, pengemas dibedakan menjadi 2 tipe yaitu pengemas primer (pengemas utama) dan pengemas non primer atau pengemas sekunder. Pengemas primer adalah pengemas yang langsung berhubungan atau bersentuhan dengan bahan yang dikemas, sedangkan pengemas non primer adalah pengemas yang tidak langsung berhubungan atau bersentuhan dengan bahan yang dikemas. Yang menjadi isi dari pengemas non primer adalah bahan yang sudah dikemas oleh pengemas primer.</p> <p>Pengemas non primer mempunyai ukuran relatif lebih besar dibanding pengemas primer. Ketahanan tekan dan kekuatan pengemas non primer juga harus diperhatikan, karena pengemas ini digunakan untuk menjamin keamanan produk selama transportasi dan distribusi. Oleh karena itu harus diupayakan yang tahan benturan/tekanan, ringan, kuat dan mudah diatur. Meskipun demikian keberadaan pengemas non primer kadang kala tidak diperlukan, terutama jika kondisi pengemas primer telah dipandang memadai untuk kepentingan distribusi dan transportasi. Ilustrasi kedudukan pengemas primer dan non primer disajikan pada gambar berikut.</p>		



Gambar 3.1. Ilustrasi Kedudukan Pengemas Primer dan Non Primer

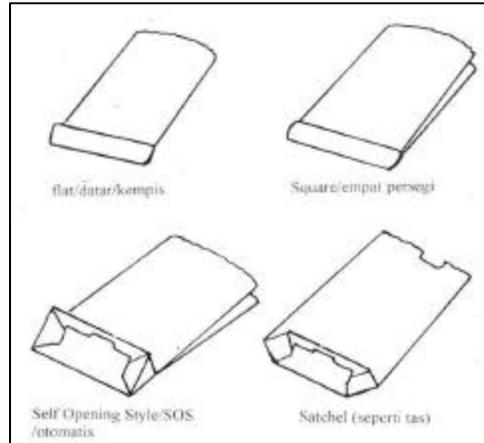
Yang biasa digunakan sebagai pengemas primer adalah kaleng, gelas, plastik, kertas, kain blacu, karung goni dan lapisan tipis yang dapat dimakan (*edible film*; misal pada sosis, permen). Sebagai pengemas non primer dapat digunakan kotak dari besi, kayu, karton dan bambu. Pada umumnya bentuk dari pengemas non primer berupa peti-peti empat persegi dari berbagai ukuran dan kapasitas sesuai dengan bahan yang dikemasnya. Pengemas non primer dari besi, meskipun kuat dan tahan kerusakan mekanis jarang digunakan karena terlalu berat sehingga menyusahakan proses transportasi dan distribusi. Di samping itu proses pembuatannya membutuhkan waktu yang lama.

Untuk bahan pangan seperti telur, apel, jeruk, dan buah-buahan segar cukup dikemas pada pengemas non primer saja misalnya dalam kotak kayu atau kotak karton. Untuk bahan berupa biji-bijian seperti jagung dan kacang-kacangan serta ubi-ubian cukup dikemas dalam pengemas primer berupa karung kain blacu atau karung goni. Bahan pangan yang berbentuk tepung (misalnya tepung terigu) sering dikemas dalam karung kain blacu. Bahan pangan lainnya terutama hasil olahan seperti kue kering, susu bubuk, jam, sari buah-buahan dan lain-lain setelah dikemas dalam pengemas primer seperti kaleng, botol gelas dan kantung plastik; sebelum dipasarkan perlu dikemas lagi oleh pengemas non primer. Pemakaian pengemas non primer terutama ditujukan untuk mempermudah transportasi.

### **B. Klasifikasi Pengemas Menurut Bahan**

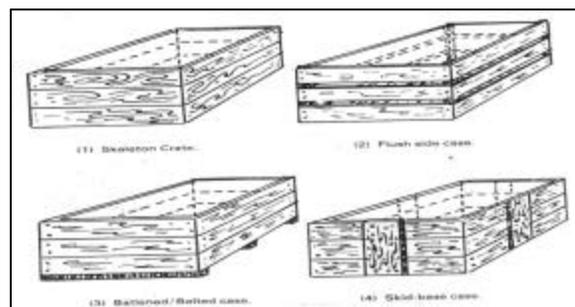
Penggunaan bahan untuk pengemas bahan pangan berkembang dari sederhana hingga mencapai keragaman yang dikenal sekarang. Dalam skala kecil masih sering digunakan bahan pengemas konvensional seperti daun pisang, daun waru, pelepah pisang, bambu dan sejenisnya, yang mana dalam perdagangan tradisional sangat bermanfaat. Perkembangan lebih

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>lanjut bahan pengemas konvensional tergeser peranannya oleh bahan-bahan lain seperti logam, gelas, plastik, kertas, kayu dan serat.</p> <p>Pengemas dari logam banyak digunakan sebagai pengemas primer dalam bentuk kaleng. Sebenarnya bahan pembuat kaleng adalah plat tipis (<i>tinplate</i>) yang terdiri dari lapisan baja, timah putih, campuran timah dan besi serta lapisan enamel. Selain plat tipis, alumunium juga dapat dibuat pengemas. Keunggulan alumunium dibanding plat tipis adalah bobotnya lebih ringan, mudah dibentuk dan lebih tidak korosif. Kekurangannya adalah kurang tahan tekanan dan jika terlipat membentuk patahan-patahan yang dapat menyebabkan bocor. Modifikasi bentuk pengemas primer logam dari plat tipis dan alumunium adalah munculnya alumunium foil yang berupa lembaran tipis dengan ketebalan sekitar 0,00025 inchi sampai 0,006 inchi. Penggunaan alumunium foil ini sekarang sudah meluas karena fleksibilitas dan kemudahannya dalam pemakaian.</p> <p>Pengemas gelas terbuat dari gelas yang mengandung silikat 70 - 75 % dan sejumlah oksida-oksida organik. Sifat pengemas gelas yang penting adalah tidak bereaksi, transparan, dapat dicetak dan dimodifikasi dengan mudah dalam pemberian warna dan kreasi. Yang menjadi masalah dalam penggunaan pengemas gelas adalah faktor kerentanan terhadap benturan, berat, daya rentangnya rendah, fleksibilitas terhadap perubahan suhu relatif kurang.</p> <p>Pengemas kertas mempunyai kedudukan yang kuat dalam dunia pengemasan, karena penggunaannya yang praktis dan fleksibel, relatif murah dan mudah didaur ulang. Dalam sistem pengemasan, pengemas kertas bersama-sama dengan pengemas plastik dapat menggantikan posisi pengemas konvensional, sehingga banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sifat pengemas kertas sangat bervariasi sesuai dengan jenis kertas yang digunakan dan konstruksinya. Contoh bentuk kantung pengemas kertas disajikan pada gambar 3.2.</p> <p>Pengemas plastik sangat beragam baik berdasarkan bahan dasarnya maupun berdasarkan desain atau konstruksinya. Pengemas ini dapat berbentuk lembaran tipis (film) dan kantung. Bahan-bahan pembuat plastik adalah polietilin, selulosa, polivinilklorida (PVC), polivinildienaklorida (PVDC) dan sebagainya. Pengemas plastik umumnya transparan, mempunyai sifat tidak hermetis, mudah terjadi pengembunan jika suhu turun dan beberapa tidak tahan terhadap panas.</p>		



Gambar 3.2. Empat Bentuk Kantung Kertas

Pengemas dari kayu dan serat masih dipandang sebagai pengemas yang tangguh dan digunakan sebagai pengemas non primer. Tetapi dengan kemajuan teknologi serat kayu, pengemas ini dapat dijadikan pengemas primer jika diber lapisan plastik atau bahan yang inert. Keuntungan utama penggunaan kayu adalah mudah dibentuk, kuat, teknologinya relatif murah dan bahan kayu tersedia dalam jumlah besar. Beberapa kelemahan yang umum didapat adalah tidak hermetis, tembus air (kecuali yang sudah dilapis) dan sistem sambungan kurang baik sehingga sering bocor bila digunakan untuk mengemas bahan yang berupa cairan. Dengan demikian kayu dan serat baik digunakan untuk mengemas bahan yang perlu aerasi udara seperti buah-buahan, sayuran dan telur. Tipe-tipe kotak kayu sebagai pengemas non primer dapat dilihat pada Gambar 3.3.

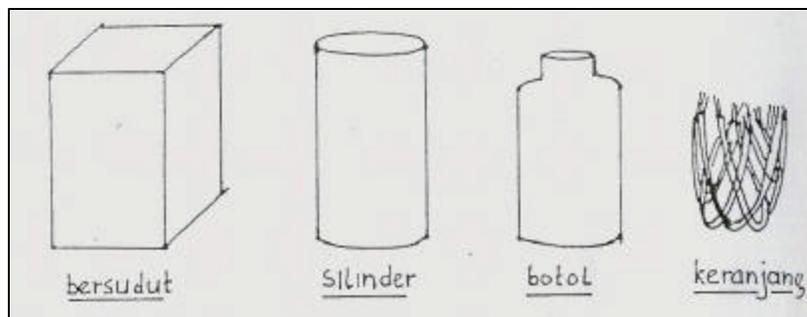


1. Skeleton crate
2. Flush side case
3. Battened/Belted case
4. Skid-base case

Gambar 3.3. Empat Tipe Peti Kayu

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>Keterangan Gambar :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1). Terbuat dari kayu keras dan mempunyai dinding yang tertutup rapat.</li> <li>(2). Terbuat dari kayu lunak seperti kayu jeunjing (<i>Albizia falcata</i>). Bentuknya empat persegi dan mempunyai dinding yang tidak tertutup rapat. Biasa digunakan untuk mengemas sayuran dan buah-buahan seperti kol, petsai, tomat, apel dan mangga. Tipe ini kurang kuat bila dibanding dengan tipe (1).</li> <li>(3). Tipe ini mempunyai bantalan dari kayu keras pada dasar peti sebelah luar. Bantalan berguna untuk memudahkan mengangkat dengan fork lift atau sling.</li> <li>(4). Keempat dinding peti tertutup rapat dan pada tiap sisinya dipasang papan melintang yang berfungsi sebagai penguat.</li> </ol> <p><b>4. Syarat Bahan yang Dikemas</b></p> <p>Beberapa persyaratan umum dari bahan yang akan mengalami pengemasan adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a). Harus sudah bersih, bebas dari kotoran-kotoran yang melekat dan bagian-bagian yang tidak diinginkan.</li> <li>b). Bahan yang akan dikemas bebas dari serangga dan hama.</li> <li>c). Bahan yang akan dikemas bebas dari bahan-bahan yang rusak.</li> <li>d). Bahan yang akan dikemas sebaiknya yang bermutu prima, mengingat untuk pengemasan diperlukan biaya tambahan.</li> <li>d). Sebaiknya bahan yang dikemas adalah bahan yang mempunyai ukuran atau bentuk yang seragam, sehingga pengaturan di dalam wadah pengemas mudah. Dengan demikian jumlah bahan yang dikemas persatuan berat atau per wadah relatif seragam.</li> </ol> <p><b>5. Faktor-faktor yang Berpengaruh Dalam Pengemasan</b></p> <p>Cara-cara pengemasan bahan pangan sangat erat hubungannya dengan keadaan bahan yang akan dikemas dan proses transportasi yang akan dilakukan. Pada prinsipnya pengemas harus memberikan suatu kondisi yang cocok dan merupakan pelindung bagi bahan-bahan yang dikemas terhadap kemungkinan perubahan keadaan yang dapat merusak bahan-bahan tersebut. Pertimbangan-pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan pengemas untuk suatu bahan adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a). Konstruksi dan material pengemas yang akan dipergunakan harus sesuai dengan jenis, ukuran dan bentuk bahan yang dikemas. Jika pengemas tersebut akan digunakan dalam sistem yang mengandung pemanasan, maka pengemas tersebut harus dibuat dari bahan tahan panas atau sekurang-kurangnya dilapisi oleh bahan tahan panas. Desain pengemas merupakan perwujudan dari konstruksi pengemas. Desain pengemas</li> </ol>		

yang menyangkut bentuk, umumnya sudah tertentu bagi pengemas yang bersifat rigid dan semi rigid, tetapi untuk yang tidak rigid biasanya disesuaikan dengan bentuk bahan yang akan dikemas dan proses yang akan dilalui. Desain pengemas rigid dan semi rigid antara lain berbentuk kotak, silinder, dan model botol. Contoh beberapa desain konstruksi pengemas rigid dan semi rigid disajikan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Beberapa Desain Konstruksi Pengemas Rigid & Semi Rigid

- b). Pengemas yang dipergunakan harus cocok dengan kondisi pengangkutan yang ada dan juga harus diterima pasaran di mana produk itu dijual.
- c). Biaya bahan pengemas harus murah supaya tidak merubah harga jual produk.
- d). Pengisian bahan ke dalam pengemas jangan melebihi ukuran kapasitas pengemas.

Selain faktor-faktor di atas, Soesarsono (1976) menambahkan bahwa bila bahan yang akan dikemas mudah rusak oleh benturan atau tekanan sebaiknya disimpan dalam peti pengemas yang dilengkapi bantalan yang kuat dan tahan terhadap kemungkinan-kemungkinan bantingan dan kondisi kelembaban yang tinggi. Selanjutnya peti-peti kemasan tadi ditumpuk sedemikian rupa, sehingga tekanan berat jatuh pada sisi peti dan bukan pada bahan yang dikemas. Untuk mengurangi kehilangan air, tumpukan peti ditutup terpal. Contoh beberapa cara pengemasan komoditas pertanian adalah sebagai berikut :

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p><b>A. Tomat</b>  Pada pengemasan tomat; biasanya tomat dimasukkan ke dalam wadah pengemas selapis demi selapis dan tiap lapisan disusun berjajar dengan teratur. Setiap lapisan ditumpuk oleh lapisan berikutnya dengan meletakkan buah tomat di atas celah diantara 3 atau 4 buah tomat yang terdapat di bawahnya. Pemakaian kertas sebagai pembungkus tomat sebelum dikemas sudah biasa digunakan di beberapa daerah supaya tomat semakin matang selama pengangkutan. Pada dasar dan sisi-sisi peti (wadah) diberi bantalan yang terbuat dari potongan-potongan kertas atau dari daun pisang kering. Di California dan Texas, tomat dikemas dalam wadah yang terbuat dari karton. Setiap kotak kecil berisi 45 buah dan bagian atas kotak ditutup oleh penutup yang tembus pandang. Kotak-kotak kecil kemudian dimasukkan ke dalam peti-peti besar yang dapat memuat 10-30 kotak kecil.</p> <p><b>B. Apel, Jeruk, Mangga</b>  Pengemasan apel, jeruk dan mangga hampir sama yaitu disusun berlapis-lapis dengan teratur. Sebelum disusun apel, jeruk dan mangga tersebut dibungkus kertas. Wadah pengemasnya biasanya terbuat dari karton.</p> <p><b>C. Semangka</b>  Pengemasan semangka dilakukan dalam pengemas karton. Setiap kotak karton diisi 5 buah semangka dan antar buah semangka dibatasi kertas karton dengan posisi tegak.</p> <p><b>D. Kol/Kubis</b>  Pengemasan kol dilakukan dalam peti kayu atau keranjang bambu atau karung tarison. Letak kol diatur sedemikian rupa segingga bagian atas kol menghadap ke bawah dan tangkainya yang sudah dipotong menghadap ke atas.</p> <p><b>E. Gabah/Jagung Pipil/Kacang-kacangan</b>  Pengemasan gabah, jagung pipil atau kacang-kacangan dilakukan secara curah dengan menggunakan karung goni atau karung tarison.</p> <p><b>Lembar Kerja :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Judul : Pengaruh Berbagai Jenis Pengemas dan Metoda Pengemasan Terhadap Daya Tahan Simpan Bahan</li> <li>Organisasi : <ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok (3-5 orang/kelompok). Dari setiap kelompok ditunjuk seorang ketua.</li> </ol> </li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>h. Setiap siswa melaksanakan pekerjaan pada kelompoknya masing-masing, di bawah pengawasan guru. Pembagian kerja kelompok di atur oleh ketua kelompok.</p> <p>i. Setiap siswa mencatat hasil pengamatan kelompok dalam bentuk tabel pengamatan dan mendiskusikan/membahasnya dalam kelompok masing-masing.</p> <p>3. Alat Setiap kelompok memerlukan peralatan yang terdiri dari :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengemas kantung plastik PE (Polyethylene) atau PP (Polypropylene) atau PVC (Polyvinyl-chlorida) kapasitas 1000 g, 3 lembar</li> <li>- Pengemas keranjang bambu atau besek kapasitas 1000 g, 1 buah</li> <li>- Pengemas kotak kayu (tipe flush side), kapasitas 1000 g, 1 buah</li> <li>- Syringe, 1 buah</li> <li>- Vacuum packer, 1 buah</li> <li>- Timbangan kue, 1 buah</li> <li>- Termometer, 1 buah</li> <li>- Higrometer, 1 buah</li> </ul> <p>4. Bahan : Setiap kelompok memerlukan bahan berupa buah tomat atau buah salak atau buah pisang sebanyak 5 kg. Buah-buah tersebut keadaannya cukup matang dan telah dibersihkan dari kotoran atau bagian-bagian yang tidak diinginkan.</p> <p>5. Langkah Kerja :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>r. Perhatikan penjelasan acara praktek dari guru pembimbing.</li> <li>s. Setiap kelompok menyiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan. Buah yang disediakan kemudian dibagi menjadi 5 bagian a. 1 kg dan setiap bagian dimasukkan ke dalam pengemas, sehingga setiap kelompok mempunyai 5 kemasan buah yang masing-masing berisi 1 kg buah.</li> <li>t. Pada ke tiga kemasan plastik dilakukan : satu kemasan plastik ditutup dengan menggunakan panas, satu ditutup secara vacuum dengan menggunakan vacuum packer dan satu lagi dibiarkan tetap terbuka. Begitu juga kemasan bambu (besek) dan kemasan kotak kayu ditutup.</li> <li>u. Kelima kemasan buah tersebut selanjutnya disimpan pada suhu ruang.</li> <li>v. Ukur suhu dan kelembaban ruang penyimpanan.</li> <li>w. Amati perubahan fisik buah selama penyimpanan meliputi warna, kekerasan dan perubahan berat. Pengamatan dilakukan sampai buah rusak. Catat pada hari keberapa buah menjadi rusak.</li> </ul>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>x. Hasil pengamatan kelompok dicatat pada tabel data pengamatan dan dibahas dalam kelompok masing-masing dan diserahkan pada guru pembimbing.</p> <p>y. Buat kurva penurunan berat bahan yang dikeringkan selama pengamatan berlangsung.</p> <p>z. Membereskan kembali peralatan dan ruang kerja yang telah digunakan.</p> <p><b>Lembar Latihan :</b></p> <p>11. Jelaskan mengapa dalam pengemasan komoditas pertanian; jenis pengemas yang digunakan perlu diperhatikan ?</p> <p>12. Seandainya akan diangkut ke tempat konsumen, menurut Saudara sudah tepatkah cara pengemasan yang dilakukan tersebut ? Kalau belum tepat, harus bagaimana ?</p> <p>13. Selain plastik, bambu dan kayu, bahan apa lagi yang dapat digunakan untuk mengemas produk hortikultura ?</p> <p>14. Dari hasil kerja Saudara, buah yang dikemas apa yang paling cepat rusak ? Jelaskan alasannya !</p> <p>15. Bagaimana bentuk kurva penurunan berat bahan yang dikeringkan tersebut ? Mengapa bentuknya demikian ? Apa kesimpulannya ?</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>LEMBAR EVALUASI</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengerinan merupakan salah satu cara untuk memperpanjang masa simpan komoditas pertanian. Mengapa ?</li> <li>2. Di dalam proses pengerinan akan berlangsung dua proses yang berjalan secara simultan. Jelaskan proses yang terjadi tersebut !</li> <li>3. Lama proses pengerinan komoditas pertanian sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor apa saja ?</li> <li>4. Apa keuntungan dan kerugian dari pengerinan secara alami dan secara mekanis ?</li> <li>5. Terangkan mengapa suhu rendah (pendinginan) dapat digunakan untuk memperpanjang masa simpan komoditas pertanian !</li> <li>6. Ada beberapa faktor yang perlu mendapat perhatian supaya proses pendinginan berhasil dengan baik. Sebutkan faktor-faktor tersebut !</li> <li>7. Mengapa bahan pangan yang disimpan pada suhu rendah sering menjadi kering ? Usaha apa yang dapat dilakukan untuk mencegah hal tersebut ?</li> <li>8. Apa yang dimaksud dengan : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Satu Btu</li> <li>- Panas spesifik</li> </ul> </li> <li>9. Mengapa bahan pangan ataupun bahan non pangan perlu mendapat perlakuan pengemasan dahulu sebelum dipasarkan ?</li> <li>10. Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi pengemas supaya bahan yang dikemas di dalamnya sampai ke tangan konsumen dengan selamat. Syarat-syarat apa saja ?</li> <li>11. Apa perbedaan antara pengemas primer dan pengemas non primer ? bahan baku apa yang dapat digunakan untuk membuat pengemas primer ataupun pengemas non primer ?</li> <li>12. Apa keuntungan dan kerugian penggunaan pengemas yang bersifat rigid ?</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>LEMBAR KUNCI JAWABAN</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p><b>Lembar Kunci Jawaban Latihan :</b></p> <p><b>A. Pengeringan Komoditas Pertanian</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suhu di lokasi penjemuran perlu diperhatikan karena berpengaruh terhadap kecepatan pindah panas dari udara di lokasi penjemuran ke bahan yang dijemur, sehingga akan mempertinggi kecepatan proses penguapan air. Akibatnya proses pengeringan akan berjalan lebih cepat. Semakin tinggi suhu lokasi penjemuran, semakin besar beda antara suhu udara di lokasi penjemuran dengan suhu bahan yang dijemur, padahal perbedaan suhu merupakan salah satu faktor pendorong untuk terjadinya pindah panas. Kecepatan angin di lokasi penjemuran perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap proses pindah massa uap air dari bahan yang dijemur ke udara sekitar lokasi penjemuran. Semakin tinggi kecepatan angin, semakin pendek lama penjemuran.</li> <li>2. Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk menyeragamkan kekeringan selama penjemuran adalah : a). ketebalan hamparan bahan yang dijemur diperkecil, b), secara periodik dilakukan pembalikan bahan, dan c). dilakukan pengecilan ukuran bahan terutama untuk bahan-bahan yang berukuran besar, sehingga luas permukaan bahan menjadi luas.</li> </ol> <p><b>B. Pendinginan Komoditas Pertanian</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dalam proses pendinginan komoditas pertanian , keadaan (mutu) bahan perlu diperhatikan karena : adanya luka atau memar atau lecet dan kerusakan-kerusakan mekanis akan menyebabkan bentuk dan rupa komoditas menjadi kurang menarik. Di samping itu daerah yang luka/memar/lecet akan memberi kesempatan mikroorganisme pembusuk untuk masuk ke dalam dan merusak bahan, sehingga bahan menjadi lebih cepat busuk. Kerusakan mekanis dapat juga menyebabkan kehilangan air. Buah yang memar bila disimpan di ruang dingin akan mengalami penyusutan empat kali lebih besar daripada buah yang utuh.</li> <li>2. Suhu di dalam ruang pendingin sebaiknya tidak berfluktuasi. Bila terjadi fluktuasi suhu di dalam ruang pendingin akan terjadi proses pengembunan air pada permukaan komoditas yang didinginkan sehingga dapat merangsang pertumbuhan jamur dan proses pembusukan.</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>LEMBAR KUNCI JAWABAN</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>3. Supaya hasil proses pendinginan baik maka :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mutu bahan yang akan didinginkan harus baik, sudah dibersihkan dan kalau perlu dikemas dengan pengemas yang tepat.</li> <li>- Suhu ruang pendingin sebaiknya tidak berfluktuasi.</li> <li>- Kelembaban ruang pendingin harus stabil (tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah).</li> </ul> <p>4. Bahan yang cepat rusak adalah bahan yang bermutu kurang baik, karena kecepatan respirasi dari bahan yang luka/memar/lecet dari bahan yang utuh sehingga proses pembusukan akan lebih cepat terjadi.</p> <p><b>C. Pengemasan Komoditas Pertanian</b></p> <p>1. Di dalam pengemasan komoditas pertanian, pemilihan jenis pengemas perlu mendapat perhatian karena bahan hasil pertanian pada umumnya masih hidup dan masih melangsungkan proses metabolisme. Kalau digunakan pengemas yang kedap udara atau yang permeabilitas terhadap udara tinggi maka panas hasil proses respirasi bahan akan tertahan dalam kemasan, sehingga akan meningkatkan suhu bahan. Akibatnya proses respirasi akan berjalan lebih cepat lagi dan proses kerusakan bahan akan meningkat.</p> <p>2. Seandainya lokasi konsumennya dekat (1-5 km) dengan kondisi jalan baik, pengemasan buah tersebut sudah dianggap cukup tepat, hanya untuk yang dikemas kantung plastik dan dibiarkan terbuka (tidak tertutup) perlu dikemas lagi oleh pengemas sekunder. Seandainya lokasi konsumennya lebih jauh, ditambah kondisi jalan yang kurang baik, maka cara pengemasan tersebut belum tepat karena selama dalam perjalanan buah akan terguncang-guncang yang mungkin akan menimbulkan kerusakan (luka atau lecet). Sebaiknya untuk lokasi konsumen yang jauh, buah dikemas pada peti kayu dan antar buah di dalam kemasan diberi penyekat dari potongan kertas atau bantalan daun pisang sehingga tidak terjadi gesekan yang akan menimbulkan luka. Di samping itu letak buah di dalam kemasanpun harus diatur supaya titik berat tidak tertumpu pada satu titik.</p> <p>3. Bahan lain yang dapat digunakan untuk mengemas produk hortikultura selain plastik, bambu dan kayu adalah dus karton yang dilengkapi penyekat atau dilengkapi alas tempat menyimpan buah (styrofoam berlekuk dan ukuran lekukan sesuai dengan ukuran buah yang dikemas).</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>LEMBAR KUNCI JAWABAN</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p><b>Lembar Kunci Jawaban Evaluasi :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengeringan dapat memperpanjang masa simpan komoditas pertanian karena dengan pengeringan, kadar air komoditas pertanian diturunkan. Akibat terbatasnya kadar air maka aktivitas enzim-enzim yang berperan dalam proses metabolisme bahan terhambat sehingga tidak terjadi perubahan-perubahan yang mengarah pada kebusukan bahan. Di samping itu pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme yang ada pada bahan dihambat karena untuk pertumbuhan dan aktivitasnya mikroorganisme membutuhkan air.</li> <li>2. Di dalam proses pengeringan berlangsung dua proses yang berjalan secara simultan yaitu proses pindah panas dan proses pindah massa. Pindah panas terjadi dari medium pemanas (seperti udara atmosfer, udara panas/steam) ke bahan. Panas yang ditransfer akan meningkatkan suhu bahan. Apabila panas ini telah mencapai titik penguapan air, maka air yang ada pada bahan akan berubah menjadi uap. Uap air yang terbentuk kemudian akan berpindah/mengalir ke udara sekitar bahan tersebut sehingga terjadi proses pindah massa (dalam hal ini massa uap air). Ke dua proses ini bisa berjalan secara simultan terutama jika proses pengeringan sudah berjalan secara kontinyu.</li> <li>3. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi lama proses pengeringan adalah : faktor internal dari bahan yaitu ukuran bahan, kadar air awal bahan dan tekanan parsial di dalam bahan dan faktor eksternal yaitu suhu pengeringan, kelembaban udara pengering dan kecepatan volumetrik udara pengering.</li> <li>4. Keuntungan dari pelaksanaan pengeringan secara alami adalah : a). tidak memerlukan bahan bakar sehingga biaya pengeringan rendah, b). dapat memperluas kesempatan kerja, c). sinar infra merah matahari mampu menembus sel-sel bahan dan d). tidak memerlukan keahlian khusus seperti yang diperlukan oleh seorang operator mesin pengering (<i>dryer</i>). Sedangkan kekurangannya adalah : a). suhu pengeringan dan RH tidak dapat dikontrol dengan baik, b). memerlukan tempat yang luas, c). kemungkinan terjadinya susut bobot tinggi karena mungkin ada gangguan ternak dan burung, d). hanya dapat berlangsung bila cuaca baik, e). kebersihan bahan tidak terjamin, f). waktu pengeringan lama, dan g). proses pengeringan tidak dapat berjalan secara konstan karena intensitas sinar matahari tidak tetap.</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>LEMBAR KUNCI JAWABAN</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>Keuntungan dari pelaksanaan pengeringan secara mekanis a). suhu dan RH pengeringan dapat dikontrol dengan baik, b). tidak memerlukan tempat yang luas, c). kemungkinan terjadinya susut bobot kecil, d). dapat tetap berlangsung meskipun cuaca baik, e). kebersihan bahan terjamin, f). waktu pengeringan relatif lebih singkat, dan g). membutuhkan sedikit tenaga kerja. Sedangkan kekurangannya adalah : a). memerlukan bahan bakar sehingga biaya pengeringan relatif tinggi, dan b). membutuhkan modal awal yang besar untuk membeli mesin pengering.</p> <p>5. Suhu rendah (pendinginan) dapat memperpanjang masa simpan komoditas pertanian karena : suhu rendah dapat memperlambat kecepatan reaksi-reaksi metabolisme yang terjadi pada bahan. Ketentuan umum menyatakan bahwa setiap penurunan suhu sebesar 18<sup>0</sup> F, kecepatan reaksi akan berkurang setengahnya. Ketentuan ini disebut juga sebagai RQ<sub>18</sub> (RQ = Respiration Quatient). Di samping itu pada suhu rendah pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme menjadi lambat sehingga segala akibat yang ditimbulkannya menjadi lambat bahkan ada beberapa mikroorganisme yang dapat dibunuh dengan perlakuan suhu rendah.</p> <p>6. Faktor-faktor yang berpengaruh pada proses pendinginan adalah : suhu ruang pendingin tidak boleh berfluktuasi, kelembaban ruang pendingin harus stabil dan mutu bahan yang didinginkan harus dalam keadaan prima yaitu cukup matang, tidak lecet, memar atau busuk.</p> <p>7. Bahan hasil pertanian yang disimpan di suhu rendah sering menjadi kering karena : a). suhu pendinginan terlalu tinggi sehingga makin tinggi suhu makin besar terjadi proses penguapan air dari bahan, b). kelembaban ruang pendingin terlalu rendah, sehingga makin rendah kelembaban makin besar terjadi proses pengeringan bahan, c). perbedaan suhu antara bahan yang didinginkan dengan udara pendingin terlalu besar, dan d). kecepatan sirkulasi aliran udara di ruang pendingin terlalu tinggi. Usaha yang dapat dilakukan untuk menghindari hal-hal tersebut adalah membungkus bahan yang akan didinginkan, di samping mengatur faktor suhu, kelembaban dan kecepatan sirkulasi aliran udara di ruang pendingin.</p> <p>8. Yang dimaksud dengan satu Btu (British Thermal Unit) adalah jumlah panas yang dibutuhkan atau dikeluarkan untuk menaikkan atau menurunkan suhu sebesar 1<sup>0</sup> F satu pond air antara 32 - 212<sup>0</sup> F atau antara 0 - 100<sup>0</sup> C pada tekanan satu atmosfer.</p>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>LEMBAR KUNCI JAWABAN</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>Yang dimaksud dengan panas spesifik (<i>Specific heat</i>) adalah perbandingan antara panas yang dibutuhkan/dikeluarkan untuk menaikkan/menurunkan suhu sebesar 1<sup>o</sup> F dari satu pond bahan tersebut dengan panas yang dibutuhkan/dikeluarkan untuk menaikkan/menurunkan suhu sebesar 1<sup>o</sup> F dari satu pond air.</p> <p>9. Bahan pangan atau bahan non pangan perlu dikemas supaya :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Terlindung dari kontaminan dari luar, baik dari mikroorganisme maupun kotoran-kotoran serta gigitan serangga dan binatang pengerat.</li> <li>Terhindar dari penurunan atau peningkatan kadar air. Jadi bahan yang dikemas tersebut tidak boleh berkurang kadar airnya karena merembes ke luar atau bertambah kadar airnya karena menyerap uap air dari atmosfer.</li> <li>Terhindar dari penurunan kadar lemak (misal pada mentega).</li> <li>Terhindar dari bau dan gas-gas yang tidak diinginkan dan mencegah keluarnya bau dan gas-gas yang diinginkan.</li> <li>Terlindungi dari pengaruh sinar (antara lain produk minyak).</li> <li>Terhindar dari gangguan fisik seperti : gesekan, benturan dan getaran.</li> <li>Konsumen dapat melihat produk yang diinginkan, misalnya dengan digunakan pengemas yang transparan (tembus pandang).</li> <li>Daya tarik pembeli terhadap produk yang ditawarkan meningkat, sehingga bentuk, warna dan dekorasi pengemas perlu direncanakan dengan baik.</li> </ol> <p>10. Syarat-syarat pengemas adalah harus:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Permeabilitasnya terhadap udara (oksigen dan gas lain) rendah.</li> <li>Bersifat tidak toksik dan tidak bereaksi (<i>inert</i>), sehingga tidak terjadi reaksi kimia yang dapat menyebabkan atau menimbulkan perubahan warna, flavor dan citarasa produk yang dikemas.</li> <li>Mampu menjaga produk yang dikemas agar tetap bersih dan merupakan pelindung terhadap pengaruh panas, kotoran dan kontaminan lain.</li> <li>Mampu melindungi produk yang dikemasnya dari kerusakan fisik, perubahan kadar air dan gangguan dari cahaya (penyinaran).</li> <li>Mempunyai fungsi yang baik, efisien dan ekonomis khususnya selama proses penempatan bahan ke dalam kemasan.</li> <li>Mudah dibuka serta ditutup dan dapat meningkatkan kemudahan penanganan, pengangkutan dan distribusi.</li> </ol>		

<b>SMK</b> Pertanian	<b>LEMBAR KUNCI JAWABAN</b>	Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK
<p>g. Mempunyai ukuran, bentuk dan bobot yang sesuai dengan norma atau standar yang ada, mudah dibuang dan mudah dicetak atau dibentuk kembali.</p> <p>h. Mampu menjelaskan identifikasi dan informasi dari bahan yang dikemasnya, sehingga dapat membantu promosi atau memperlancar proses penjualan.</p> <p>11. Yang dimaksud pengemas primer adalah pengemas yang langsung berhubungan atau bersentuhan dengan bahan yang dikemas, sedangkan pengemas non primer adalah pengemas yang tidak langsung berhubungan atau bersentuhan dengan bahan yang dikemas. Yang biasa digunakan sebagai pengemas primer adalah kaleng, gelas, plastik, kertas, kain blacu, karung goni dan lapisan tipis yang dapat dimakan (<i>edible film</i>; misal pada sosis, permen). Sedangkan untuk pengemas non primer dapat digunakan kotak dari besi, kayu, karton dan bambu.</p> <p>12. Keuntungan penggunaan pengemas rigid adalah : a). ukurannya sudah tertentu, sehingga memudahkan penyesuaian dengan kapasitas alat transport, b). mudah diproduksi secara massal. Sedangkan kerugiannya adalah harus ada proses penyesuaian ukuran antara ukuran bahan yang akan dikemas dengan ukuran pengemasnya.</p>		

<b>SMK Pertanian</b>	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>Kode Modul SMKP1G08- 09-10DBK</b>
<p>Adnan, Mochamad. 1982. Aktivitas Air dan Kerusakan Bahan Makanan. Penerbit Agritech, Yogyakarta.</p> <p>Adnan, Mochamad. 1988. Pendinginan Dan Pembekuan Bahan Makanan. Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.</p> <p>Earle, R.L. 1983. Unit Operation in Food Processing 2<sup>nd</sup> Edition. Pergamon Press. Oxford.</p> <p>Hall, C.W. 1980. Drying and Storage of Agricultural Crops. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.</p> <p>Priyanto, Gatot. 1988. Tehnik Pengawetan Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.</p> <p>Rockland, L. B. dan R. Nishi. 1980. Water Activity Storage Stability. Food. Tech. 23 : 1241.</p> <p>Soesarsono, W. 1976. Penyimpanan Buah-buahan, Sayur-sayuran dan Bunga-bunga. Jurusan Teknologi Pangan, Fatemeta, IPB Bogor.</p> <p>Suyitno. 1989. Satuan Operasi. Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.</p> <p>Syarief, Rizal., Sasya Santausa, St. Isyana B. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Institut Pertanian Bogor.</p> <p>Taib, Gunarif., E. Gumbira Said dan Sutedja Wiraatmadja. 1988. Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian. PT Melton Putra, Jakarta.</p> <p>Toledo, R.T. 1980. Fundamental of Food Process Engineering. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.</p> <p>Wikantyo, Boma. 1989. Satuan Operasi Dalam Proses Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.</p> <p>Winarno, F.G. 1988. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia, Jakarta.</p>		