

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kubis

Berdasar tata nama (sistematika) botani, tanaman kubis diklasifikasikan dalam *kingdom plantae*, divisi *Magnoliophyta*, kelas *Magnoliopsida*, ordo *Brassicales*, famili *Brassicaceae*, genus *Brassica*, spesies *B. olerace*. Kubis bulat adalah nama yang diberikan untuk tumbuhan dengan nama ilmiah *Brassica oleracea* L (Rahmat, 1994). Kelompok *Capitata* ini dimanfaatkan daunnya untuk dimakan (Rahmat, 1994). Daun ini tersusun sangat rapat membentuk bulatan atau bulatan pipih, yang disebut *crop* atau kepala (*capitata* berarti "berkepala"; Rahmat, 1994).

Kubis merupakan tanaman sayur famili *Brassicaceae* berupa tumbuhan berbatang lunak yang dikenal sejak jaman purbakala (2500-2000 SM) dan merupakan tanaman yang dipuja dan dimuliakan masyarakat Yunani kuno (Rahmat, 1994). Mulanya kubis merupakan tanaman pengganggu (gulma) yang tumbuh liar di sepanjang pantai Laut Tengah, di karang-karang pantai Inggris, Denmark dan pantai Barat Prancis sebelah utara (Rahmat, 1994). Kubis mulai ditanam di kebun-kebun Eropa pada abad ke 9 dan dibawa ke Amerika oleh imigran Eropa, serta dibawa ke Indonesia pada kisaran abad ke 16 atau 17. Pada awalnya kubis ditanam untuk diambil bijinya, walaupun tidak ada bukti tertulis atau peninggalan arkeologi yang kuat, kubis yang saat ini dibudidayakan dianggap sebagai hasil pemuliaan terhadap kubis liar *B. oleracea* var. *sylvestri*. Kelompok tanaman ini meliputi kubis, kubis bunga, brokoli, kale, collards, kohlrabi, dan brussels sprouts (Balai Penelitian

Tanaman Sayuran, 2004). Semua tanaman kubis bersifat *interfertile* (dapat disilangkan) dan banyak pula yang *self-incompatible* (bunga tidak dapat difertilisasi oleh polen yang berasal dari tanaman yang sama), karakteristik ini mempermudah upaya untuk melakukan seleksi jenis tanaman kubis yang baru. *Self-incompatibility* juga menyebabkan produksi benih hibrida cenderung ekonomis.

Kubis memiliki ciri khas membentuk *crop*, pertumbuhan awal ditandai dengan pembentukan daun secara normal, namun semakin dewasa daun-daunnya mulai melengkung ke atas hingga akhirnya tumbuh sangat rapat. Pada kondisi ini petani biasanya menutup *crop* dengan daun-daun di bawahnya agar warna *crop* makin pucat. Dalam budidaya, kubis adalah komoditi tanaman semusim, apabila ukuran *crop* telah mencukupi maka kubis siap dipanen (Rahmat, 1994).

Tabel 1. Nutrisi dalam kubis segar (untuk  $\pm$  89 gr)

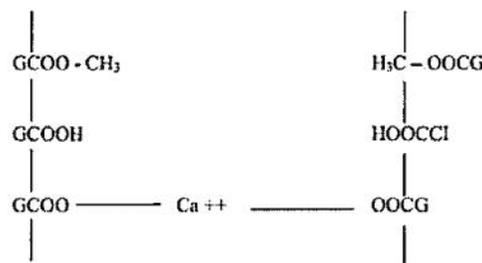
Nutrient	Units	1 Cup Chopped 89g	Nutrient	Units	1 Cup Chopped 89g
<b>Proximates</b>			<b>Lipids</b>		
Water	g	82.014	Fatty acids, total satur	g	0.029
Energy	kcal	22.250	4:00	g	0.000
Energy	kJ	93.450	6:0	g	0.000
Protein	g	1.282	8:00	g	0.000
Total lipid (fat)	g	0.240	10:00	g	0.000
Ash	g	0.632	12:00	g	0.001
Carbohydrate, by difference	g	4.833	14:00	g	0.001
Fiber, total dietary	g	2.047	16:00	g	0.026
<b>Minerals</b>			18:00	g	0.001
Calcium, Ca	mg	41.830	Fatty acids, total monounsaturated	g	0.017
Iron, Fe	mg	0.525	16:1 undifferentiated	g	0.000
Magnesium, Mg	mg	13.350	18:1 undifferentiated	g	0.017
Phosphorus, P	mg	20.470	20:01	g	0.000
Potassium, K	mg	218.940	22:1 undifferentiated	g	0.000
Sodium, Na	mg	16.020	Fatty acids, total polyunsaturated	g	0.109
Zinc, Zn	mg	0.160	18:2 undifferentiated	g	0.046
Copper, Cu	mg	0.020	18:3 undifferentiated	g	0.061
Manganese, Mn	mg	0.142	18:04	g	0.000
Selenium, Se	mcg	0.801	20:4 undifferentiated	g	0.001
<b>Vitamins</b>			20:5 n-3	g	0.000
Vitamin C, tot asc acid	mg	28.658	22:5 n-3	g	0.000
Thiamin	mg	0.045	22:6 n-3	g	0.000
Riboflavin	mg	0.036	Cholesterol	mg	0.000
Niacin	mg	0.267	Phytosterols	mg	9.790
Pantothenic acid	mg	0.125	<b>Amino acids</b>		
Vitamin B-6	mg	0.085	Tryptophan	g	0.013
Folate, total	mcg	38.270	Threonine	g	0.044
Folic acid	mcg	0.000	Isoleucine	g	0.064
Folate, food	mcg	38.270	Threonine	g	0.044
Folate, DFE	mcg	38.270	Lysine	g	0.060
Vitamin B-12	mcg	0.000	Methionine	g	0.012
Vitamin A, IU	IU	118.370	Cystine	g	0.011
Retinol	mcg	0.000	Phenylalanine	g	0.040
Vitamin A, RAE	mcg	6.230	Tyrosine	g	0.021
Vitamin E	mg	0.093	Valine	g	0.054
<b>Lipids</b>			Arginine	g	0.072
Proline	g	0.248	Histidine	g	0.026
Serine	g	0.074	Alanine	g	0.045
Glutamic acid	g	0.281	Aspartic acid	g	0.125
Glycine	g	0.028			

Sumber: Balai Penelitian Tanaman Sayur Departemen Pertanian (2004)

### B. Ion Kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

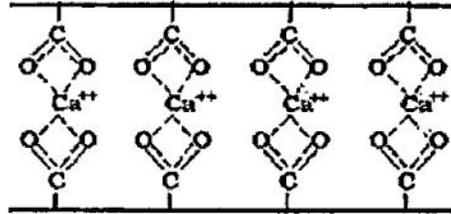
Ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) berperan sebagai *barrier* untuk mempertahankan kekerasan pada jaringan dengan cara membentuk ikatan ionik diantara molekul pektin sehingga tekstur mengalami pengerasan. Menurut Garcia *dkk*, (1995) kalsium memiliki

berbagai efek terhadap proses fisiologi pada buah dan sayur serta memainkan peranan penting dalam mempertahankan kualitas buah dan sayur. Khayat dan Luh (1968) menyebutkan, ion-ion kalsium yang ditambahkan bereaksi dengan pektin di dalam dinding sel, sehingga akan memperkuat ikatan diantara sel-sel tersebut. Menurut Susanto (1994), sebagian ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ternyata terikat dengan bahan pektin dan dinding sel. Terjadi reaksi asam basa antara Ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan asam pektat pada kubis (Gambar 1) dimana rantai H pada asam pektat akan tergantikan oleh Ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ).



Gambar 1. Bentuk ikatan ion kalsium dengan asam pektinat (Meyer, 1973)

Pengerasan ion kalsium disebabkan oleh terbentuknya ikatan menyilang antara ion kalsium divalen dengan polimer senyawa pektin yang bermuatan negatif pada gugus karbonil asam galakturonat (Gambar 2; Fennema, 1976). Bila ikatan menyilang ini terjadi dalam jumlah yang cukup besar, maka jaringan molekul yang melebar, jaringan tersebut akan mengurangi daya larut senyawa pektin dan semakin kokoh dari pengaruh mekanis (Fennema, 1976).



Gambar 2. Ikatan Silang Antara Molekul Pektin dan Ion Kalsium (Mardini *dkk*, 2007).

Beberapa garam kalsium yang dapat digunakan sebagai pengeras pada buah-buahan yang dikalengkan, antara lain kalsium klorida dan kalsium laktat (Santoso, 2006). Pendapat Izumi dan Alley (1995) menyatakan bahwa kalsium berperan penting dalam mempertahankan kualitas buah-buahan dan sayuran dalam pengaruhnya terhadap keutuhan struktur membran dan dinding sel. Ikatan ionik kalsium pada membran sel membentuk jembatan antar komponen struktur, sehingga permeabilitas sel dapat dipertahankan, selain itu jembatan kalsium juga mempertahankan masuknya enzim yang dihasilkan dari buah dan sayur yang menyebabkan pelunakan, dan enzim yang dihasilkan oleh jamur atau bakteri yang menyebabkan pembusukan (Dewi, 2009). Penambahan garam kalsium tersebut dapat ditambahkan garam larutan pengawet atau ditambahkan ke dalam larutan perendam (Luh *dkk*, 1975). Keefektifan ion kalsium dalam mempertahankan kekerasan buah tergantung dari terdapatnya molekul pektin yang telah mengalami demetilasi sebagian dan terdapat tidaknya zat-zat yang dapat mengikat kalsium misalnya ion-ion oksalat dan sitrat (Adams dan Blundstone, 1971).

### C. Semen Putih (*White Portland Cement*)

Semen Portland akan mengikat butir-butir agregat (halus dan kasar) setelah diberi air dan selanjutnya akan mengeras menjadi suatu massa yang padat (Indocement, 2010). Komponen-komponen bahan baku semen putih yaitu : Batu kapur (CaO) 60–67%, pasir silika (SiO<sub>2</sub>) 17–25%, alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 0,3–0,8%, tanah liat (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 0,3–0,8%, magnesia (MgO) 0,3–0,8%, sulfur (SO<sub>3</sub>) 0,3 – 0,8% (Tjokrodinuljo, 1996). Kardiyono (1996) menyebutkan bahwa pada dasarnya dapat disebutkan 4 unsur yang paling penting dari portland cement yaitu : trikalsium silikat (C<sub>3</sub>S) atau 3CaO. SiO<sub>2</sub>, dikalsium silikat (C<sub>2</sub>S) atau 2CaO. SiO<sub>2</sub>, trikalsium aluminat (C<sub>3</sub>A) atau 3CaO. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, tetrakalsium aluminoforit (C<sub>4</sub>AF) atau 4CaO. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.FeO<sub>3</sub>. Fungsi utama semen portland putih digunakan untuk keperluan pekerjaan-pekerjaan arsitektur, *precast* dan beton serta struktur yang bersifat dekoratif (Indocement, 2010).

Kandungan	Persentase		Rerata
	UI 1	UI 2	(%)
CaO	57,6371	57,4603	57,54870
Ca (Ion Ca)	41,0431	41,1694	41,10625
MgO	6,9511	6,8592	6,90515
SiO <sub>2</sub>	22,7355	22,0870	22,41125

Tabel 2. Hasil pengujian kandungan kalsium, magnesium, dan silikat dalam semen putih.

Semen putih (*white portland cement*) merupakan alternatif pengganti kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>) atau kalsium hidrosida (Ca(OH)<sub>2</sub>) yang biasa digunakan sebagai

sumber Ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Menurut Sagel dkk. (1994) Semen portland adalah semen hidrolis yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis. Adanya proses sementasi saat semen putih terkena air dapat dimanfaatkan sebagai penyerap air yang keluar dari bonggol kubis akibat potongan pada saat pemanenan sehingga mengurangi kemungkinan perkembangan mikrobia yang mengakibatkan pembusukan pada bonggol dan crop kubis.

#### **D. Kerusakan Pasca Panen**

##### **1. Respirasi**

Hasil pertanian setelah dipanen masih melakukan aktivitas biologis, seperti respirasi. Laju respirasi merupakan petunjuk yang baik untuk mengetahui daya simpan komoditi pertanian. Intensitas respirasi dianggap sebagai ukuran laju jalannya metabolisme, oleh karena itu sering dianggap sebagai petunjuk mengenai potensi daya simpan buah dan sayuran. Laju respirasi yang tinggi biasanya disertai oleh umur simpan yang pendek. Hal itu juga merupakan petunjuk laju kemunduran mutu dan nilainya sebagai bahan makanan. Respirasi adalah suatu proses metabolisme dengan cara menggunakan oksigen dalam pembakaran senyawa makromolekul seperti karbihidrat, protein dan lemak yang akan menghasilkan  $\text{CO}_2$ , air dan sejumlah besar elektrolit. Dalam proses respirasi beberapa senyawa penting yang dapat digunakan untuk mengukur proses ini adalah glukosa, ATP,  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$  (Winarno dan Aman, 1981). Respirasi dapat dilihat dengan terjadinya penurunan nutrisi, perubahan yang terjadi antara lain kandungan gula, disusul peningkatannya, perubahan keasaman dapat berbeda sesuai tingkat kemasakan dan meningkatnya suhu

penyimpanan. Hal ini terjadi akibat pemecahan polisakarida dan kegiatan ezim-enzim katalase, pektinesterase, selulase dan amilase selama penyimpanan. Perubahan lain yaitu penurunan ketegaran dan kepadatan, warna, oksidasi lemak dan melunaknya jaringan-jaringan serta rasa pada bahan pangan.

## **2. Transpirasi**

Transpirasi adalah pengeluaran air dari dalam jaringan produk nabati. Laju transpirasi dipengaruhi oleh faktor internal (morfologis/anatomis, rasio permukaan terhadap volume, kerusakan fisik, umur panen) dan faktor eksternal seperti suhu, RH, pergerakan udara dan tekanan atmosfer (Santoso, 2006). Kehilangan air akan menyebabkan kehilangan berat (*solable weight*) dan kehilangan kualitas nutrisi seperti: vitamin A dan C, tekstur menjadi lembek, lunak, kerenyahan dan *juiciness*; kualitas penampakan: layu, berkerut dan mempercepat berkembangnya luka (Innaka dan Nafi, 2007). Pengendalian laju transpirasi dilakukan dengan pelapisan, penyimpanan dingin, atau memodifikasi atmosfer. Pada komoditas kubis kehilangan air 7% menyebabkan komoditas tidak layak dijual.

## **3. Kerusakan eksternal**

### **a. Suhu**

Temperatur merupakan faktor lingkungan terpenting yang menentukan umur pasca panen buah dan sayuran, karena pengaruhnya besar terhadap laju reaksi biologis seperti respirasi. Faktor yang sangat penting yang mempengaruhi respirasi dari segi penyimpanan adalah suhu. Peningkatan suhu antara 0°C – 35°C akan meningkatkan laju respirasi buah-buahan dan sayuran, yang memberi petunjuk bahwa baik proses

biologi maupun proses kimiawi dipengaruhi oleh suhu. Sampai sekarang pendinginan merupakan satu-satunya cara ekonomis untuk penyimpanan jangka panjang bagi buah dan sayuran segar. Asas dasar penyimpanan dingin adalah penghambatan respirasi oleh suhu tersebut (Pantastico, 1997). Dalam kisaran temperatur fisiologis, laju reaksi biologis meningkat dua sampai tiga kali lipat untuk setiap kenaikan temperatur sebesar  $10^{\circ}\text{C}$  (Hukum Vant Hoff). Semakin tinggi temperatur maka akan semakin cepat pula laju respirasinya, sebagai konsekuensinya akan memperpendek umur pasca panen komoditas (Innaka dan Nafi, 2007). USDA (1976) menyatakan bahwa kondisi penyimpanan optimum kubis disimpan pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ), penyimpanan pada suhu  $-1^{\circ}\text{C}$  ( $31,1^{\circ}\text{C}$ ) dapat menyebabkan pembekuan, sedangkan penyimpanan pada suhu  $1^{\circ}\text{C}$  ( $33,8^{\circ}\text{F}$ ) dapat meningkatkan penuaan (*Senescence*), terutama jika diadakan di penyimpanan jangka panjang.

#### **b. Kelembaban**

Kelembaban dapat diartikan secara umum sebagai jumlah uap air dalam udara, dimana udara lembab atau basah tersusun dari udara kering dan uap air (Inaka dan Nafi, 2007). Kelembaban relatif (RH= *Relative Humidity*) merupakan istilah untuk menyatakan kelembaban udara dan dapat didefinisikan sebagai rasio antara tekanan uap air dalam udara dengan tekanan uap air jenuh pada suhu yang sama, dan dinyatakan sebagai persen (% ; Inaka dan Nafi, 2007), bila produk yang mengandung air seperti buah-buahan (kandungan air 90-95%) ditempatkan dalam wadah tertutup berisi udara maka kandungan air dalam udara akan meningkat atau menurun sampai tercapai keadaan seimbang, keseimbangan tercapai bila jumlah molekul air yang

masuk dan keluar dalam bentuk fase uap jumlahnya sama (Inaka dan Nafi, 2007). USDA (1976) melangsir bahwa kondisi penyimpanan optimum kubis harus disimpan dengan 98-100 % RH. Tinggi RH meminimalkan kerusakan dan kerugian penyusutan bobot (Van den berg , 1987)

### **c. Kerusakan mekanis**

Luka mekanis dapat memacu laju kehilangan air dari buah dan sayuran segar (Innaka dan Nafi, 2007). Benturan dan goresan dapat merusak struktur permukaan jaringan, yang memungkinkan lebih banyak uap air keluar dari luka tersebut. Luka potong lebih merugikan karena dapat merusak seluruh lapisan pelindung sehingga jaringan dibawahnya langsung berhubungan dengan atmosfer, selain itu kerusakan pada jaringan permukaan dapat pula terjadi sebagai akibat serangan hama dan penyakit yang akan mengakibatkan peningkatan kecepatan kehilangan air.

## **E. Penanganan Pasca Panen Kubis**

Pemanenan kubis dilakukan pada saat kubis berumur 70-90 hari (tergantung varietas), dimana crop sudah berisi dan membentuk bulat. Seperti terlihat pada diagram alur penanganan pasca panen kubis dibawah (gambar 2.) pemotongan kubis dari batang/bonggol menggunakan pisau tajam khusus. Kubis yang sudah dipanen dengan memotong bonggol dan membuang daun terluar, kemudian dimasukkan ke dalam keranjang sebagai wadah pengangkut dari lahan menuju truk pengiriman.

Kubis yang sudah diangkut menuju truk pengiriman, ditimbang kemudian di masukan dalam truk dan disusun dengan susunan berbaris dengan posisi bonggol diatas, tumpukan kubis disusun secara zig-zag dengan tujuan menghindari pertemuan

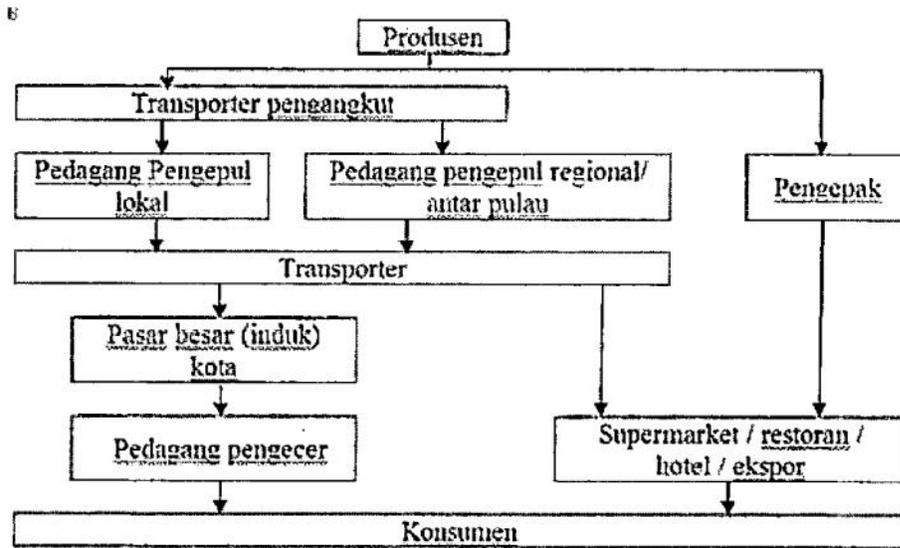
bonggol kubis dengan ujung teratas crop, jika sudah tersusun membentuk barisan pada setiap level susunan kubis diberi semen putih (*white portland cement*) dengan cara ditaburkan diatas bonggol dan sekitar bonggol pada buah kubis. Pemberian semen putih (*white portland cement*) dilakukan jika keadaan kubis yang telah dipanen banyak mengandung air dan harus menempuh jarak tempuh menuju pasar lebih dari 7 jam.



Gambar 3. Rantai penanganan pasca panen kubis

#### F. Rantai Pasokan Kubis

Diagram di bawah ini menggambarkan berbagai elemen tipikal rantai pasokan kubis. Tanda panah menunjukkan aliran fisik produk sayuran.



Gambar 4. Rantai pasokan kubis dan sayuran secara umum

Produsen merupakan petani yang menghasilkan serta memanen kubis (Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2004). Pedagang pengumpul lokal yaitu pedagang lokal yang mengumpulkan, membeli kubis dalam volume yang relatif besar dari petani atau beberapa petani dan memasarkannya ke pasar lokal. Pedagang pengumpul antar wilayah merupakan jenis pedagang yang berdomisili di luar sentra produksi ini membeli kubis dan memasarkannya ke pasar-pasar grosir dan pasar besar (induk), kubis dapat dibeli langsung dari petani atau pedagang pengumpul lokal. Pengepak merupakan jenis usaha yang melakukan pembelian, sortasi, pengkelasan, pengepakan atau pengemasan serta memberikan pelayanan penyimpanan jangka pendek, mengkoordinasikan transportasi produk serta memiliki kontrak pemasokan dengan supermarket, hotel atau restoran dan importir luar negeri. Transportasi merupakan pemberi jasa angkutan produk sayuran/ kubis dari sentra produksi ke pengecer,

kegiatannya mencakup pengangkutan produk ke lokasi-lokasi spesifik dalam kerangka waktu yang telah ditentukan.

### **G. Hipotesis**

Penggunaan semen putih (*white portland cemen*) dengan konsentrasi 20 gr dan penyimpanan pada suhu 0<sup>0</sup> C dapat mempertahankan kualitas pasca panen kubis (*Brassica oleracea* L).