



Ir. Ida Agustini Saidi, MP

Fitria Eka Wulandari, S.Si, M.Pd.

Pengeringan *Sayuran dan Buah-Buahan*

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo



PENGERINGAN SAYURAN DAN BUAH – BUAHAN

Tim Penyusun :

Ir. Ida Agustini Saidi, MP Fitria Eka Wulandari, S.Si., M.Pd

Diterbitkan oleh:

UmsidaPress



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO**

2019

PENGERINGAN SAYURAN DAN BUAH –BUAHAN

Penulis :

Ir. Ida Agustini Saidi, MP Fitria Eka Wulandari, S.Si., M.Pd

ISBN :

978-602-5914-67-6

Editor :

M. Tanzil Multazam , S.H., M.Kn.

Copy Editor :

Fika Megawati, S.Pd., M.Pd.

Design Sampul dan Tata Letak :

Mochamad Nashrullah, S.Pd

Penerbit : UMSIDA

Press

Redaksi :

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Jl. Mojopahit No 666B

Sidoarjo, Jawa Timur

Cetakan pertama, Desember 2019

© Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dengan suatu apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah subhanahu wata'ala telah dapat diselesaikan buku yang berjudul “ **Pengeringan Sayuran dan Buah-buahan**”. Buku ini disusun dan dipersiapkan sebagai salah satu bahan ajar mata kuliah Teknologi pengolahan hasil tanaman hortikultura.

Pengeringan sayuran dan buah-buahan merupakan salah satu dari teknologi yang biasa digunakan dalam teknologi pengolahan hasil hortikultura. Dalam buku ini dijelaskan mulai dari pengawetan bahan pangan secara umum dan beberapa teknik pengeringan serta aplikasinya khususnya pada komoditi sayuran dan buah-buahan. Produk khas hasil pengeringan buah-buahan berupa kismis dan *leather* dibahas lebih mendalam lengkap dengan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan .

Penulis merasa bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Karena itu saransaran perbaikan yang membangun dari semua pihak demi penyempurnaan buku ini.

Semoga buku ini bermanfaat bagi pembaca.

Penulis

DAFTAR ISI		Hal
Halaman Sampul	.....	i, ii
KATA PENGANTAR	.....	iii
Daftar Isi	.....	iv
1. PENDAHULUAN	.....	1
2. PENGAWETAN PRODUK PANGAN	.....	4
2.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba	.....	5
2.2 Metode Pengawetan Bahan Pangan	.....	10
2.3 Efek Pengawetan	.....	21
3. PENGERINGAN	.....	24
3.1 Prinsip Pengeringan	.....	24
3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan	.....	26
3.3 Metode Pengeringan	.....	30
3.4 Jenis Pengeringan	.....	30
3.5 Pengaruh Pengeringan Terhadap Nilai Gizi Bahan Pangan	.....	35
4. PENGERINGAN SAYURAN DAN BUAH-BUAHAN	.....	38
5. KISMIS	.....	42
5.1 Pengertian	.....	42
5.2 Pengolahan Kismis	.....	44

5.3 Pewarnaan kismis	48
5.4 Nilai Gizi Kismis	49
5.5 Penggunaan	50
5.6 Memelihara Keempukan dan Citarasa	52
BAB 6. LEATHER	54
6.1. Pengertian	54
6.2. Pengolahan <i>Fruit Leather</i>	55
6.3. Tekstur <i>Fruit Leather</i>	56
6.4 Jenis Penstabil pembuatan <i>Leather</i>	58
DAFTAR PUSTAKA	66

1. PENDAHULUAN

Sayur-sayuran merupakan jenis bahan pangan yang memiliki kandungan gizi yang lengkap yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Kandungan gizi yang terdapat di sayuran meliputi karbohidrat, protein, lemak, mineral, serat, vitamin dan kandungan lainnya. Namun, masyarakat Indonesia kurang memiliki kesadaran untuk mengkonsumsi sayur-sayuran karena kebiasaan mereka yang mengkonsumsi makanan cepat saji yang kurang dilengkapi sayur-sayuran. Hal ini ditunjukkan dengan data konsumsi sayur-sayuran penduduk Indonesia menurut Kementerian Pertanian tahun 2005 sebesar 35,30 kg/kapita/tahun, kemudian tahun 2006 sebesar 34,06 kg/kapita/tahun, dan tahun 2007 meningkat sebesar 40,90 kg/kapita/tahun. Dari data tersebut menyatakan bahwa konsumsi sayuran penduduk Indonesia masih di bawah standar *Food and Agriculture Organization of The United Nations* (FAO) sebesar 73 kg/kapita/tahun, sementara standar kecukupan untuk sehat sebesar 91,25 kg/kapita/tahun. Untuk meningkatkan konsumsi sayur-sayuran pada masyarakat Indonesia perlu dilakukan penganeekaragaman olahan sayur-sayuran yang dapat dikonsumsi secara praktis.

Indonesia kaya dengan komoditas hasil pertanian khususnya hasil hortikultura seperti aneka ragam buah-buahan. Menurut data dari Badan Pusat Statistik, produksi 10 jenis buah-buahan di Indonesia pada tahun 2016 sebesar 17.217 ton, yaitu buah pisang sebanyak 7.008 ton, mangga 2.464 ton, jeruk 1.999 ton, sirsak 1.874 ton, salak ton, durian 856 ton, papaya 830 ton, rambutan 733 ton, alpukat 306 ton dan manggis 111 ton (Anonim, 2017). Dengan jumlah produksi buah-buahan yang cukup besar itu, upaya penanganan pasca panen buah-buahan yang dihasilkan juga perlu ditingkatkan supaya dapat diperoleh buah-buahan segar bermutu baik untuk ekspor ataupun konsumsi masyarakat dan industri dalam negeri.

Buah dan sayur merupakan komoditas yang bersifat *perishable* atau memiliki daya simpan pendek dan mengandung nutrisi penting bagi tubuh. Ketersediaan buah

dan sayur melimpah selama masa panen dapat menjadi sampah dalam jumlah besar akibat kurangnya fasilitas dan minimnya pengetahuan tentang penanganan pasca panen, pemasaran, distribusi dan penyimpanan yang tidak tepat. Produksi yang melimpah selama panen dapat mengakibatkan buah dan sayur mengalami penurunan kualitas bahkan dapat terjadi pembusukan yang mengakibatkan penurunan nilai ekonomis produk yang signifikan. Karena buah-buahan tidak tahan lama, maka upaya pengolahannya menjadi produk awetan yang tahan lama perlu dikembangkan untuk menambah macam ragam produk olahan di pasaran.

Pengolahan merupakan salah satu alternatif untuk mengantisipasi hasil produksi yang melimpah, selain itu pengolahan juga dapat memberikan peluang bagi petani untuk menjual buah tidak hanya dalam bentuk segar. Sampai saat ini pemanfaatan buah lebih banyak sebagai buah iris segar (*minimally proses*) ataupun di buat jus. Untuk meningkatkan daya tarik masyarakat terhadap buah ini perlu dicari berbagai alternatif bentuk olahan. Buah-buahan umumnya dibuat menjadi produk olahan seperti jam, jelly, marmalade, *fruit leather*, sukade (kismis), dodol, dan sirup buah. Pemanfaatan buah dan sayur menjadi produk olahan memiliki potensi untuk dikembangkan dalam rangka meningkatkan nilai guna produk dengan tidak mengurangi citarasa. Kunci keberhasilan proses pengolahan pangan adalah merubah jenis pangan yang mudah rusak seperti buah-buahan dan sayur-sayuran menjadi produk pangan yang stabil selama proses penyimpanan, selain itu juga dapat meningkatkan nilai ekonomis pada saat panen raya. Melalui proses diversifikasi produk olahan, diharapkan dapat menyelamatkan hasil panen yang berlimpah pada saat panen raya, produk lebih awet dan jangkauan pemasaran lebih luas dengan resiko kerusakan yang lebih kecil.

Pengolahan pangan dapat menurunkan atau menghilangkan jumlah mikroba dan menginaktivasi enzim-enzim yang dapat menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan. Selain itu, proses pengolahan dapat mendestruksi toksin yang secara alami terdapat dalam bahan pangan atau dari mikroba kontaminan. Perubahan lain yang

terjadi adalah peningkatan daya cerna, perubahan tekstur, warna dan citarasa sesuai dengan yang diinginkan.

2. PENGAWETAN PRODUK PANGAN

Pengawetan produk pangan dapat didefinisikan sebagai teknologi yang digunakan untuk mencegah kerusakan atau pembusukan bahan pangan. Pengawetan bahan pangan bukan hanya memungkinkan penjualan bahan pangan sepanjang tahun, tetapi juga memungkinkan penyediaan yang cukup untuk daerah-daerah berpenduduk padat dengan harga yang ekonomis, terlepas dari letak geografis dalam hubungannya dengan daerah penghasil bahan pangan.

Kerusakan produk pangan dapat terjadi dengan cepat dalam beberapa waktu. Kondisi umum yang dapat menyebabkan kerusakan produk pangan antara lain terjadinya proses fermentasi yang disebabkan oleh jamur, kapang dan bakteri, reaksi enzimatik yang dapat menyebabkan perubahan warna dan citarasa, reaksi kimia dalam produk pangan, serta kerusakan akibat serangga, hewan, dan kerusakan mekanis. Pada dasarnya prinsip pengawetan produk pangan dibedakan menjadi:

1. Mencegah kerusakan oleh mikroorganisme

Empat metode utama dalam pengawetan bahan pangan terhadap kerusakan akibat kerja mikroorganisme, yaitu :

- a. Perusakan mikroorganisme dengan panas atau radiasi ion. Koagulasi (pembekuan) protein dan inaktivasi enzim dapat dirusak dengan pemanasan. Radiasi ion dapat digunakan untuk sterilisasi pada pangan yang mudah rusak yang dikemas secara hermetis seperti rebung, tunas kentang, dan bawang.
- b. Menghilangkan mikroorganisme, misalnya penyaringan secara steril. Metode ini dapat digunakan untuk menjernihkan sari buah atau jus, wine, dan minuman ringan (*soft drink*)
- c. Mengurangi mikroorganisme (*asepsis*) dengan jalan menjaga sanitasi selama proses pengolahan, misalnya mencuci buah dan sayur dapat dilakukan untuk menghilangkan kotoran serta mengurangi jumlah mikroorganisme pada bahan baku.

- d. Penghambatan pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme dengan pendinginan, penambahan bahan pengawet kimia (termasuk pengasapan dan perendaman dalam larutan garam) atau antibiotika, pengeringan, pengasaman, penyimpanan dengan gas dan lain-lain.
2. Mencegah kerusakan dari bahan pangan

Mencegah kerusakan pada bahan pangan itu sendiri dapat dilakukan dengan cara:

 - a. Merusak atau inaktivasi enzim dengan cara blansing. Blansing merupakan pemanasan pendahuluan yang dilakukan pada buah dan sayuran terutama untuk menginaktivkan enzim-enzim dalam bahan pangan, sebelum diolah lebih lanjut seperti pengalengan, pengeringan dan pembekuan. Selain itu fungsi blansing dapat memperbaiki warna hijau sayuran, mengurangi gas antar sel dan melemaskan tekstur sehingga memudahkan proses pengisian kedalam kaleng.
 - b. Mencegah atau menghambat reaksi kimia misalnya mencegah reaksi oksidasi dengan adanya kandungan antioksidan pada bahan pangan atau penambahan zat antioksidan.
 3. Mencegah kerusakan fisik, kimia, biologis dan kerusakan mekanis.

Mencegah kerusakan yang disebabkan karena perlakuan dan pengolahan, kerusakan fisiologis, serangga dan binatang pengerat (*rodentia*), serta kerusakan mekanis seperti benturan yang dapat terjadi pada saat panen, transportasi dan penyimpanan.

2.1 **Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba**

Pengawetan bahan pangan terutama ditujukan untuk mencegah pertumbuhan mikroba karena mikroba merupakan jasad renik yang tidak kasat mata sehingga kerusakan mikrobiologis sulit untuk dideteksi lebih awal. Pada proses pengawetan, untuk mengendalikan jumlah mikroorganisme patogen dan pembusuk penyebab

kerusakan pada bahan pangan, maka penting untuk mempelajari sifat-sifat mikroba dan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhannya. Faktor-faktor tersebut adalah:

2.1.1 Komposisi Bahan Pangan

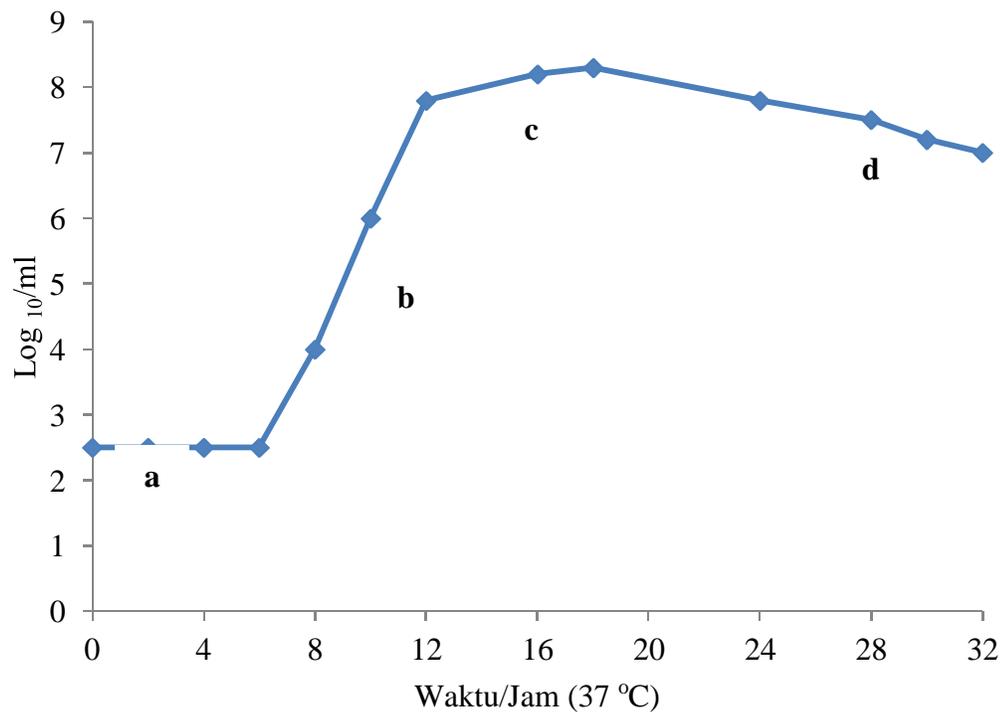
Mikroba membutuhkan nutrisi (substrat) untuk tumbuh dan berkembang biak. Komposisi nutrisi bahan pangan seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral berperan penting terhadap pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroba. Oleh karena itu, kerusakan mikrobiologis umumnya lebih cepat terjadi pada produk pangan yang kaya nutrisi seperti susu dan kaldu. Selain itu, kandungan senyawa antimikroba yang berasal dari bahan pangan itu sendiri dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Beberapa senyawa penghambat yang secara alami terdapat dalam bahan pangan adalah lisozim pada telur, agglutinin pada susu, eugenol pada cengkeh, katekin pada teh, dan asam benzoat pada buah-buahan tertentu.

2.1.2 Waktu (*Time*)

Mikroba yang mengkontaminasi produk pangan memerlukan waktu tertentu untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Waktu penyesuaian ini sangat bergantung pada suhu sehingga dapat bervariasi dari beberapa jam hingga beberapa minggu. Dengan berjalannya waktu, mikroba dapat menghasilkan zat-zat toksik (beracun) sebagai hasil metabolismenya.

Waktu yang dibutuhkan mikroba untuk tumbuh dan berkembang biak digambarkan melalui kurva pertumbuhan mikroba (Gambar 1) menunjukkan terdapat 4 fase pertumbuhan mikroba yaitu (a) fase lag (fase penyesuaian), (b) fase log (fase pertumbuhan eksponensial), (c) fase stationer (fase pertumbuhan tetap) dan (d) fase kematian. Fase penyesuaian adalah waktu dimana mikroba menyesuaikan diri dan beradaptasi dengan lingkungannya, setelah itu mikroba mulai berkembang biak. Fase ini ditandai dengan peningkatan jumlah mikroba secara signifikan dimana sel mikroba bertambah mengikuti persamaan logaritmik (\log) yang digambarkan sebagai garis

lurus. Pada fase pertumbuhan, dimana jumlah mikroba bertambah secara cepat mengakibatkan kompetisi nutrisi sehingga mengakibatkan jumlah mikroba cenderung tetap fase ini disebut fase stasioner. Dengan berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan, maka mikroba mengalami kematian dan mengalami penurunan sehingga fase ini disebut fase penurunan atau *decline* atau fase kematian.



Gambar 1. Kurva Pertumbuhan Bakteri *Pediococcus acidilactici* pada inkubasi 37 °C selama 32 jam; a) fase lag; b) fase log; c) fase stasioner dan d) fase kematian (Ray, 2005)

2.1.3. Suhu (*Temperature*)

Mikroba memiliki suhu optimum untuk dapat tumbuh dan berkembang biak, serta dapat mempertahankan hidupnya pada suhu maksimumnya. Pada suhu dibawah atau diatas kisaran suhu maksimum tersebut mikroba tidak dapat berkembang biak atau bahkan mati. Kisaran suhu dimana mikroba mati disebut suhu letal (*lethal temperature*). Berdasarkan suhu pertumbuhannya, mikroba dikelompokkan menjadi:

1. Mikroba psikrofilik
Mikroba psikrofilik atau psikrotropik dapat tumbuh baik pada suhu dingin pada kisaran -5 hingga 20 °C dengan suhu optimum pertumbuhan 15 °C. mikroba ini dapat menyebabkan kebusukan produk pangan yang disimpan pada suhu rendah.
2. Mikroba mesofilik
Mikroba jenis ini tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 10 hingga 45 °C dengan suhu optimum pertumbuhan 35 °C. sebagian besar mikroba yang tumbuh pada makanan tergolong mesofilik.
3. Mikroba termofilik
Mikroba termofilik tumbuh dengan baik pada suhu relatif tinggi berkisar antara 45 hingga 70 °C dengan suhu optimum pertumbuhan 55 °C. mikroba jenis ini umumnya menjadi penyebab kebusukan pada makanan kaleng yang mengakibatkan *flat sour* dimana isi kaleng menjadi asam tanpa membentuk gas.

2.1.4 Keasaman (*Acidity*)

Derajat keasaman atau pH makanan dipengaruhi oleh adanya asam yang terdapat pada bahan makanan. Berdasarkan nilai pH-nya, bahan pangan dapat digolongkan kedalam makanan berasam tinggi (*high-acid food*) jika memiliki pH lebih rendah dari 4,5 dan makanan berasam rendah (*low-acid food*) yang memiliki kisaran pH 4,5-7,5. Bahan pangan yang mempunyai pH lebih rendah dari 4,5 seperti acar, sari buah, dan yoghurt memiliki daya awet tinggi.

Asam pada makanan dapat berasal dari bahan makanan secara alami seperti asam-asam organik pada buah-buahan, diproduksi selama proses fermentasi misalnya asam laktat atau ditambahkan selama proses pengolahan seperti pada pembuatan salad atau acar. pH makanan berdampak pada kelangsungan hidup dan pertumbuhan sel mikroba. setiap spesies memiliki kisaran pH dan pH optimum untuk tumbuh dan berkembang biak. Pada umumnya, kapang dan khamir dapat hidup pada pH lebih rendah daripada bakteri dan bakteri gram positif lebih rentan pada pH rendah daripada

bakteri gram negatif. Kisaran pH pertumbuhan untuk kapang berkisar antara 1,5 hingga 9,0; khamir 2,0 hingga 8,5; bakteri gram positif 4,0 hingga 8,5 dan bakteri gram negatif 4,5 hingga 9,0.

2.1.5 Oksigen

Adanya oksigen dapat berpotensi terjadinya reaksi oksidasi-reduksi (O-R *potential*) antara komponen bahan pangan seperti lemak dengan oksigen yang dikatalis oleh mikroba. Pada umumnya mikroba mempunyai kepekaan yang berbeda terhadap oksigen dalam lingkungan tempat hidupnya. Berdasarkan potensinya mereduksi oksigen, mikroba digolongkan menjadi:

1. Aerobik

Mikroba aerobik dapat hidup pada kondisi O-R potensial positif artinya mikroba jenis ini memerlukan oksigen untuk pertumbuhannya. Beberapa jenis mikroba yang bersifat aerobik antara lain kapang, khamir, *Moraxella*, *Bacillus*, *Micrococcus* dan *Pseudomonas*.

2. Anaerobik

Mikroba anaerobik adalah mikroba yang tidak dapat tumbuh apabila terdapat oksigen atau dapat hidup hanya pada lingkungan yang memiliki nilai O-R negatif. Mikroba anaerobik yang paling penting pada makanan adalah *Clostridium*.

3. Fakultatif

Mikroba jenis ini dapat menyesuaikan diri dengan nilai O-R potensial lingkungan hidupnya. Mikroba yang memiliki sifat fleksibel ini dapat tumbuh pada keadaan aerobik maupun anaerobik sehingga seringkali disebut aerobik fakultatif atau anaerobik fakultatif. Beberapa contoh mikroba jenis ini adalah bakteri asam laktat dan bakteri yang termasuk kedalam famili *Enterobacteriaceae* seperti *Salmonella sp.* dan *Coliform*.

4. Mikroaerofilik

Mikroba mikroaerofilik memiliki nilai O-R potensial yang rendah. Contoh mikroba jenis ini adalah *Campylobacter* sp.

2.1.6 Kadar air

Air dalam bahan pangan dibedakan menjadi air bebas dan air yang terikat antar sel. Mikroorganisme memerlukan kecukupan air untuk tumbuh dan berkembang biak. Air bebas dalam bahan pangan dimanfaatkan mikroba untuk mengangkut nutrisi, sintesa sel, proses ekskresi serta reaksi biokimia lain seperti hidrolisis protein dan asam amino.

Perbandingan antara tekanan uap air dari bahan pangan dengan tekanan uap air murni pada suhu yang sama dinyatakan dengan besaran aktivitas air atau *water activity* (aw). Seperti halnya suhu dan pH, mikroba memiliki nilai aw optimum untuk tumbuh dan berkembang biak. Pada umumnya nilai minimum aw untuk pertumbuhan mikroba yaitu kapang 0,8; khamir 0,85; bakteri gram positif 0,6 hingga 0,7 dan bakteri gram negatif 0,93. Beberapa jenis bakteri pengecualian seperti *Staphylococcus aureus* tumbuh pada aw 0,85 serta bakteri yang dapat hidup pada kadar garam tinggi (bakteri halofilik) dapat tumbuh pada nilai aw yang lebih rendah yaitu 0,75.

Aw dibutuhkan untuk pembentukan spora, perkecambahan (germinasi) dan memproduksi toksin. Minimum aw untuk pertumbuhan bakteri pada kondisi ideal lebih rendah daripada kondisi tidak ideal. Misalnya aw untuk pertumbuhan strain bakteri pada pH 6,8 adalah 0,91, namun pada pH 5,5 membutuhkan aw 0,95 atau lebih. Apabila aw diturunkan dibawah level minimum untuk pertumbuhan mikroba sel mikroba masih dapat bertahan, namun pada kondisi penurunan aw secara drastis sel mikroba kehilangan viabilitasnya secara cepat kemudian lebih lambat.

Penurunan aw pada produk pangan dapat dilakukan dengan cara menambahkan senyawa atau zat-zat yang dapat mengikat air seperti garam, gula, protein atau polisakarida.

2.2 METODE PENGAWETAN BAHAN PANGAN

Untuk mempertahankan rasa dan aroma alami produk setelah proses pengolahan sangat penting untuk dilakukan . Berbagai metode pengawetan dapat digunakan dan masing-masing memiliki manfaat tersendiri. Pada umumnya metode pengawetan yang digunakan antara lain:

2.2.1 Asepsis

Asepsis adalah kondisi dimana tidak dijumpainya organisme patogen. Tindakan asepsis berarti menghilangkan mikroorganisme penyebab kerusakan pada bahan pangan. Tindakan ini dilakukan untuk mencegah kontaminasi mikroba dan penyebarannya dengan jalan menjaga hygiene perseorangan dan penerapan sanitasi bahan baku hingga proses pengolahan.

Secara umum, jaringan internal tanaman dan hewan adalah steril. Akan tetapi berbagai jenis mikroorganisme yang dapat menyebabkan kebusukan dan penyakit dapat ikut serta masuk kedalam bahan pangan dari sumber yang berbeda. Hal yang mustahil untuk mencegah mikroorganisme masuk kedalam bahan pangan, namun demikian sangat mungkin untuk mengendalikan jumlah mikroba dalam bahan pangan hingga batas minimum dan tidak membahayakan kesehatan. Pencucian dapat menghilangkan mikroba dan tanah yang menempel pada permukaan bahan pangan, namun tidak menjamin menghilangkan patogen secara menyeluruh. Oleh karena itu, perlu dilakukan penjagaan kebersihan (sanitasi) setelah pencucian.

2.2.2 Pengawetan dengan suhu tinggi

Pengawetan dengan suhu tinggi termasuk kedalam proses pengawetan yang menggunakan pemanasan (*heating*). Tujuan utama dari pemanasan adalah membunuh sel vegetative dan spora dari mikroorganisme termasuk khamir, kapang, bakteri dan virus. Contoh pengawetan dengan suhu tinggi yaitu pasteurisasi dan sterilisasi.

Pasteurisasi merupakan proses pemanasan dengan suhu sedang , biasanya dibawah 100 °C. Tujuan pasteurisasi adalah membunuh mikroba pathogen dan inaktivasi enzim. Proses pasteurisasi tidak mematikan semua mikroba dan bakteri pembentuk spora, oleh karena itu produk hasil pasteurisasi harus disimpan pada suhu rendah dengan penambahan pengawet, pengaturan pH dan aw untuk meminimalkan pertumbuhan mikroba.

Sterilisasi digunakan untuk membunuh semua mikroorganisme dengan perlakuan panas menggunakan suhu tinggi dan waktu tertentu. Faktor utama yang dijadikan sebagai kecukupan proses sterilisasi adalah inaktivasi bakteri-bakteri pembentuk spora seperti *Clostridium* dan *Bacillus*. Produk pangan hasil sterilisasi mempunyai umur simpan lebih lama serta dapat disimpan pada suhu ruang. Masalah utama pada sterilisasi produk pangan yang berwujud padat atau kental adalah laju penetrasi panas yang rendah sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan komponen nutrisi. Suhu yang lebih tinggi dengan waktu proses lebih pendek dapat diterapkan untuk mengatasinya. Metode ini merupakan dasar proses UHT (*Ultra High Temperature*) atau disebut juga pengolahan aseptis (*aseptic processing*). Secara umum perbedaan proses pasteurisasi dan sterilisasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Proses Pasteurisasi dan Sterilisasi

Pasteurisasi	Sterilisasi
Membunuh beberapa mikroba, terutama bakteri patogen	Membunuh seluruh mikroba
Suhu dibawah 100 °C	Suhu diatas 100 °C
Pada umumnya digunakan untuk mengawetkan buah	Pada umumnya digunakan untuk mengawetkan sayuran

Sumber: Reddy dan Sagar

2.2.3 Pengawetan dengan suhu rendah

Pertumbuhan mikroba dan reaksi enzimatik dapat dicegah pada bahan pangan yang disimpan pada suhu rendah. Penurunan suhu dapat menunda proses pembusukan oleh mikroba dan mencegah pertumbuhan mikroba patogen, namun sel mikroba dan spora tidak mati pada suhu rendah. Contoh pengawetan dengan suhu rendah adalah pendinginan dan pembekuan.

Pendinginan dan pembekuan merupakan metode pengawetan yang didasarkan pada pengambilan panas dari bahan pangan sehingga suhu produk menurun. Keuntungan metode ini adalah perubahan karakteristik produk dapat dijaga serendah-rendahnya. Pendinginan dapat mencegah pertumbuhan mikroba termofilik dan sebagian besar mikroba mesofilik, namun beberapa mikroba psikrofilik masih dapat tumbuh dan menyebabkan kebusukan. Pendinginan di bawah suhu 5 °C dapat menunda kebusukan oleh mikroba dan mencegah pertumbuhan mikroba patogen.

Berbeda dengan pendinginan, pada proses pembekuan suhu bahan pangan diturunkan di bawah titik beku, dimana sejumlah air dalam bahan pangan berubah menjadi kristal es. Pengaruh utama pembekuan terhadap kualitas bahan pangan adalah kerusakan sel yang diakibatkan oleh pertumbuhan kristal es, sehingga selama proses pencairan (*thawing*) tekstur produk menjadi lebih lunak. Hal ini dapat diatasi dengan cara pembekuan cepat (*quick frozen*) dimana kristal es yang terbentuk lebih kecil, sehingga kerusakan fisik setelah proses *thawing* dapat dihindari.

2.2.4 Pengawetan dengan bahan kimia

Mikroba pembusuk pada bahan pangan dapat dikendalikan dengan menggunakan bahan kimia. Mekanisme pengawetan dengan bahan kimia yaitu dengan jalam menghambat permeabilitas membrane sel mikroba dan aktivitas enzim. Namun, penggunaan bahan kimia sebagai pengawet tidak boleh membahayakan kesehatan dan tidak menyebabkan iritasi. Pengawetan bahan kimia yang banyak digunakan antara lain:

1. Benzoat

Asam benzoat secara alami terdapat pada stroberi, apel, cinnamon dan cengkeh. Namun, secara komersial asam benzoat tersedia dalam bentuk kristal halus berwarna keputihan sebagai natrium benzoat. Mekanisme antimikroba adalah dengan penurunan pH makanan sehingga dapat menghambat fungsi membrane sel mikroba. Konsentrasi penggunaan yang disarankan yaitu 500 hingga 2000 ppm

2. Nitrit dan Nitrat

Garam nitrit dan nitrat bersama dengan penggunaan garam, gula, rempah-rempah dan vitamin C dapat digunakan dalam pengolahan daging, unggas dan produk hasil perikanan untuk mengendalikan pertumbuhan dan produksi toksin oleh bakteri *Clostridium botulinum*. Mekanisme kerja senyawa ini belum diketahui, diduga bahwa nitrit dapat bereaksi dengan gugus sulfhidril (-SH) pada protein dan membentuk garam yang tidak dapat dimetabolisme oleh mikroba. konsentrasi penggunaan yang direkomendasikan adalah 200 ppm. Efek anti bakteri dapat ditingkatkan pada pH rendah.

3. Sulfit dan Sulfur dioksida

Natrium metabisulfit, natrium bisulfit, natrium sulfit dan sulfur dioksida digunakan untuk mengendalikan mikroba dalam sari buah, minuman, wine, sosis, acar dan udang segar. Konsentrasi yang direkomendasikan antara 200 hingga 300 ppm. Senyawa ini juga digunakan sebagai antioksidan untuk mencegah *browning* atau reaksi pencoklatan.

4. Paraben

Metil, etil, propil atau butyl paraben dapat digunakan sebagai pengawet dalam minuman beralkohol, selai dan jeli, acar dan permen. Senyawa ini efektif pada pH tinggi dan efektif terhadap bakteri, kapang dan khamir. Propil dan butyl paraben memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan mikroba lebih baik daripada yang lain. Konsentrasi yang digunakan berkisar antara 100 hingga 1000 ppm.

5. BHT, BHA dan TBHQ

Butilat hidroksianisol (BHS), Butilat hidroksitoluen (BHT) dan Tersier butyl hidroquinon (TBHQ) merupakan senyawa antioksidan yang dapat menghambat reaksi oksidasi lemak. Konsentrasi penggunaan yang diperbolehkan yaitu 200 ppm atau kurang. Senyawa ini dapat mencegah pertumbuhan dan produksi toksin oleh jamur. Efek antimikroba bertambah dengan adanya sorbat, namun berkurang pada makanan yang tinggi lemak dan pada suhu rendah

6. EDTA

Etilendiamintetraacetat digunakan sebagai bahan pengkelat logam melalui penghambatan viabilitas membrane sel mikroba melalui pembentukan kompleks kation divalen. Konsentrasi yang dianjurkan yaitu 100 ppm.

2.2.5 Pengawetan dengan pengeringan

Pengeringan merupakan metode pengawetan dengan mengurangi kadar airdari bahan pangan sehingga air yang dibutuhkan untuk aktivitas mikroorganisme tidak cukup. Agar bahan pangan yang dikeringkan menjadi awet, kadar air harus dijaga tetap rendah dengan cara penggunaan pengemasan yang tepat. Misalnya bahan pangan serbuk seperti tepung disimpan pada kontainer kering dan tertutup rapat agar tidak mudah menggumpal. Pengawetan dengan pengeringan akan dibahas lebih rinci pada bab 3.

2.2.6 Pengawetan dengan penyaringan

Metode ini digunakan untuk menjernihkan sari buah, minuman ringan dan wine. Proses penyaringan juga dapat digunakan untuk memproduksi konsentrat sari buah dengan kandungan vitamin lebih tinggi dan citarasa lebih baik. Penyaringan ultra dengan pori-pori lebih kecil dapat digunakan untuk menyaring kapang, khamir dan spora. Metode ini juga digunakan untuk menyaring debu dari udara pada susu sebelum proses pengeringan menggunakan pengering semprot (*spray drying*).

2.2.7 Pengawetan dengan karbonasi

Karbonasi adalah proses pembentukan gas karbondioksida (CO₂) dalam larutan atau minuman yang menghasilkan gelembung dan memberikan karakteristik rasa menggigit pada saat diminum (efek *sparkle*). Keuntungan lain dari karbonasi adalah menciptakan kondisi anaerobik sehingga mengurangi reaksi oksidasi dan mencegah pencoklatan (*browning*).

CO₂ dapat digunakan sebagai bahan pengawet untuk daging dan produk daging karena mempunyai pengaruh bakteriostatik dan fungistatik. CO₂ menghambat pertumbuhan beberapa bakteri anaerobik, ragi dan jamur. Bakteri fakultatif bisa juga dihambat oleh CO₂ sedangkan bakteri asam laktat dan bakteri anaerobik tidak terpengaruh oleh CO₂. Konsentrasi maksimum yang digunakan adalah 25%.

2.2.8 Pengawetan dengan Gula

Gula yang umum dijumpai adalah fruktosa (levulosa, gula buah), maltosa (gula malt), laktosa (gula susu), glukosa (dekstrosa) dan sakarosa (sukrosa, gula meja yang biasa kita kenal). Sakarosa terutama digunakan dalam berbagai makanan olahan. Gula ini bisa didapatkan dari tebu ataupun dari bit.

Gula tidak hanya digunakan dalam makanan karena rasanya yang manis, tetapi juga karena hasil reaksi yang terjadi selama pemanasan, berupa karamel dan produk *Maillard*. Karamel diperoleh dari pemanasan gula secara langsung tanpa adanya bahan tambahan ataupun air. Karamel yang dihasilkan berwarna coklat hingga hitam dan memiliki rasa yang lezat. Produk *Maillard* dihasilkan dari pemanasan gula dan protein. Ini merupakan reaksi yang sangat kompleks, menghasilkan berbagai cita rasa yang khas seperti *flavor* roti, *cookies*, *popcorn* dan daging goreng.

Gula dapat menyerap dan mengikat air dalam bahan pangan sehingga air yang dibutuhkan oleh pertumbuhan mikroba tidak tersedia dan terjadi proses osmosis dari mikroba. Sirup, jam, jeli, marmalade dan permen adalah bahan pangan yang diawetkan

dengan gula. Gula merupakan bagian dasar yang penting pada berbagai makanan olahan. Permen tanpa gula akan kehilangan volumenya hingga 60%, sedangkan berbagai jenis cake akan kehilangan 15-30% volumenya tanpa adanya gula.

Apabila gula ditambahkan kedalam bahan makanan dengan konsentrasi tinggi (40%) maka sebagian dari air yang ada menjadi tidak tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas air (aw) dari bahan tersebut menjadi berkurang. Larutan gula yang pekat mempunyai tekanan osmotik yang tinggi. Konsentrasi gula yang dibutuhkan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme bervariasi tergantung jenis dan kandungan zat-zat yang terdapat dalam bahan pangan, tetapi umumnya 70% larutan gula akan menghentikan pertumbuhan mikroba. Dalam konsentrasi dibawah 70% larutan gula masih efektif menghentikan kegiatan mikroba tetapi untuk jangka waktu yang pendek

2.2.9 Pengawetan dengan Fermentasi

Mikroba sensitif terhadap asam karena dapat menyebabkan denaturasi protein bakteri. Asam yang dihasilkan oleh salah satu mikroba selama fermentasi biasanya akan menghambat perkembangbiakan mikroba lainnya. Oleh karena itu fermentasi dapat digunakan untuk mengawetkan bahan pangan dengan cara melawan bakteri proteolitik atau bakteri pembusuk lainnya.

Fermentasi adalah proses dekomposisi karbohidrat oleh mikroba atau enzim. Melalui cara bahan makan diawetkan dengan asam organik dan alkohol yang terbentuk selama proses fermentasi oleh mikroba. Produk hasil fermentasi harus di simpan pada kemasan yang kedap udara untuk menghindari proses fermentasi lebih lanjut. Wine, bir, vinegar, kefir dibuat melalui proses ini. 14 % alkohol dapat mengawetkan wine dimana khamir dan kapang tidak dapat tumbuh, dan sekitar 2 % asam asetat mencegah kebusukan pada berbagai produk.

2.2.10 Pengawetan dengan Garam

Garam dapur (NaCl) banyak digunakan dalam industri pangan. Garam dengan konsentrasi rendah berfungsi sebagai pembentuk cita rasa, sedangkan dalam konsentrasi cukup tinggi mampu berperan sebagai pengawet. Garam pada konsentrasi 15 hingga 25 % dapat digunakan untuk menghambat reaksi pencoklatan enzimatis dan perubahan warna serta dapat berfungsi sebagai antioksidan. Mekanisme penghambatan oleh garam melalui beberapa cara yaitu:

1. Dapat meningkatkan tekanan osmosis sehingga mengakibatkan plasmolisis dari sel mikroba.
2. Hidrasi ion, garam akan terionisasi dan menarik sejumlah molekul air
3. Penguraian ion klorida yang memiliki kekuatan sebagai pengawet sehingga berbahaya bagi mikroba
4. Mengurangi kelarutan oksigen dalam air, kepekaan sel terhadap karbon dioksida dan mengganggu aktifitas enzim proteolitik.

Garam berperan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme pencemar tertentu. Selain itu juga berfungsi untuk menghilangkan getah, memperbaiki rasa dan mengurangi daya larut oksigen dalam air, sehingga buah akan nampak selalu segar. Efek dari garam sebagai pengawet adalah sifat osmotiknya yang tinggi sehingga memecahkan membran sel mikroba, sifat hidroskopisnya menghambat aktifitas enzyme proteolitik dan adanya ion Cl yang terdisosiasi. Bila mikroorganisme ditempatkan dalam larutan garam pekat (30 - 40%), maka air dalam sel akan keluar secara osmosis dan sel mengalami plasmolisis serta akan terhambat dalam perkembangbiakannya.

Mikroorganisme memiliki toleransi yang berbeda-beda terhadap tekanan osmosis larutan gula atau garam. Ragi dan kapang lebih toleran daripada bakteri, sehingga ragi dan kapang sering ditemukan di atas makanan yang mempunyai kadar gula dan garam tinggi dimana bakteri akan terhambat pertumbuhannya, misalnya pada manisan buah-buahan, ikan asin atau dendeng.

2.2.11 Pengawetan dengan Asam

Lingkungan asam (pH rendah) dapat menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk. Untuk menciptakan lingkungan asam pada bahan makanan dapat menggunakan asam organik sebagai bahan tambahan pangan (BTP). Asam organik yang terdapat dalam makanan dapat diperoleh melalui tiga cara yaitu:

1. Terdapat secara alami pada bahan pangan itu sendiri seperti asam sitrat pada buah jeruk dan asam benzoat pada stroberi
2. Diproduksi oleh bakteri pada proses fermentasi dengan starter yang berbeda seperti asam asetat dan asam laktat
3. Ditambahkan sebagai BTP untuk menurunkan pH seperti asam propionate, asam sorbet, asam benzoat dan garamnya serta turunan dari asam benzoate (misalnya: paraben).

2.2.12 Pengawetan dengan Minyak dan Rempah-rempah

Lapisan permukaan bahan pangan pada kondisi anaerobik dapat menghambat pertumbuhan jamur. Pikel yang ditambahkan minyak di atasnya dapat disimpan lebih lama. Rempah-rempah seperti kunyit dan lada memiliki sifat bakteristatik yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba disamping fungsi utamanya yaitu memberi citarasa khas pada makanan.

2.2.13 Pengawetan dengan Antibiotik

Hasil metabolisme mikroba yang ditemukan beberapa diantaranya bersifat membunuh kuman dan disebut sebagai antibiotik. Beberapa jenis antibiotik dapat digunakan untuk mengawetkan buah, sayur dan produk olahannya seperti nisin, subtilin, natamycin dan tylosin.

Nisin merupakan antibiotik yang diproduksi oleh *Streptococcus lactis* yang umumnya ditemukan dalam susu, keju dan produk susu fermentasi dapat digunakan untuk pengawet. Stabil pada kondisi asam, tidak beracun dan tidak memiliki

efek samping terhadap kualitas sensoris produk. Nisin menekan pertumbuhan organisme pembusuk dan pembentukan toksin bakteri *C. botulinum* yang biasanya terdapat pada makanan kaleng.

Subtilin adalah antibiotik yang dihasilkan dari strain *Bacillus subtilis* digunakan untuk mengawetkan asparagus, jagung dan kacang polong. Natamycin diproduksi oleh *Streptomyces natalensis* sebagai zat antifungi dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan jamur dan pembentukan mikotoksin pada permukaan keju, sosis dan kacang. Tylosin merupakan antibiotik yang peka terhadap panas, dapat digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba pada makanan kaleng berasam rendah.

2.2.14 Pengawetan dengan Penyinaran

Sterilisasi makanan menggunakan radiasi ion merupakan metode baru yang dikembangkan belum memperoleh penerimaan secara menyeluruh. Efek berbahaya pada tubuh manusia dari ledakan radiasi nuklir meningkatkan ketakutan bagi banyak orang. Metode pengawetan menggunakan penyinaran dapat pula disebut sterilisasi dingin (*cold sterilization*) artinya makanan bebas dari mikroba tanpa perlakuan suhu tinggi.

Metode pengawetan makanan menggunakan radiasi ion, dosis radiasi perlu dikendalikan agar cukup untuk memusnahkan mikroba patogen dan bakteri penyebab kebusukan serta inaktivasi enzim. Intensitas radiasi, jumlah radiasi ion yang terserap dan lama penyinaran juga harus dikontrol. Energi radiasi harus menjangkau setiap bagian produk untuk memastikan semua mikroba terbunuh. Radiasi ion dapat digunakan untuk sterilisasi makanan yang dikemas hermetis.

Dosis radiasi adalah jumlah energi radiasi yang diserap ke dalam bahan pangan dan merupakan faktor kritis pada iradiasi pangan. Seringkali untuk tiap jenis pangan diperlukan dosis khusus untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Jika dosis radiasi yang digunakan kurang dari yang diperlukan, efek yang diinginkan tidak akan tercapai. Sebaliknya jika dosis berlebihan, pangan mungkin akan rusak sehingga tidak dapat

diterima konsumen. Besarnya dosis radiasi yang dipakai dalam pengawetan makanan tergantung pada jenis bahan makanan dan tujuan iradiasi (Tabel 2).

Tabel 2. Penerapan Dosis Iradiasi pada Produk Pangan

Tujuan	Dosis (kGy)	Produk
Dosis rendah (s/d 1 kGy) - Pencegahan pertunasan	0,05-0,15	Kentang, bawang putih, bawang Bombay, jahe
- Pembasmian serangga dan parasit	0,15-0,50	Sereal, kacang-kacangan, buah segar dan kering, ikan, daging kering
- Perlambatan proses fisiologis	0,50-1,00	Buah dan sayur segar
Dosis sedang (1-10 kGy) - Perpanjangan masa simpan	1,00-3,00	Ikan, arbei segar
- Pembasmian mikroorganisme perusak dan patogen	1,00-7,00	Hasil laut segar dan beku, daging unggas segar/beku
- Perbaikan sifat teknologi pangan	2,00-7,00	Anggur (meningkatkan sari), sayuran kering (mengurangi waktu pemasakan)
Dosis tinggi ¹ (10-50 kGy)		
- Pensterilan industri	10-50	Daging, daging unggas, hasil laut, makanan siap hidang, makanan steril
- Pensterilan bahan tambahan makanan tertentu dan komponennya		

Keterangan: ¹hanya digunakan untuk tujuan khusus, Komisi Codex Alimentarius gabungan FAO/WHO belum menyetujui penggunaan dosis ini Sumber: Indraswati, 2015.

2.3 Efek Pengawetan

Pengawetan bahan pangan dapat menyebabkan perubahan-perubahan produk seperti karakteristik fisiko-kimia maupun nutrisi. Perubahan yang terjadi tergantung pada metode yang digunakan, jenis bahan yang diawetkan serta perlakuan sebelum pengawetan (*preprocessing preparation*).

2.3.1 Aktivitas Mikroba dan Enzim

Proses pengawetan dirancang untuk menghilangkan atau menurunkan sejumlah mikroba hingga kadar yang dapat diterima serta tidak membahayakan kesehatan. Metode pengawetan digunakan untuk menciptakan kondisi yang dapat menghambat pertumbuhan bahkan membunuh mikroba patogen dan pembusuk sampai batas waktu tertentu. Beberapa metode pengawetan hanya menghambat pertumbuhan mikroba patogen dan pembusuk, namun tidak membunuhnya sehingga mikroba masih dapat tumbuh dan berkembangbiak. Untuk mengatasinya dibutuhkan metode pengawetan tambahan agar produk tetap memiliki masa simpan yang panjang.

Selain itu, inaktivasi enzim perlu diperhatikan selama proses pengawetan. Beberapa enzim seperti peroksidase, lipooksigenase, pektinesterase dan fosfatase dapat menyebabkan perubahan mutu produk selama penyimpanan. Enzim memiliki ketahanan terhadap panas lebih tinggi daripada mikroba, dimana peningkatan suhu terhadap penurunan aktivitas enzim sekitar 30 °C, sedangkan mikroba yaitu 10 °C. Hal inilah yang mendasari inaktivasi enzim sering digunakan sebagai dasar kecukupan proses termal. Ketidackukupan panas untuk inaktivasi enzim dapat menyebabkan adanya residu aktivitas enzim.

Kebanyakan metode pengawetan bahan pangan merupakan kombinasi (*hurdle concept*) dari dua atau lebih dasar-dasar pokok misalnya selai dapat tahan terhadap mikroorganisme karena pH nya rendah, kadar gulanya tinggi, aktivitas air (aw) rendah, pemanasan saat dimasak, dan juga tekanan oksigen yang rendah (jika dikemas selagi panas, dalam kemasan hermetis).

2.3.2 Nilai Nutrisi

Nutrisi bahan pangan secara umum diklasifikasikan sebagai karbohidrat, lemak, protein, vitamin dan mineral. Pada metode pengawetan menggunakan suhu tinggi, kehilangan zat gizi akibat panas relatif lebih tinggi daripada pengawetan menggunakan suhu rendah. Misalnya pada proses blansing, kehilangan nutrisi dapat mencapai 40 % untuk vitamin dan mineral (terutama vitamin B kompleks dan vitamin C), 35 % gula, 20 % protein dan asam amino. Sedangkan pada pengawetan dengan suhu rendah, kandungan nutrisi produk dapat dipertahankan atau hanya sedikit mengalami perubahan.

2.3.3 Sifat Organoleptik

Perubahan sifat organoleptik merupakan akumulasi berbagai perubahan yang terjadi selama proses pengawetan seperti kehilangan air, denaturasi protein, pelelehan, gelatinasi pati dan restrukturisasi lemak. Perubahan komponen makromolekul tersebut menyebabkan perubahan tekstur dan citarasa produk. Selain itu, beberapa pigmen dapat rusak sehingga menyebabkan perubahan warna yang juga berperan terhadap sifat organoleptik produk.

2.3.4 Optimasi Mutu

Upaya untuk mencegah hilangnya atau berkurangnya kandungan gizi dalam pengolahan dan pengawetan makanan, serta untuk mencegah perubahan organoleptik seperti tekstur, rasa, warna dan aroma dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Menggunakan teknik pengolahan dan pengawetan yang berorientasi gizi
2. Suplementasi bahan gizi
3. Penggunaan bahan tambahan makanan yang aman bagi kesehatan

3. PENDINGINAN

Pendinginan merupakan metode pengawetan dengan cara pengurangan kadar air dari bahan pangan sehingga daya simpan menjadi lebih panjang. Perpanjangan daya simpan terjadi karena aktivitas mikroorganisme dan enzim menurun sebagai akibat dari air yang dibutuhkan untuk aktivitasnya tidak cukup.

Selain bertujuan untuk mengawetkan, pendinginan juga bertujuan untuk mengurangi volume dan berat produk. Implikasi pengurangan volume dan berat produk terhadap biaya produksi, distribusi, dan penyimpanan dapat mereduksi biaya operasional. Tujuan lain dari pendinginan adalah untuk diversifikasi produk seperti inovasi pada produk sereal instan (*instant cereal*) dan minuman instan (*instant beverage*).

Kecuali itu, banyak bahan-bahan yang hanya dapat di pakai apabila telah di keringkan, misalnya tembakau, kopi, teh, dan biji-bijian. Di samping keuntungankeuntungannya, pendinginan juga mempunyai beberapa kerugian yaitu karena sifat asal bahan yang di keringkan dapat berubah, misalnya bentuknya, sifat-sifat fisik dan kimianya, penurunan mutu dan sebagainya. Kerugian yang lainnya juga disebabkan beberapa bahan kering perlu pekerjaan tambahan sebelum di pakai, misalnya harus di basahkan kembali (*rehidrasi*) sebelum di gunakan.

3.1 Prinsip Pengeringan

Agar pengeringan dapat berlangsung, harus di berikan energi panas pada bahan yang di keringkan, dan di perlukan aliran udara untuk mengalirkan uap air yang terbentuk keluar dari daerah pengeringan. Penyedotan uap air ini dapat juga di lakukan secara vakum. Pengeringan dapat berlangsung dengan baik jika pemanasan terjadi pada setiap tempat dari bahan tersebut, dan uap air yang di ambil berasal dari semua permukaan bahan tersebut.

Prinsip proses pengeringan akan melibatkan dua kejadian yaitu panas harus diberikan pada bahan yang akan di keringkan dan air harus dikeluarkan dari dalam bahan. Dua fenomena ini menyangkut pindah panas ke dalam dan pindah massa keluar.

Peristiwa yang terjadi selama proses pengeringan adalah:

1. Proses pemindahan panas, yaitu proses yang terjadi akibat perbedaan temperatur. Panas yang dialirkan pada bahan akan meningkatkan suhu bahan sehingga tekanan uap air dalam bahan lebih tinggi dari tekanan uap air di udara.
2. Proses pemindahan massa, yaitu proses yang terjadi akibat kelembaban relatif udara pengering lebih rendah daripada kelembaban relatif bahan. Panas yang dialirkan diatas permukaan bahan akan meningkatkan uap air bahan sehingga tekanan uap air bahan akan lebih tinggi dari tekanan uap udara pengering.

Proses terjadinya pindah panas dari alat pengering dan difusi air (pindah massa) dari bahan yang dikeringkan mengakibatkan perubahan fase air dari cair menjadi uap atau dari beku menjadi uap (pada pengeringan beku). Proses perubahan tersebut dapat dicapai dengan beberapa cara yaitu:

1. Konduksi dengan cara kontak dengan plat panas seperti pada oven pengering
2. Konveksi dari udara panas seperti pada pengering kabinet
3. Radiasi sinar inframerah
4. Energi gelombang mikro seperti pada *microwave*

Proses pengeringan dapat dipercepat dengan menggunakan kondisi vakum dimana titik didih air mengalami penurunan sehingga perubahan fase air dari cair menjadi uap lebih cepat tercapai.

3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan antara lain adalah luas permukaan benda, suhu pengeringan, aliran udara, kelembaban udara, tekanan atmosfer dan lama pengeringan.

3.2.1 Luas Permukaan

Semakin besar /tinggi luas permukaan bahan, maka semakin cepat pula proses pengeringannya. Luas permukaan yang tinggi menyebabkan permukaan yang kontak dengan medium pemanas semakin banyak. Selain itu, luas permukaan yang tinggi juga menyebabkan air lebih mudah berdifusi atau menguap dari bahan pangan sehingga kecepatan penguapan air lebih tinggi dan bahan menjadi lebih cepat kering.

Teknik yang digunakan untuk memperluas permukaan bahan ketika dikeringkan antara lain dengan cara pengecilan ukuran bahan (baik dengan cara diiris, dipotong atau digiling). Ukuran bahan yang kecil memungkinkan penurunan jarak tempuh panas yang bergerak menuju pusat bahan pangan, demikian pula dengan jarak pergerakan air dari pusat bahab pangan ke permukaan bahan menjadi lebih pendek.

Teknik lain yang dapat digunakan untuk memperluas permukaan bahan adalah pada metode pengeringan buih (*foam mat drying*). Pada metode pengeringan buih, luas permukaan bahan ditingkatkan dengan mengubah sistem bahan misalnya dari suspense

atau larutan menjadi buih. Proses pembuihan dapat dilakukan dengan menambahkan bahan pembuih (*foaming agent*) seperti putih telur.

3.2.2 Suhu Pengeringan

Pada umumnya, semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan akan semakin cepat pula proses pindah panas ke bahan sehingga semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan dan bahan menjadi lebih cepat kering. Apabila udara yang digunakan sebagai medium pemanas, maka faktor lain yang penting untuk diperhatikan adalah kecepatan pergerakan udara. Selama proses pengeringan, air dikeluarkan dari bahan pangan berupa uap air. Uap air ini harus segera dikeluarkan dari atmosfer disekitar bahan pangan agar udara di sekitar bahan tidak menjadi jenuh oleh uap air. Udara lembab yang hampir jenuh dengan uap air dapat menghambat penguapan air dari bahan pangan dan memperlambat proses pengeringan.

Semakin tinggi suhu udara, semakin banyak uap air yang dapat ditampung oleh udara tersebut sebelum terjadi kejenuhan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa udara bersuhu tinggi lebih cepat mengeluarkan air dari bahan pangan dan mempercepat proses pengeringan. Selain itu, kecepatan pengeringan juga dipengaruhi oleh volume udara. Semakin tinggi volume udara sebagai medium pemanas mengakibatkan proses kejenuhan oleh uap air semakin lambat sehingga proses pengeringan lebih cepat.

3.2.3 Aliran Udara

Udara yang bergerak atau aliran udara (sirkulasi udara) akan lebih cepat mengambil uap air dibandingkan dengan udara diam. Pada proses pergerakan udara, uap air dari bahan yang dikeringkan akan keluar dan terjadi mobilitas yang menyebabkan udara tidak pernah mencapai titik jenuh. Semakin cepat pergerakan udara/aliran udara, semakin cepat pula proses pengeringan. Beberapa jenis pengering yang menggunakan aliran udara/udara yang bergerak antara lain: pengering kabinet,

pengering terowongan, pengeringan udara panas, pengeringan ban berjalan dan pengeringan semprot.

3.2.4 Kelembaban Udara

Ketika kelembaban udara (RH) pada alat pengering rendah dibandingkan dengan RH lingkungan maka kemampuan udara panas dalam menguapkan air bahan dalam ruang pengering lebih besar sehingga akan mengakibatkan laju pengeringan semakin tinggi hal ini karena suhu pada alat semakin besar. Udara yang kering (kelembaban rendah) mempunyai konsentrasi uap air yang belum mencapai titik jenuh. Semakin kering udara tersebut, maka semakin tinggi kecepatan pengeringan. Hal ini disebabkan karena udara yang kering lebih cepat mengambil uap air sehingga kecepatan pengeringan lebih tinggi.

Kelembaban udara juga menentukan kadar air akhir dari bahan setelah dikeringkan. Bahan pangan yang telah dikeringkan dapat menyerap air dari udara disekitarnya (bersifat higroskopis). Jika udara disekitar bahan yang telah dikeringkan tersebut mengandung uap air tinggi (lembab), maka kecepatan penyerapan uap air oleh bahan pangan tersebut semakin tinggi. Proses ini akan terhenti apabila kesetimbangan kelembaban nisbi bahan pangan tercapai artinya pada suhu tertentu, kelembaban bahan pangan dan kelembaban udara disekitarnya dalam kondisi setimbang dimana tidak terjadi penguapan air dari bahan pangan ke udara dan tidak terjadi penyerapan uap air dari udara oleh bahan pangan.

Kelembaban nisbi udara lebih kecil dari kelembaban nisbi bahan yang dikeringkan, penguapan air dari bahan masih dapat terjadi. Sebaliknya, jika kelembaban nisbi udara lebih tinggi daripada kelembaban nisbi bahan, maka terjadi proses penyerapan uap air dari udara oleh bahan. Pada keadaan ini tidak terjadi proses pengeringan, namun justru terjadi peningkatan kadar air bahan.

3.2.5 Tekanan Atmosfer

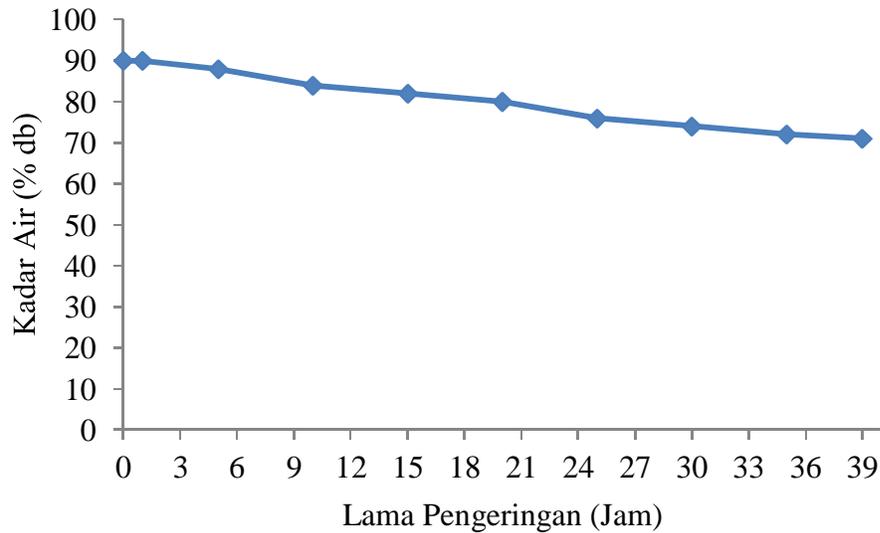
Pada tekanan udara satu atm (760 cmHg) air mendidih pada suhu 100 °C di ketinggian nol meter dari permukaan laut. Apabila tekanan udara lebih rendah dari satu atm, air lebih cepat mendidih dan titik didih air lebih rendah dari 100 °C. Jika pengeringan bahan dilakukan pada suhu konstan dan tekanan diturunkan, maka kecepatan penguapan akan lebih tinggi. Prinsip ini yang mendasari perancangan alat pengering subatmosferik yaitu penggunaan tekanan udara dibawah satu atm.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa pengeringan pada kondisi tekanan udara dibawah satu atm (vakum) menyebabkan suhu yang digunakan untuk proses pengeringan lebih rendah dan bahan yang dikeringkan lebih cepat mengering. Suhu rendah dengan kecepatan pengeringan yang tinggi diperlukan untuk mengeringkan bahan pangan yang peka terhadap panas.

3.2.6 Lama Pengeringan

Lama pengeringan juga akan berpengaruh terhadap penurunan kadar air bahan yang dikeringkan, semakin lama waktu pengeringan maka suhu yang ada di dalam ruang pengering semakin meningkat. Waktu pengeringan menentukan lama kontak bahan pangan yang dikeringkan dengan panas. Karena sebagian besar bahan pangan sensitif terhadap panas, maka waktu pengeringan yang digunakan harus maksimum, dimana kadar air akhir dari bahan yang dikeringkan tercapai dengan lama pengeringan yang pendek.

Pengeringan dengan suhu tinggi dan waktu yang pendek dapat menekan kerusakan bahan pangan apabila dibandingkan waktu pengeringan yang lebih lama dengan suhu lebih rendah. Misalnya, jika kita ingin mengeringkan kacang-kacangan, pengeringan dengan pengering kabinet pada suhu 80 °C selama empat jam akan menghasilkan kacang kering yang memiliki kualitas lebih baik bila dibandingkan dengan penjemuran selama dua hari. Untuk mengetahui hubungan waktu dengan penurunan kadar air bahan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Air Bahan dan Lama Pengeringan (modifikasi Zamhir dkk., 2016)

3.3 METODE PENGERINGAN

Berdasarkan proses pengeringan yang terjadi atau sumber energi yang digunakan untuk mengeringkan, metode pengeringan dapat diklasifikasikan menjadi tiga tipe berikut ini.

1. Pengeringan matahari
2. Proses pengeringan atmosferik, yaitu pengeringan pada kondisi tekanan 1 atm tanpa diberikan perlakuan vakum. Contoh pengeringan yang menggunakan metode ini adalah :
 - a. Sistem *batch* : kiln, tower, pengeringan cabinet
 - b. Sistem kontinyu : pengeringan terowongan, ban berjalan, semprot, drum/berputar
3. Pengeringan subatmosferik, yaitu kondisi pengeringan dengan pengurangan tekanan udara sampai vakum. Pengeringan yang termasuk ke dalam jenis ini adalah pengeringan vakum dan pengeringan beku. Pengeringan vakum merupakan metode pengeringan dalam wadah (*Chamber*) pada kondisi vakum, yaitu tekanan yang digunakan dikurangi di bawah tekanan atmosfer untuk menghilangkan air

dari bahan pada suhu di bawah titik didih air. Sedangkan pengeringan beku merupakan metode pengeringan produk yang dibekukan, kemudian dikeringkan (air dihilangkan) melalui proses sublimasi. Sublimasi merupakan perubahan fase air dari padat atau beku menjadi fase gas atau uap.

Proses sublimasi dilakukan pada kondisi sangat vakum

3.4 JENIS PENGERINGAN

Pemilihan jenis pengeringan yang sesuai untuk suatu produk pangan ditentukan oleh kualitas produk akhir yang diinginkan, sifat bahan pangan yang dikeringkan, dan biaya produksi atau pertimbangan ekonomi. Beberapa cara pengeringan yang biasa digunakan secara komersial adalah seperti di bawah ini :

3.4.1 Penjemuran (*Sun drying*)

Metode pengeringan ini menggunakan radiasi sinar matahari. Penjemuran merupakan jenis pengeringan tradisional yang tidak memerlukan peralatan khusus dengan biaya operasional murah. Metode ini merupakan metode pengeringan lambat, serta tidak cocok untuk produk dengan mutu baik. Produk yang dikeringkan dengan metode ini masih memiliki kadar air yang tinggi, seperti pada pengeringan buahbuahan kering mempunyai kadar air 15-20 % sehingga masih memiliki umur simpan yang terbatas.

Proses penjemuran sangat bergantung pada cuaca. Paparan terhadap cahaya matahari dan panas dapat menyebabkan penurunan nilai gizi produk dan komponen lain. Masalah lain yang sering terjadi selama proses penjemuran yaitu terjadi kontaminasi pada saat penjemuran seperti kontaminasi oleh debu, kotoran dan serangga.

3.4.2 Pengeringan Matahari (*Solar Drying*)

Metode pengeringan ini menggunakan energi matahari, yang biasanya dikombinasikan dengan sumber energi lain. Energi panas matahari dikumpulkan dalam satu alat yang disebut *solar collector*. Contoh pengeringan jenis ini adalah pengering efek rumah kaca yang memanfaatkan energi matahari/surya dengan penutup transparan pada dinding bangunan. Untuk mempercepat proses pengeringan, dapat menggunakan nampan (*tray*) yang dapat menyerap panas.

Perubahan intensitas cahaya matahari merupakan salah satu faktor penting dalam perubahan suhu pengeringan, semakin tinggi intensitas cahaya matahari semakin tinggi pula suhu ruang pengering. Suhu udara yang masuk kedalam ruang pengering kemudian dirubah menjadi energi gelombang panjang yang dapat memancarkan panas serta dapat memanaskan udara di dalam alat pengering secara terus-menerus.

3.4.3 Pengeringan Udara Panas (*Hot air Drying*)

Metode ini menggunakan udara panas yang dihembuskan diatas permukaan produk. Produk pangan yang dikeringkan diletakkan pada rak yang tersusun dalam alat pengering. Udara panas sebagai media pengering dapat dihasilkan dari pembakar gas, dimana udara panas yang dihasilkan dialirkan ke bagian atas alat.

3.4.4 Pengeringan Kabinet (*Cabinet Drying*)

Metode ini menggunakan sistem *batch* dengan suhu konstan. Alat ini terdiri dari ruang tertutup dengan alat pemanas, alat pengatur kecepatan udara, *inlet* dan *outlet* udara. Untuk mempercepat proses pengeringan dapat menggunakan kipas untuk mempercepat pergerakan udara/sirkulasi udara. Alat pengering ini biasanya digunakan untuk pengembangan produk baru sebelum diproduksi dalam skala besar.

3.4.5 Pengereng Terowongan (*Tunnel Drying*)

Peralatan ini mirip dengan pengereng kabinet, tetapi pengoperasiannya bersifat kontinyu. Produk yang dikeringkan diletakkan dalam rak-rak yang berjalan atau konveyor. Udara panas dihembuskan diatas permukaan bahan. Jenis pengeringan ini dapat mengeringkan prosuk secara cepat dengan hasil seragam tanpa menyebabkan kerusakan produk sehingga cocok digunakan untuk mengeringkan buah-buahan.

3.4.6 Pengerengan Ban Berjalan (*Conveyor Drying*)

Pengerengan jenis ini menggunakan ban berjalan yang membawa produk melalui terowongan dengan udara panas yang bersirkulasi. Proses pengeringan dapat diatur dengan membagi sistem pengeringan menjadi beberapa bagian. Metode pengeringan ini sesuai untuk mengeringkan bahan pangan dengan jumlah besar.

3.4.7 Pengerengan Semprot (*Spray Drying*)

Pada proses pengeringan semprot, cairan disemprotkan melalui *nozel* atau *atomizer* dengan tekanan ke udara panas, partikel-partikel kering jatuh ke dasar ruang pengereng. Butiran halus cairan secara cepat mengering menghasilkan produk kering yang bersifat serbuk/bubuk. Proses pengeringan jenis ini dapat digunakan untuk menghasilkan susu bubuk atau serbuk buah.

3.4.8 Pengerengan Drum (*Drum Drying*)

Pengerengan jenis ini sesuai untuk berbagai jenis produk pangan dalam bentuk cair, bubur (*slury*) atau *puree*. Selama proses pengeringan, cairan dituangkan pada permukaan drum berputar yang sangat panas, hingga membentuk lapisan tipis. Lapisan tipis bahan tersebut mengalami pengeringan ketika drum berputar dalam waktu dua hingga beberapa menit. Lapisan yang telah mengering, dipotong oleh pisau pemotong yang berada pada bagian bawah drum membentuk serpihan-serpihan produk. Untuk

memperoleh produk berupa serbuk/tepung, serpihan-serpihan tersebut kemudian digiling.

3.4.9 Pengeringan Vakum (*Vacuum Drying*)

Pengeringan vakum dapat dilakukan pada suhu yang lebih rendah. Pada kondisi ini, air menguap pada suhu yang lebih rendah sehingga kerusakan zat gizi akibat panas dapat dimimimalkan. Pengeringan vakum dapat digunakan untuk mengeringkan berbagai jenis produk pangan yang peka terhadap panas dan proses oksidasi.

3.4.10 Pengeringan Beku (*Freeze Drying*)

Pada pengeringan beku, air diuapkan dari bahan dengan cara sublimasi. Metode pengeringan ini merubah air dalam bentuk padat (es) dirubah menjadi uap air tanpa melalui perubahan menjadi cairan terlebih dahulu. Pada pengeringan beku, lapisan es secara bertahap meninggalkan bagian dalam produk dalam bentuk uap air dan menghasilkan rongga (pori-pori) tanpa terbentuk kerutan.

Hasil pengeringan diperoleh produk kering dengan struktur berpori dan ringan. Produk hasil pengeringan beku merupakan produk dengan kualitas sangat baik, karena dapat direkonstitusi dan di rehidrasi dengan baik sehingga dapat mengembalikan kondisi pangan seperti kondisi semula.. Hal penting lain berkaitan dengan *freeze drying* adalah operasi proses ini pada suhu yang relatif rendah, dan apabila diaplikasikan pada bahan pangan yang peka terhadap panas maka bahan pangan tersebut akan utuh dan tidak rusak.

Freeze drying umumnya lebih dapat diterima sebagai pengawet cita rasa makanan beku yang lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya. *Freeze drying* memberikan hasil yang baik dalam hal pengawetan pangan, seperti aroma dan rasa yang tahan lama, memiliki sifat rehidrasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode pengeringan lainnya.

3.4.11 Pengeringan Gelombang Mikro (*Microwave Drying*) dan Pengeringan Vakum Gelombang Mikro (*Microwave Vacuum Drying*)

Metode pengeringan ini menggunakan gelombang elektromagnetik. Proses pengeringan lebih cepat 70 hingga 90 % dibandingkan dengan pengeringan udara panas dan nutrisi serta sifat fungsional produk dapat dipertahankan. Gelombang mikro merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang pendek. Teknologi pengeringan gelombang mikro didasarkan pada fenomena fisik yang dihasilkan dari interaksi gelombang elektromagnetik dengan bahan pangan, dimana bahan yang menyerap gelombang mikro merubah energy radiasi menjadi panas.

Pada bahan pangan, komponen-komponen polar seperti air berinteraksi dengan gelombang mikro. Ketika molekul air terpapar medan gelombang mikro, menyebabkan perubahan arah medan magnet sehingga molekul air berupaya menyesuaikan diri. Pada saat molekul air berputar/beragitasi dihasilkan energi kinetik berupa panas.

Pengeringan vakum gelombang mikro berpotensi diterapkan pada pengeringan buah-buahan dan konsentrat jus buah. Pada proses pengeringan ini, konsentrat jus buah dipompakan pada wadah vakum. Konsentrat jus buah mengalami proses pembuihan (*foam*) akibat pengaruh gelombang mikro. Kondisi pengeringan vakum gelombang mikro 48 kW, 2.450 MHz selama 40 menit menghasilkan produk konsentrat jus buah kering dengan kadar air 2%.

3.4.12 Pengeringan- Pembekuan (*Dehydrofreezing*)

Metode pengeringan ini merupakan metode kombinasi pengeringan dan pembekuan. Metode ini terdiri dari pengeringan bahan pangan sampai kadar air bahan turun menjadi 50% dari kadar air awal, kemudian dilanjutkan proses pembekuan cepat dengan metode pembekuan standar misalnya pembekuan semprotan udara (*air blast freezing*). Kualitas bahan yang dikeringkan dengan menggunakan metode ini mempunyai kualitas yang setara dengan bahan pangan yang dibekukan. Hal ini disebabkan karena proses pengeringan dihentikan sebelum terjadi perubahan mutu bahan pangan akibat pengeringan.

3.5 Pengaruh Pengeringan Terhadap Nilai Gizi Bahan Pangan

Selama pengeringan, bahan pangan kehilangan kadar air, yang menyebabkan naiknya kadar zat gizi di dalam massa yang tertinggal. Jumlah protein, lemak, dan karbohidrat yang ada per satuan berat di dalam bahan pangan kering lebih besar daripada dalam bahan pangan segar.

Sebagian besar bahan pangan kering bila direkonstitusi atau rehidrasi tetap berbeda dengan bahan pangan segar. Bagaimanapun juga melalui cara pengawetan, kualitas bahan pangan yang diawetkan tidak pernah lebih tinggi dari bahan pangan yang asli. Pada bahan pangan kering terdapat vitamin-vitamin yang hilang. Vitamin yang larut dalam air dapat diduga akan mengalami oksidasi parsial. Selama blansing dan inaktivasi enzim, vitamin yang larut dalam air berkurang. Besarnya kerusakan vitamin tergantung pada cara preparasi bahan pangan yang akan dikeringkan, proses dehidrasi yang dipilih, kehati-hatian dalam pelaksanaan pengeringan, dan kondisi penyimpanan dari bahan pangan kering.

Asam askorbat dan karoten mengalami kerusakan karena proses oksidasi. Riboflavin peka terhadap cahaya. Tiamin peka terhadap panas dan rusak oleh proses sulfurisasi.

Buah-buahan dapat dikeringkan dengan sinar matahari, dehidrasi atau gabungan dari kedua cara tersebut. Pengeringan dengan sinar matahari mengakibatkan banyak karoten yang hilang. Dehidrasi dengan pengering semprot mengakibatkan sedikit kehilangan zat gizi. Kehilangan vitamin C terjadi dalam jumlah yang besar pada buah-buahan kering matahari. Buah-buahan kering beku dapat mempertahankan vitamin C dan zat gizi yang lain dalam jumlah yang lebih besar. Daya tahan vitamin di dalam bahan pangan dehidrasi pada umumnya lebih baik dari bahan pangan kering matahari.

Jaringan sayuran yang dikeringkan dengan cara buatan atau dengan matahari cenderung mengalami kehilangan zat gizi dalam jumlah yang relative sama dengan buah-buahan. Jika pengolahan dilakukan tanpa inaktivasi enzim, maka kadar karoten

sayuran dapat berkurang sampai 80 persen. Metode pengeringan komersial terbaik hanya menghilangkan karoten sebesar 5 persen. Pengurangan kadar tiamin dalam jaringan yang diblansing dapat diantisipasi kira-kira mencapai tingkat 15 persen, sedangkan yang tidak diblansing, kehilangannya mencapai tiga perempat bagian. Penggunaan asam askorbat, pada pengeringan cepat dapat mempertahankan lebih besar dibandingkan dengan pengeringan lambat. Pada umumnya dalam proses pengeringan matahari yang lambat, vitamin C dalam jaringan sayuran banyak yang hilang. Potensi vitamin akan menurun selama penyimpanan bahan pangan kering.

Pengeringan bahan pangan diduga dapat mengubah kemampuannya memantulkan, menyebarkan, menyerap, dan meneruskan sinar, sehingga mengubah warna bahan pangan. Karotenoid diketahui berubah selama proses pengeringan. Makin tinggi suhu dan makin lama waktu pengeringan yang diberikan, makin banyak zat warna yang berubah. Demikian juga antosianin, zat warna ini akan mengalami kerusakan dengan perlakuan pengeringan. Pemberian belerang cenderung memucatkan zat warna antosianin, disamping memberikan penghambatan yang kuat terhadap pencoklatan oksidatif.

Pencoklatan jaringan tanaman yang hancur dipengaruhi oleh system enzim oksidasi dalam jaringan. Perubahan oksidatif akan menurunkan kualitas bahan pangan yang dikeringkan. Perubahan warna dapat dicegah dengan cara inaktivasi enzim menggunakan panas. Selama pemanasan, karamelisasi dapat terjadi pada bahan yang kadar karbohidratnya tinggi.

Zat warna hijau alami dari semua tumbuhan tingkat tinggi merupakan campuran khlorofil a dan khlorofil b. Daya tahan hijau alami khlorofil berhubungan langsung dengan daya tahan magnesium di dalam molekul zat warna tersebut. Dalam kondisi pemanasan lembab, khlorofil berubah menjadi feofitin sebagai akibat pelepasan sebagian magnesiumnya. Kemudian warnanya menjadi agak hijau zaitun, bukan hijau rumput. Menciptakan lingkungan yang sedikit alkalis merupakan usaha yang positif

terhadap pelepasan magnesium. Dan perlakuan ini juga dapat sedikit memperbaiki kualitas bahan pangan tertentu.

Interaksi asam amino dan gula reduksi (reaksi Maillard) terjadi selama pengeringan konvensional buah-buahan. Bila buah-buahan diberi belerang, maka pencoklatan enzimatis dan reaksi Maillard dapat dihambat. Pencoklatan dapat dihambat secara drastis dengan menurunkan kadar air di bawah satu persen pada produk kering. Walaupun tingkat dehidrasi yang demikian itu dapat dicapai dengan pemanasan, akan tetapi produk akan mengalami kerusakan. Pencoklatan dapat juga diperlambat dengan jalan menyimpan produk kering pada suhu dingin.

Unit dehidrasi hampa kontinu sudah dikembangkan untuk memperbaiki kualitas buah-buahan kering, terutama untuk produk-produk pasta seperti puree dan sari buah. Alat ini sudah digunakan dengan berhasil dalam memproduksi Kristal sari buah.

Desikasi dalam kemasan sangat bermanfaat untuk menghilangkan air dari bahan pangan kering selama dalam penyimpanan. Bungkusan kalsium oksida yang ditempatkan dalam kemasan produk kering yang tertutup dan kedap udara merupakan suatu cara untuk menurunkan kadar air yang efektif. Kristal sari buah orange berkadar air 3% dapat diturunkan sampai dengan kadar air kurang dari satu persen. Ini merupakan suatu metode yang efektif untuk mencapai kadar air yang rendah dan tanpa bahaya merusakkan bahan pangan dibandingkan dengan perlakuan pemanasan bila dikemas dengan cara tersebut.

4. PENDINGINAN SAYURAN DAN BUAH-BUAHAN

Sejumlah besar buah-buahan dijual sebagai buah kering dengan kadar air 15 sampai 25 persen. Hal ini dapat dicapai dengan meletakkan buah-buahan di atas rigen pendingin kemudian dikeringkan dengan matahari, pendingin tungku atau pendingin terowongan. Sebagian bubuk sari buah diproduksi dengan penambahan sirup jagung

pada sari buah yang kemudian dilakukan pengeringan hampa atau pengeringan semprot.

Produk sayuran kering banyak digunakan akhir-akhir ini, terutama pada produk instan. Cara pengeringan yang terbaik ialah dengan menggunakan *freeze-dryer*, karena dihasilkan produk kering yang mendekati komoditi segar bila direhidrasi (dibasahkan) kembali. Hanya saja, untuk cara ini masih diperlukan peralatan dan biaya operasional yang relative tinggi. Produk *freeze drying* memang lebih diarahkan untuk produk ekspor.

Cara lain untuk pengeringan ialah dengan menggunakan sinar matahari, *hot airdryer* (pengeringan dengan udara panas), *far infra red-dryer* (pengeringan dengan sinar infra red jauh)

Tahap pengeringan pada sayuran yang umumnya dilakukan ialah : persiapan (pencucian, pengupasan, dan pemotongan), blanching, sulfitasi (perendaman dalam larutan sulfat) dan terakhir ialah pengeringan. Pada kubis tidak dilakukan pengupasan, akan tetapi setelah pencucian dilakukan pembuangan “hati” (bagian tengah kubis yang keras) lalu dilanjutkan dengan perajangan memanjang selebar 4 sampai dengan 8 cm. tahap selanjutnya adalah perlakuan blansing dalam air selama 5 – 6 menit, kemudian dilakukan sulfitasi dengan cara merendam kubis dalam larutan 0,25% kalium metabisulfat selama 10 menit dengan perbandingan bahan dan larutan sebagai 1 : 2.

Dehidrasi merupakan suatu cara untuk memproduksi buah-buahan kering dalam bentuk baru dengan kualitas yang lebih baik daripada pengeringan matahari.

Beberapa buah-buahan yang dikeringkan secara komersial misalnya adalah :

- **Apel** biasanya disortasi, dicuci, dikupas dan dipotong rapi, disulfurisasi dan dikeringkan dalam pengering tungku
- **Aprikot, peach, dan nektarin** pada umumnya dikeringkan dengan matahari. Apricot harus disulfurisasi terlebih dahulu selama 3 sampai 4 jam, sedangkan untuk peach dan nektarin selama 4 sampai 6 jam. Buah-buahan ini biasanya diblansing dengan uap lebih dahulu sebelum dikeringkan.
- **Pir** yang dikeringkan, sebelum disulfurisasi terlebih dahulu diblansing.

Pengeringan biasanya memerlukan waktu 24 sampai 30 jam.

- **Prune** segera dicuci sampai bersih, dan kemudian dikeringkan dalam pengering terowongan selama 18 sampai 24 jam. Prune dapat juga dikeringkan di pohon.
- **Anggur** yang tidak berbiji dapat dicelup soda dan disulfurisasi sebelum dikeringkan dengan matahari. Untuk kismis yang lain dapat ditangani dengan cara yang sama kecuali bahwa setelah sulfurisasi, anggur tersebut dapat dikeringkan dalam pengeringan terowongan.
- **Fig** mengalami pengeringan yang cukup di pohon. Buah-buahan fig yang dipanen untuk pengeringan dapat dihamparkan di atas rigen pengering dan dikeringkan dengan matahari, atau buah-buahan tersebut dicuci kemudian dikeringkan.
- **Buah-buahan lain** seperti cerri dan logan berry juga dikeringkan secara komersial. Puree pisang dikeringkan dengan pengering drum.

Buah-buahan kering beku memiliki kualitas yang lebih bagus. Ditinjau dari akseptabilitasnya, nanas kering beku mampu bersaing dengan buah nanas segar. Akan tetapi harganya mahal.

Pada pengeringan sayuran, maka system enzim yang ada harus dinaktifkan. Hal ini biasanya dikerjakan dengan memanaskannya dalam air mendidih atau uap. Banyak sayuran menjadi lebih awet bila diberi perlakuan dengan sulfur dioksida atau sulfit. Kadar air sayuran kering harus kurang dari empat persen, bila dikehendaki umur simpan dan kualitas yang memuaskan. Dalam praktek dengan desikasi dalam kemasan, sisa kandungan air dapat dikurangi sampai kadar yang diinginkan.

Sayuran biasanya dikeringkan di dalam pengering terowongan, pengering cabinet, pengering ban berjalan. Untuk produk sayuran bernetuk bubuk sering digunakan pengering drum dan pengering semprot. Jumlah sayuran kering di pasaran relative sedikit dan macam-macamnya terbatas. Kentang merupakan produk yang terbesar. Produk lain yang umum seperti misalnya bawang bombai, seledri, peterseli dan bentuk bubuknya dapat digunakan sebagai bahan penyedap masakan. Sebagian

sayuran kering dijual dalam bentuk campuran sup dan sebagian merupakan produk kalengan. Masih banyak usaha-usaha yang perlu dilakukan untuk pengembangannya.

Sayuran harus dipersiapkan sebelum diblansing. Kubis harus dirajang, wortel dan kentang harus dipotong atau dibentuk kubus, buncis hijau dirajang, dan legume kering harus dimasak. Pengupasan kentang, wortel, dan bit biasanya dilakukan dengan soda. Waktu blansingpun berbeda-beda. Pada umumnya 1 sampai 3 menit untuk sayuran berdaun dianggap cukup, 2 sampai 8 menit untuk kapri, buncis dan jagung;; dan 3 sampai 6 menit untuk kentang, wortel dan sayuran sejenis. Suhu pengeringan yang aman untuk kebanyakan sayuran ialah antara 140 dan 145°F, tetapi untuk legume kering dan masak sekitar 165°F, untuk wortel 155°F, untuk jagung 160°F, untuk bawang dan labu siam 135°F. Kadar air akhir yang dikehendaki untuk kebanyakan sayuran ialah 4 persen, sedangkan untuk kebanyakan bubuk sayuran ialah 2 sampai 3 persen.

Kombinasi sulfit dan kadar air yang rendah menghambat terjadinya perubahan pada sayuran kering bila disimpan pada suhu 100°F. Untuk kentang putih kering, pencoklatan tampak meningkat menjadi 20 kali lipat dengan menggunakan 30 ppm SO₂ dan penurunan kadar air dari 9 sampai 4 persen.

Pemberian kalsium klorida pada kentang yang dikeringkan merupakan cara untuk membantu mengatasi kerusakan oleh panas selama pengeringan dan untuk mencegah pencoklatan nonenzimatis selama penyimpanan pada suhu tinggi.

Untuk pengeringan jagung manis, urutan langkah yang efektif adalah sebagai berikut :

- Pengirisan jagung dari tongkol
- Pemplansingan biji jagung selama satu menit pada suhu 212°F
- Perlakuan sulfitasi sampai dengan 2000 ppm SO₂
- Dehidrasi dengan pengering udara hembus sampai kadar air 4 persen.
- Pengemasan produk dalam kemasan yang kedap udara yang sesuai

Prosedur ini biasanya menghasilkan suatu produk jagung manis kering yang masih tetap akseptabel walaupun telah disimpan selama enam bulan pada suhu 100°F.

5. KISMIS

5.1. Pengertian

Kismis adalah anggur hitam yang berbentuk kecil-kecil dan dikeringkan. Anggur hitam kecil yang biasa dibuat kismis tersebut pada mulanya berasal dari Yunani. Pada saat ini terdapat beberapa varietas anggur yang dapat memproduksi kismis yang berukuran kecil, berwarna biru kehitaman, berasa enak dan tidak berbiji. Mutu kismis yang baik harus tebal bundar, berisi (berdaging) dan bersih, ukurannya seragam berwarna biru kehitaman. Kismis tidak boleh mengandung buah yang mengkerut, sedikit atau tidak berdaging, berwarna merah yang menyebabkan terlalu asam dan dapat merusak rasa kue.

Dewasa ini banyak kismis diperjual belikan dalam berbagai tingkatan mutu, sehingga terdapat kesempatan yang luas untuk memilih jenis atau merek kismis yang sesuai. Jenis kismis yang baik berasal dari Yunani dan Negara-negara Mediterania lainnya, juga dari Australia. Beberapa jenis kismis terbaik dikenal di pasaran dengan nama atau merk Vostizzas. Jenis atau merk lain yang sangat baik adalah Gulf, Patras, Pyrgos, Amelia dan cap "Crown" yang berasal dari Australia. Kismis merk Vostizzas biasanya berharga paling mahal.

Sebagai bahan pangan, kismis (currant) mengandung sekitar 6,3 persen gula, 0,5 persen lemak dan 2 persen protein. Kandungan kalorinya adalah 850 kalori per pound (454 g) kismis. Cita rasanya yang enak, warna dan nilai gizinya merupakan daya tarik utama kismis. Selain kismis (currant), produk anggur kering lain sejenis kismis dikenal dengan nama raisin dan sultana.

Raisin adalah buah kering dari beberapa varietas anggur, diproduksi sebagian besar dengan pengeringan menggunakan sinar matahari. Meskipun demikian ada juga sejumlah kecil yang dikeringkan secara mekanis dengan pengering buatan.

Gambaran sejarah menunjukkan bahwa raisin telah digunakan pada saat itu. Sebuah referensi, telah dibuat pada zaman mulai ada tulisan, menyatakan bahwa raisin digunakan untuk membayar pajak, menyembuhkan sakit dan memuaskan nafsu makan. Mutu alami raisin, yang menyebabkan mudah disimpan, yaitu kadar air rendah dan pH rendah berperan besar dalam penggunaannya di banyak Negara.

Pada mulanya raisin hanya diproduksi di daerah Mediterania, tetapi pada saat ini banyak diproduksi di California, Amerika Serikat. Perkiraan produksi raisin di dunia adalah sebagai berikut : Amerika Serikat 32,3%, Turki 23,2%, Australia 15,8%, Yunani 14,1%, Iran 11,0%, Afrika selatan 2,3% dan Spanyol 1,3%. Mesir memproduksi sekitar 2000 ton raisin dari varietas anggur tanpa biji untuk konsumsi lokal. Israel banyak memiliki industri kecil raisin sejak tahun 1957 yang sebagian besar berasal dari anggur varietas Thomson Seedless. Sejumlah kecil raisin juga diproduksi oleh Negara-negara lain, tetapi angkanya tidak tersedia.

Sebagai bahan pangan, raisin kaya akan gula, kandungan asam sedang dan tinggi kandungan kaliumnya. Komposisi raisin yang dibuat dari anggur varietas Thomson Seedless adalah sebagai berikut : total padatan 83%; air 17%, gula (total sebagian gula invert) 70,2%; abu 2,1%; total asam (sebagai asam tartrat) 2,12%, karbohidrat 77,2%; protein 2,77%; serat kasar 0,97%; lemak 0,50% dan banyak mengandung mineral seperti natrium, kalium, kalsium, magnesium, fosfat, besi, tembaga, seng. Vitamin yang terkandung dalam raisin antara lain vitamin B6, niasin, riboflavin, asam pantotenat, thiamin dan biotin. Nilai kalori raisin lebih tinggi dibandingkan kismis yaitu 1300 kalori per pound raisin. Raisin yang berasal dari Alicante, Valencia, Italia dan Afrika Selatan sangat baik dan populer.

Sultana terbuat dari anggur kuning tanpa biji. Bulir-bulir anggur dicelupkan ke dalam hidroksida encer (potash) dengan harum-haruaman rosemary atau lavender dan dengan lapisan minyak zaitun (olive oil) di permukaannya. Pengolahan ini dapat membuat kulit anggur menjadi empuk, mengkilat, bening dan sekaligus buah tersebut menjadi steril.

Sebagai bahan pangan, sultana harus mempunyai cita rasa yang baik dan warna yang menarik. Sultana sangat cocok sebagai bahan pemanis dan mempunyai nilai gizi yang tinggi. Sultana mengandung sekitar 62 – 65% gula, 1% lemak dan 2% protein. Nilai kalorinya sekitar 1260 kalori per pound sultana. Nilai gizi sultana tidak diketahui banyak orang, tetapi sangat terkenal di Negara-negara produsen.

Sultana diproduksi dari anggur kuning tanpa biji yang tumbuh di Smyrna, Persia, Afganistan, California, Australia selatan, Afrika Selatan, dan diklarifikasikan menurut mutunya.

5.2 Pengolahan Kismis

Tandan anggur yang akan dibuat kismis dipotong dan ditempatkan di atas rakrak, dan dijemur. Selama penjemuran sewaktu-waktu dilakukan pembalikan dengan hati-hati untuk menyeragamkan penguapan air. Proses penjemuran berlangsung 10 sampai 12 hari. Adanya siraman air hujan harus dihindari, karena dapat merusak produk. Setelah kering (kadar air 16% atau kurang), dibersihkan dari tangkai buah, batu dan benda asing lainnya baik secara manual (dengan tangan) maupun mesin, kemudian dilakukan penyaringan untuk membuang benda-benda asing kecil, dikemas dengan ukuran tertentu dan siap untuk dipasarkan.

Kismis merk Vostizzas dan kismis bermutu tinggi lainnya dikeringkan di tempat teduh (tidak kontak langsung dengan sinar matahari). Proses pengeringannya akan dua kali lebih lama tetapi akan menghasilkan warna biru kehitaman yang baik, cita rasa lebih baik dan tekstur yang halus. Pengeringan dilakukan dengan cara menggantung tangkai anggur secara berderet di dalam gubuk atau pondok kayu yang terkena sinar matahari secara penuh. Kismis yang dihasilkan dengan pengeringan semacam ini dikenal karena warnanya yang biru kehitaman dan teksturnya yang halus.

Raisin Amerika Serikat hampir seluruhnya diproduksi di Lembah San Joaquin California Tengah, dimana iklimnya sangat cocok untuk pengeringan produk. Sebagian besar raisin berasal dari produk varietas Thomson Seedless. Selain itu,

anggur varietas Muscat juga diolah menjadi raisin, terutama di Spanyol. Pemanenan biasanya dimulai pada akhir Agustus dan selesai pada akhir September, kecuali untuk varietas Muscat yang kematangannya lebih lambat. Untuk diolah menjadi raisin, anggur minimal harus mengandung 23% total padatan.

Kumpulan atau tandan butir-butir anggur (yang masih melekat di tangkainya) dipetik dengan tangan dan dihamparkan di atas alas kertas, kemudian dijemur di antara deretan tanaman anggur. Tergantung cuacanya, dibutuhkan 2- 4 minggu untuk mengeringkan anggur menjadi raisin. Warna buah berubah dari kehijauan menjadi ungu kecoklatan. Kandungan air berkurang dari 75% menjadi 16% atau kurang. Beberapa petani membalik buah anggurnya sekali untuk mempercepat pengeringan, tetapi sebagian besar tidak melakukannya. Jika buah telah kering, alas-alas kertas tersebut digulung dengan raisin di dalamnya. Gulungan-gulungan tersebut dikumpulkan ke pusat pengumpulan di perkebunan anggur, dimana kemudian gulungan dibuka dan raisin disaring untuk menghilangkan pasir dan benda-benda asing kecil lainnya. Raisin disimpan dalam kotak-kotak kayu atau peti untuk transportasi ke unit pengolahan.

Setelah raisin diterima di unit pengolahan, dilakukan pemeriksaan mutu dengan menggunakan criteria seperti kadar air, kematangan buah, buah yang berjamur, potongan-potongan serangga, pasir dan benda-benda asing lainnya. Jika buah kering tidak langsung diolah, kotak atau peti yang berisi raisin disimpan di gudang. Konstruksi gudang cukup rapat untuk menjamin efektifitas kerja gas fumigant yang sering digunakan untuk mencegah hama serangga. Metil bromide merupakan fumigant yang paling umum digunakan, dengan dosis sekitar 1,5 pound, metal bromide per 1000 feet persegi volume ruangan. Di samping metal bromide, gas phopine juga banyak digunakan sebagai fumigant.

Prosedur pengolahan raisin adalah penghilangan secara mekanis batang-batang atau tangkai anggur dengan saringan kasar, penghilangan pasir dan bagian tanaman anggur yang kecil dengan saringan halus dan penyemprotan dengan udara untuk menghilangkan debu. Tangkai-tangkai buah pada raisin atau peralatan khusus yang

bekerja dengan prinsip gesekan. Buah yang belum matang bermutu rendah, dan karena berat jenisnya lebih rendah maka dapat dipisahkan dengan sistem pengisapan. Raisin kemudian dikelompokkan mutunya berdasarkan ukuran dengan menggunakan saringan dengan berbagai ukuran. Buah anggur kering kemudian disiram untuk menghilangkan tanah yang menempel di permukaan, dan dicuci dengan cara direndam sebentar dalam air bersuhu 37,8°C dengan disertai pengadukan yang kuat. Selanjutnya buah anggur kering dimasukkan ke saringan bergetar dan dibilas dengan air berkhlorin 10 ppm yang disemprotkan dengan kecepatan tinggi. Kelebihan air dalam buah kering dihilangkan dengan alat sentrifugal. Raisin diperiksa beberapa kali, kemudian dialirkan dengan ban berjalan ke peralatan pengemas dan dikemas dalam wadah yang bervariasi (kotak karton berisi 1/2 onz sampai kotak atau peti 1500 pound atau lebih).

Secara komersial sebenarnya terdapat berbagai macam metode pengeringan anggur untuk memproduksi raisin, yaitu 1. Perendaman dalam larutan soda diikuti penjemuran, dilakukan di California; 2. Perendaman dalam campuran larutan diikuti dengan pengeringan di tempat teduh, dilakukan di Australia; 3. Perendaman dalam larutan soda-minyak diikuti pengeringan; 4. Perendaman dalam larutan soda diikuti dengan penjemuran; 5. Perendaman dalam larutan soda diikuti dengan penjemuran; 6. Penjemuran secara alami dengan sinar matahari dan 7. Pemucatan dengan gas belerang diikuti dengan pengeringan (*golden bleach*).

Metode perendaman dengan larutan soda meliputi perendaman anggur segar dalam larutan natrium hidroksida (kaustik soda 0,2 – 0,3 persen pada suhu sekitar 93,3° C (200° F) selama beberapa detik. Kemudian dilakukan perendaman dalam air dingin sebelum dijemur atau dikeringkan dengan pengering buatan. Perendaman dalam larutan basa (kaustik soda) tersebut akan menghilangkan lapisan lilin pada permukaan buah sehingga mempercepat pengeringan.

Pada metode perendaman dalam larutan campuran di Australia, buah anggur segar direndam dalam larutan yang terdiri atas natrium hidroksida 0,3 %, kalium karbonat 0,5 %, dan minyak zaitun 0,4% selama 2–3 detik pada suhu 82,2°C (180°F). Kemudian dilakukan pengeringan di tempat teduh, dan seminggu sekali dilakukan

penyemprotan dengan larutan kalium karbonat 5% yang telah diemulsikan (dicampur merata) dengan minyak zaitun 0,4%. Pada satu sampai dua hari terakhir sebelum pengeringan selesai, dilakukan penjemuran langsung di bawah terik matahari untuk merubah warna dari kehijauan menjadi kekuningan atau coklat cerah.

Pada perendaman dalam larutan dingin, buah anggur segar direndam dalam larutan kalium karbonat 5% yang telah diemulsikan dengan minyak zaitun 0,4% selama 1-4 menit pada suhu 35 – 37,0°C. Proses pengeringannya sama dengan metode perendaman dalam campuran larutan. Setelah kering, raisin dicuci dalam larutan kalium karbonat 0,5% yang telah diemulsikan dengan minyak zaitun 0,4% untuk menghilangkan kelebihan karbonat akibat perendaman dan penyemprotan. Selanjutnya raisin langsung dijemur di terik matahari selama 1-2 hari sehingga permukaannya kering dan warnanya berubah.

Metode perendaman dengan soda minyak sebelumnya banyak dilakukan di California, tetapi sekarang sudah banyak ditinggalkan. Pada metode ini, buah anggur segar direndam dalam larutan natrium karbonat 4% yang dicampur dengan sedikit minyak zaitun. Waktu perendaman adalah 30 – 60 detik pada suhu 35 – 37,0°C (95 – 100°F).

Golden Seedless raisins merupakan raisin yang dipucatkan atau diputihkan dengan menggunakan gas sulfur atau belerang dioksida sehingga warnanya bervariasi antara hijau pucat sampai kuning emas. Dalam pembuatannya, buah anggur dari varietas Thomson Seedless dipetik, dicuci, direndam dalam larutan natrium hidroksida encer (0,25%), kemudian ditempatkan dalam rak-rak dalam wadah tertutup yang dialiri dengan gas hasil pembakaran belerang. Raisin kemudian dikeringkan dengan pengeringan buatan sampai kadar air sekitar 12%.

Sultana, merupakan buah anggur yang terbanyak dipanen pada kemasakan tertentu, dicelup dalam larutan berisi 2,5% kalium karbonat dan 2% minyak pencelup komersial (untuk mengubah permukaan buah dan meningkatkan pengeringan) dan disebarkan pada rak pengering yang dapat diubah menjadi alat pengering berbentuk

terowongan, jika diperlukan. Setelah pengeringan, sultana dijemur di bawah sinar matahari selama 1-3 hari untuk menghilangkan sisa-sisa khlorofil, kemudian dipindahkan ke bagian pengemasan dan dicuci untuk menghilangkan kotoran dan kemudian sultana diberi minyak dan dikemas dengan etil format atau bahan lain yang sesuai untuk mencegah pertumbuhan insekta. Untuk jangka waktu penyimpanan yang lama dibutuhkan sedikit fumigasi.

Currant dipanen sebelum sultana dan karena merupakan buah yang berukuran kecil, buah dikeringkan tanpa pencelupan. Raisin dicelup dalam larutan 0,3% natrium hidroksida sebelum pengeringan. Oleh karena itu keadaan cuaca yang tidak dapat diduga selama bagian terakhir dari suatu musim, peningkatan penggunaan pengering berbentuk terowongan dan teknik-teknik lainnya mempermudah pengendalian kondisikondisi pengeringan.

5.3 Pewarnaan Kismis

Pada umumnya kismis memiliki warna emas atau berwarna coklat gelap. Meskipun secara sekilas kedua kismis terlihat sama namun kedua kismis memiliki kandungan yang berbeda. Kismis berwarna coklat gelap diakibatkan oleh akumulasi pigmen melanin coklat-hitam yang dihasilkan oleh aktivitas polifenol oksidase dan reaksi non enzimatik sedangkan kismis berwarna emas dibuat melalui proses pencelupan buah anggur thompson dalam air panas yang ditambahkan perlakuan sulfur dioksida. Penambahan sulfur dioksida (SO₂) dimaksudkan untuk mencegah reaksi tersebut, sehingga kismis yang dihasilkan berwarna emas.

Keterbatasan warna ini dapat mengakibatkan keterbatasan penggunaan kismis sebagai hidangan meja, cake, cocktail buah dan lain-lain. Saat ini, pewarnaan kismis, raisin maupun sultana dapat dilakukan untuk menghasilkan warna yang dikehendaki. Pewarna makanan yang efektif digunakan untuk proses ini adalah pewarna yang mempunyai sedikit kelarutan dalam etanol (etil alkohol) agar diperoleh warna yang melekat erat dikulit buah, tahan air dan gesekan.

Pewarna makanan yang dilarutkan dalam etanol akan mengendap (membentuk deposit) di permukaan buah kering tanpa masuk ke dalam daging buahnya. Setelah dikeringkan dan alkohol menguap warna tersebut akan melekat kuat pada kulit buah. Pewarnaan dengan larutan alkohol tersebut dapat juga dilakukan untuk membentuk warna ketiga dengan warna alami kismis atau produk sejenisnya. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mencuci anggur kering (dengan air) yang telah direndam dalam larutan pewarna sehingga terjadi pembentukan warna ketiga, dilanjutkan dengan pencucian dengan alkohol untuk menghentikan pembentukan warna ketiga dan kemudian dikeringkan.

5.4 Nilai Gizi Kismis

Kandungan nutrisi yang terdapat dalam kismis diantaranya yaitu serat (serat larut dan tidak larut), air dan komponen bioaktif (*phytochemical*) seperti flavonoid, polifenol, vitamin dan mineral. Dalam 100 gram (g) kismis mengandung air sebesar g, energi kal, karbohidrat g, gula g (yang berupa glukosa 45,91 %, fruktosa 49,48 % dan sukrosa 4,61 %), selain itu kismis juga memiliki kandungan magnesium dan zat besi yang lebih tinggi dibanding buah lain. Kandungan mineral pada kismis antara lain zat besi mg, magnesium mg dan kalium mg tiap 100 g.

Kadar gula yang tinggi dalam kismis (68-70 g per 100 g) dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi setiap orang yang mengkonsumsinya. Rasa manis dan tekstur lengket yang ada pada kismis membuat hasil olahan satu ini dianggap sebagai makanan. Tetapi, dalam penelitian yang terbaru menunjukkan bahwa rasa lengket pada kismis memberikan dampak yang tidak buruk karena memiliki hubungan dengan pembersihan gula dari makanan dan retensi partikel makanan pada permukaan gigi.

Senyawa hasil fraksi n-heksana ekstrak metanol kismis Thompson juga terbukti dapat menghambat bakteri *Streptococcus mutans* yaitu bakteri yang berperan dalam pembentukan plak dan *Porphyromonas gingivalis* dengan rentan konsentrasi 3,9-500 µg/mL. *S. mutans* dapat menghasilkan enzim *glukosiltransferase* ekstraseluler yang

dapat digunakan untuk mencerna sukrosa dan mensintesis glukosa sehingga dapat membantu perlekatan bakteri lain untuk membentuk biofilm plak.

Senyawa flavonoid dalam kismis memiliki sifat antibakteri dengan mekanisme penghambatan fungsi membran sitoplasma, menghambat sintesa asam nukleat serta menghambat metabolisme energi bakteri. Aktivitas antibakteri ekstrak kismis pada konsentrasi 15 % efektif terhadap *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* dan *Escherichia coli*. Selain itu, senyawa bioaktif dan potensi manfaat dalam kismis tampak pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen Bioaktif dan Potensi Manfaat Kismis

Komponen	Klasifikasi Bioaktif	Potensi Manfaat
Boron	Mineral	Mendukung pertumbuhan tulang yang sehat
Fruktan	Prebiotik	- Stimulasi mikroflora untuk kesehatan kolon
Asam tartarat		- Stimulasi penyerapan kalsium
		- Mendukung kesehatan dan fungsi usus besar
		- Menambah absorpsi mineral
Flavonol (quercetin dan kaempferol)	Flavonoid (polifenol)	- Antioksidan
		- Anti-inflamatori
		- Perlindungan dari degenerasi neurologi
Asam hidroksisinamat dan turunannya	Asam fenolik	- Antioksidan
		- Proteksi kanker
		- Anti-inflamatori
Isoflavon (daidzein dan genistein)	<i>Phytoestrogen</i> (polifenol)	- Antioksidan
		- Proteksi kanker
		- Perlindungan osteoporosis
Asam oleanolik, betulin dan betulinik	Triterpen	Anti-kaviti (perlindungan terhadap gingival)

Sumber: Rosyada dkk (2019).

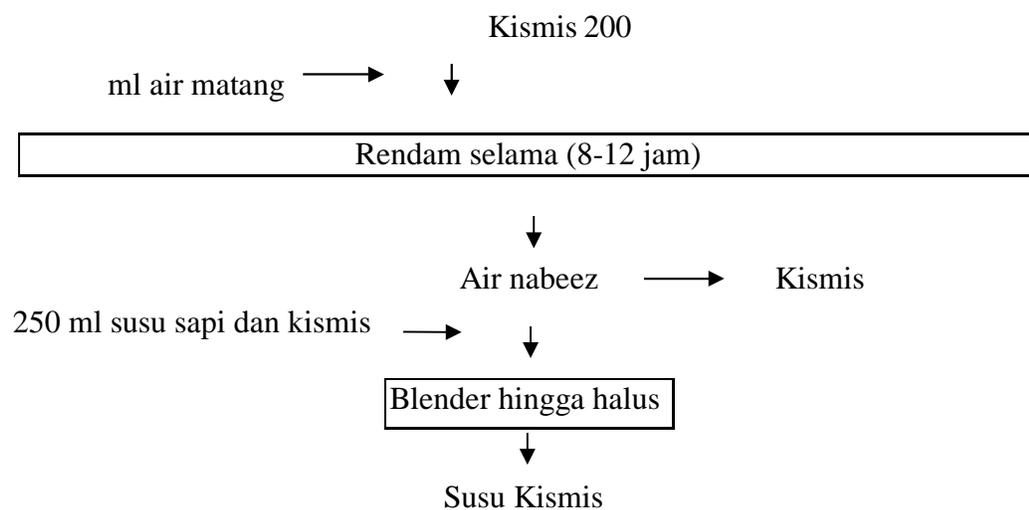
5.5 Penggunaan

Kismis tanpa biji yang berukuran kecil mungkin merupakan bahan yang lebih banyak digunakan dibandingkan buah-buahan kering lain dalam industri bakery, coklat dan konfeksioneri. Disamping itu kismis dan produk sejenisnya dapat langsung dimakan sebagai *snack* atau dicampur dengan serpihan (*flake*) biji-bijian yang siap untuk dimakan (*ready-to-eat-cereals*).

Dalam beberapa tahun, kismis yang diolah menjadi air nabeez menjadi tren di kalangan masyarakat. Beberapa manfaat dari air nabeez sendiri adalah dapat menstabilkan tekanan darah, menghilangkan kolesterol jahat dalam tubuh, membantu proses detoksifikasi dalam tubuh, serta meningkatkan daya tahan tubuh menjadi lebih kuat. Air nabeez juga baik untuk dikonsumsi oleh ibu hamil.

Pengolahan kismis menjadi air nabeez hanya memerlukan proses yang sederhana sehingga dapat dilakukan sendiri di rumah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan yaitu siapkan beberapa buah kismis, air mineral atau air putih matang 200 ml, dan wadah atau gelas tertutup. Selanjutnya masukkan kismis tersebut ke dalam wadah yang berisi air matang. Lalu tutup dan diamkan 8 hingga 12 jam.

Selain itu, pengolahan kismis menjadi susu kismis sebagai bentuk diversifikasi produk dapat diterapkan untuk menambah citarasa susu dan diharapkan pemanfaatan kismis menjadi produk susu dapat dapat dijadikan minuman rutin bagi balita hingga lansia. Hal ini perlu dilakukan dalam upaya menekan angka penderita anemia. Bahanbahan yang diperlukan untuk pembuatan susu kismis diantaranya adalah air nabeez 200 ml, beberapa buah kismis dan susu sapi murni 250 ml. Langkah pertama yang perlu dilakukan yakni buang kismis yang tadinya direndam di air nabeez sehingga hanya tersisa airnya saja. Lalu masukkan air nabeez, kismis yang baru, dan susu sapi murni ke dalam blender. Lalu haluskan bersama-sama selama beberapa detik. Setelah halus lalu matikan blender dan tuang hasilnya ke dalam gelas. Urutan proses pengolahan susu kismis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Pembuatan Susu Kismis (Rosyada dkk., 2019)

5.6 Memelihara Keempukan dan Citarasa

Kismis dan produk sejenisnya, walaupun telah dikemas dengan baik menggunakan kertas karton, dilapisi dengan kertas lilin atau alumunium foil, selama penyimpanan, didistribusikan dan pemasaran berangsur-angsur dapat kehilangan keempukan dan citarasanya yang disebabkan oleh penguapan air dan/atau terjadi karena reaksi kimia. Kismis dan produk sejenisnya yang dikemas bersama serpihan biji-bijian (umumnya berkadar air 2 persen) untuk makanan *ready-to-eat* akan kehilangan kandungan airnya karena berpindah ke dalam biji-bijian yang mengakibatkan produk tersebut akan kehilangan kerenyahannya. Idealnya adalah

memelihara serpih biji-bijian dan anggur kering yang dicampur di dalamnya masih lunak dan empuk (dapat dikunyah).

Untuk memelihara keempukan kismis dan produk sejenisnya dapat dilakukan dengan cara melapisi permukaan buah anggur dengan minyak, gula, gum atau pati sebelum dikeringkan. Produk akhir yang dihasilkannya dapat digunakan untuk campuran dengan serpihan biji-bijian atau dimakan langsung sebagai *snack*. Metode lain adalah dengan memproses kembali anggur kering yang baru jadi dengan perlakuan asam atau basa encer sehingga kadar airnya menjadi lebih rendah atau lebih tinggi dari kadar air awal, misalnya dari kadar air awal 15 persen menjadi 14 sampai 16 persen. Proses ini selama penyimpanan mampu mempertahankan anggur kering dengan keempukan yang dikehendaki, lebih lama dibandingkan dengan anggur kering yang baru jadi. Disamping itu keaslian citarasa kismis atau produk sejenisnya tidak dipengaruhi.

Proses merubah kadar air tersebut menyangkut perendaman dengan larutan asam atau basa 0,5 sampai 5 % pada suhu 110 – 120°F selama 10 detik hingga 2 menit. Prinsipnya adalah makin pekat larutan perendam makin singkat waktu perendaman. Kemudian anggur kering dicuci dengan air dingin 55 sampai 65°F. Kemudian dikeringkan dengan udara yang suhunya tidak lebih dari 150°F hingga kadar air 14 sampai 15 %. Anggur kering yang dihasilkan siap untuk dikemas sendiri atau dicampur dengan serpihan biji-bijian siap konsumsi (*ready-to-eat-cereals*).

Asam yang dapat digunakan untuk proses perendaman antara lain asam posfat, asam klorida, asam sulfat atau asam organik seperti asam sitrat, asam malat, asam adipat atau asam fumarat. Sedangkan jika ingin menggunakan basa sebagai larutan perendaman, dapat menggunakan natrium hidroksida, kalium hidroksida atau natrium bikarbonat.

6. LEATHER

6.1. Pengertian

Leather merupakan produk olahan yang dibuat dari bubur (*puree*) yang dikeringkan, biasanya bubur buah sehingga sering disebut dengan *fruit leather*. *Fruit leather* adalah produk olahan buah kering berbentuk lembaran tipis yang mempunyai konsistensi khas serta bersifat tahan lama, *fruit leather* bisa dibuat dari berbagai macam buah-buahan dalam bentuk tunggal atau campuran dengan buah-buahan lainnya (Salunkhe, 1974 dalam Enie *et.al.*, 1992). Sedangkan menurut Safitri (2012), *fruit leather* adalah jenis makanan yang berasal dari daging buah yang dihancurkan lalu dikeringkan dan menurut Nurlaely (2012) *fruit leather* yang baik mempunyai kandungan air sekitar 10-20% sehingga termasuk dalam pangan semi basah, nilai aw kurang dari 0,7, tekstur plastis, dan kenampakan seperti kulit (*leather*).

Fruit leather merupakan struktur produk makanan yang dibuat dengan pengurangan kadar air pada bubur buah (*puree*) sehingga menjadi lembaran tipis yang fleksibel (Valenzuela dan Aguilera, 2015). *Fruit leather* berbentuk lembaran tipis dengan ketebalan 2-3 mm, kadar air 10-15%, mempunyai konsistensi dan rasa khas sesuai dengan jenis buah-buahan yang digunakan (Historiasih, 2010).

Fruit leather merupakan produk dehidrasi yang memiliki sifat kenyal dan kering berbentuk lembaran tipis yang dibuat dengan meletakkan *puree* di atas

permukaan kemudian dilakukan pengeringan. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kelembaban, sehingga mikroba tidak dapat tumbuh serta untuk menginaktivasi enzim (Khan dkk, 2014). Buah-buahan yang baik sebagai bahan baku *fruit leather* adalah yang mempunyai kandungan serat tinggi. Menurut Raab dan Oehler (2000) dan Winarti (2008), *fruit leather* adalah sejenis manisan kering yang dapat dijadikan sebagai bentuk olahan komersial dalam skala industri dengan cara yang sangat mudah, yaitu menghancurkan buah menjadi *puree* dan mengeringkannya.

Dewasa ini banyak dikembangkan modifikasi sayur dalam pembuatan *leather* menjadi *vegetable leather*. *Vegetable leather* memiliki pengertian sama dengan *fruit leather*, namun hanya berbeda bahan yaitu *vegetable leather* menggunakan puree sayur-sayuran sedangkan *fruit leather* berbahan dasar puree buah. Sedangkan menurut Handayani dan Ayustaningwarno (2014), *vegetable leather* adalah produk berbasis sayuran yang dikeringkan, dimakan sebagai snack dengan bentuk strip atau lembaran yang fleksibel dan teksturnya kenyal.

Beberapa komoditas seperti labu siam, brokoli, wortel, timun suri, daun katuk dan sawi dapat diolah menjadi *vegetable leather*. Menurut Nurlaely (2002) dan Winarti (2008), *vegetable leather* belum memiliki standar mutu sama halnya dengan *fruit leather*. Namun *fruit leather* yang baik mempunyai kandungan air 10 – 20 %, nilai Aw kurang dari 0,7, tekstur plastis, kenampakan seperti kulit, terlihat mengkilat, dapat dikonsumsi secara langsung serta mempunyai warna, aroma dan cita rasa khas suatu jenis buah sebagai bahan baku.



Gambar 4. *Fruit leather* yang disimpan dengan cara digulung

6.2. Pengolahan *Fruit Leather*

Pengolahan *fruit leather* sejenis buah-buahan misalnya apel mudah dan sederhana, tetapi memiliki kelemahan bila tidak ada penambahan bahan lain sehingga kualitas serta warna yang dihasilkan kurang menarik sehingga dibutuhkan kombinasi beberapa buah untuk menambah kualitas serta nilai kandungan nutrisi di dalamnya (Leiva Diaz *et al.*, 2009; Valenzuela dan Aguilera, 2015).

Fitantri dkk. (2014) membuat *fruit leather* nangka dengan cara mengupas nangka dan menghilangkan bijinya, kemudian di *steam* selama 10 menit, dipotongpotong, dan dimasukkan dalam blender. Selanjutnya ditambahkan 9,8% sorbitol, karaginan (0,3 hingga 0,9 %) dan 0,2% asam sitrat ke dalam blender dan dihancurkan selama 5 menit hingga menjadi bubur. Bubur yang telah jadi kemudian dihamparkan dalam Loyang yang telah dilapisi plastik. Ketebalan bubur 3 mm. Setelah itu dikeringkan menggunakan pengering cabinet dengan suhu 70°C selama 7 jam. Setiap 30 menit dilakukan pertukaran posisi Loyang supaya aliran panas merata. *Fruit leather* yang dihasilkan selanjutnya dipotong-potong dan dikemas dalam plastik polietilen.

Karaginan dapat meningkatkan daya mengikat air, menambah kesan *juiciness*, meningkatkan kemampuan potong produk (Keeton, 2001). Karaginan digunakan pada industri makanan untuk membentuk gel dan menambah ketebalan (*thickening*).



Gambar 5. Penggulungan *fruit leather* setelah proses pengeringan

6.3. Tekstur *Fruit Leather*

Tekstur merupakan sifat yang paling khas pada *fruit leather* yang biasanya diukur dengan menggunakan alat *Texture Profile Analyzer* (TPA) merk CT-3 *Texture Analyzer* (AMETEK Brookfield, Middleboro, USA) dengan analisa software *TexturePro CT*. Salah satu contoh analisa tekstur pada *fruit leather* apel Manalagi dengan pisang Candi (Puspaningrum dkk., 2018) menggunakan *probe* TA44 untuk 2 siklus *compression test* dengan *load cell* 1000 g. Bentuk sampel *fruit leather* apel yang dianalisa adalah lembaran tipis ukuran panjang 30 mm, lebar 20 mm dan tinggi 2-3 mm. Kondisi metode pengujian yang dilaksanakan adalah *pre test speed* 2 mm/s, *recovery time* 0 s, *hold time* 0 s, dan *trigger load* 6,8 g.

Variabel yang diukur meliputi kekerasan (*hardness*), kekompakan (*cohesiveness*), kelengketan (*adhesiveness*), elastisitas (*springiness*), kuat tarik (*tensile strength*), dan perpanjangan (elongasi).

Kekerasan (*hardness*) merupakan besarnya gaya yang diberikan hingga terjadi perubahan bentuk (deformasi) pada sampel. Kehilangan air dalam bahan akan membuat ikatan antar matriks bahan semakin erat sehingga mempengaruhi tekstur kekerasan (*hardness*) pada produk. Peningkatan nilai kekerasan gel ada pada bertambahnya pektin disebabkan karena pektin bersama gula dan asam membentuk gel yang kuat sehingga dapat membuat kekerasan gel pada produk semakin keras (Nurminah dkk., 2016).

Kekompakan (*cohesiveness*) menunjukkan kekuatan internal yang membentuk suatu bahan pangan atau menunjukkan hubungan antara kekuatan atau kekompakan bahan yang saling berinteraksi. Semakin tinggi nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin padu atau kompak produk tersebut (Azhar dkk., 2018).

Kuat tarik (*tensile strength*) menunjukkan nilai gaya yang diperlukan untuk menarik benda hingga mencapai kondisi dimana benda itu patah. Faktor-faktor yang

mempengaruhi kuat tarik suatu bahan adalah total padatan terlarut dan interaksi molekul di dalamnya.

Perpanjangan (elongasi) merupakan persentase perpanjangan atau kemampuan maksimal fruit leather saat mulai sobek. Nilai elongasi dipengaruhi oleh nilai kuat tarik produk fruit leather. Semakin kompak jaringan pada suatu produk, ikatan heliks yang terjadi semakin kompak sehingga menaikkan nilai kuat tarik dan mempengaruhi peningkatan perpanjangan (elongasi).

Tekstur *fruit leather* dapat diperbaiki dengan menambahkan bahan hidrokoloid sebagai penstabil. Berdasarkan penelitian Gujral dan Brar (2003), penambahan hidrokoloid (guar gum, pectin, carboxymethyl cellulose, gum acacia, dan sodium alginate) dapat memperbaiki tekstur *fruit leather* mangga. Selain itu, karagenan banyak pula digunakan sebagai penstabil untuk memperbaiki tekstur *fruit leather*.

Sedangkan pada pembuatan *vegetable leather* dapat pula ditambahkan plastisizer (bahan pengikat) agar diperoleh vegetable leather dengan tekstur yang fleksibel dan kenyal sehingga tidak mudah patah. Beberapa jenis plastisizer yang sering digunakan untuk tujuan ini adalah gliserol dan sorbitol. Dua jenis bahan pengikat ini mampu mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intramolekuler sehingga efektif untuk digunakan dalam pembuatan vegetable leather. Selain itu, penambahan sorbitol dalam pembuatan *vegetable leather* dapat memperbaiki rasa dan sebagai suatu humektan (pelembab) pada berbagai jenis produk sebagai pelindung melawan hilangnya kandungan air (*moisture*).

6.4 Jenis Penstabil dalam Pembuatan *Fruit Leather*

Nurainy dan Koesoemawardani (2006) menyebutkan bahwa masalah yang sering timbul pada *fruit leather* adalah plastisitasnya yang kurang baik pada buah-buahan tertentu. Oleh sebab itu dalam pembuatan *fruit leather* dapat ditambahkan bahan hidrokoloid untuk memperbaiki tekstur. Hidrokoloid adalah koloid yang larut dalam air, yang mampu mengentalkan larutan atau mampu membentuk gel dari larutan.

Hidrokoloid dapat digunakan sebagai perekat, pengikat air, penghambat kristalisasi es, pengeruh, pengemulsi, pembentuk gel, penghambat sineresis, dan pengental dalam produk pangan.

6.4.1 Gum

Gum dihasilkan dari getah bermacam-macam pohon seperti pohon *Acacia* sp. gum yang dapat digunakan sebagai penstabil dalam pembuatan *fruit leather* antara lain guar gum, gum acacia atau gum arab. Gum arab merupakan serangkaian satuan-satuan D-galaktosa, L-arabinosa, asam D-galakturonat dan L-ramnosa. Gum arab mempunyai gugus arabinogalactan protein (AGP) dan glikoprotein (GP) yang berperan sebagai pengemulsi dan pengental.

Kelarutan gum arab dalam air lebih baik dibanding hidrokoloid lainnya, karena gum arab sangat mudah larut dalam air. Pada pangan olahan yang banyak mengandung gula, gum arab digunakan untuk mendorong pembentukan emulsi lemak yang mantap dan mencegah kristalisasi gula.

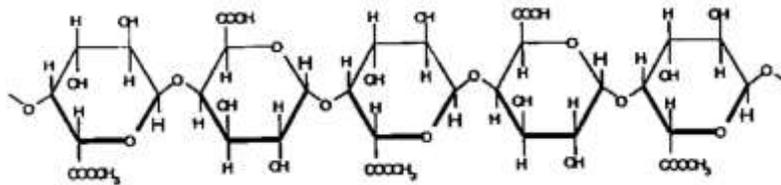
Gum arab stabil dalam larutan asam. Emulsifikasi dari gum arab berhubungan dengan kandungan nitrogennya (protein). Gum arab dapat meningkatkan stabilitas *fruit leather* dengan peningkatan viskositas. Jenis pengental ini juga tahan panas, namun lebih baik jika panasnya dikontrol karena gum arab dapat terdegradasi secara perlahan-lahan dan kekurangan efisiensi emulsifikasi dan viskositas. Gum arab juga dapat digunakan untuk pengikatan flavour, bahan pengental, pembentuk lapisan tipis dan pematap emulsi. Viskositas akan meningkat sebanding dengan peningkatan konsentrasi. Konsentrasi gum arab yang digunakan dalam pembuatan leather bervariasi antara 0,3% hingga 1,2 %.

6.4.2 Pektin

Pektin adalah komponen serat yang terdapat pada lapisan lamella tengah dan dinding sel primer pada tanaman, sedangkan menurut Hoejgaard pektin tersusun atas

asam poligalakturonat yang mengandung metil ester. Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Asam Dgalakturonat memiliki struktur yang sama seperti struktur D-galaktosa, perbedaannya terletak pada gugus alkohol primer C6 yang memiliki gugus karboksilat.

Pektin merupakan pangan fungsional bernilai tinggi yang digunakan secara luas sebagai pembentuk gel dan bahan penstabil pada sari buah, leather, jelly, jam atau selai, dan marmalade. Konsentrasi pektin berpengaruh terhadap pembentukan gel dengan tingkat kekenyalan dan kekuatan tertentu. Pektin mempunyai sifat yang sangat penting dalam pengoahan bahan pangan terutama pada sifatnya yang dapat menaikkan kekentalan cairan atau membentuk gel dengan gula dan asam.



Gambar . Struktur Pektin (Hanum dkk., 2012)

Pemanfaatan pektin pada pengolahan pangan seperti merupakan salah satu alternatif yang bisa dilakukan khususnya pada bahan pangan yang tidak memiliki kandungan pektin atau sedikit seperti sayuran dan beberapa buah-buahan misalnya buah pisang. Pada saat pembentukan gel, pektin akan menggumpal membentuk serabut halus yang mampu menahan cairan. Kepekatan serabut halus yang terbentuk ditentukan oleh tingginya kadar pektin.

Penambahan pektin dengan konsentrasi 1 hingga 3 % berpengaruh terhadap tekstur *leather*. Menurut penelitian Dankrajang dkk. (2009) penggunaan pektin dengan konsentrasi 1smpai 3 % berpengaruh terhadap daya tarik *leather* rosela. Sedangkan pada penelitian Arief dkk. (2005) penggunaan pektin dengan konsentrasi 1 sampai 2 % berpengaruh terhadap elastisitas *fruit leather* stroberi. Namun, penggunaan pektin diatas 1% pada pembuatan *vegetable leather* cabai hijau akan menghasilkan *vegetable leather* cabai hijau yang memiliki tekstur kurang baik atau retak.

6.4.3 Alginat

Alginat merupakan grup polisakarida alami yang diekstrak dari rumput laut coklat (*Phaeophyceae*). Alginat merupakan polimer linear dengan berat molekul tinggi berkisar antara 35000 – 1.5 juta sehingga mudah menyerap air. Secara kimia, polimer alginat berantai lurus dan terdiri dari asam D-mannuronat dan asam L-guluronat. Dalam dinding sel dan ruang intraselular rumput laut coklat, dengan kadar 40% dari total berat kering dan merupakan bagian yang berperan penting untuk mempertahankan struktur jaringan alga. Alginat juga berfungsi sebagai pengikat air, yaitu dapat menyerap cairan (air) dengan cepat.

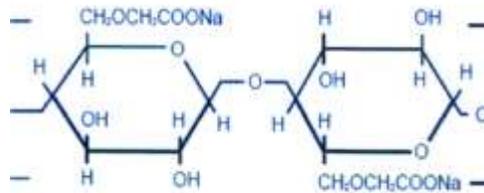
Alginat ditemukan sebagai campuran garam kalsium, kalium, dan natrium dari asam alginat. Natrium alginat larut dalam air dan membentuk larutan koloid (mengental), tidak larut dalam khloroform, eter, dan asam dengan pH kurang dari 3. Keunggulan alginat adalah gel dari alginat bersifat *thermostable* dimana gel yang terbentuk lebih stabil dan memberikan perlindungan terhadap koloid yang lebih baik daripada karagenan, CMC, dan agar apabila digunakan pada suhu tinggi.

Penambahan alginat dalam pembuatan *fruit leather* juga berfungsi sebagai serat larut dan memiliki kemampuan memperlambat penyerapan glukosa. Alginat yang ditambahkan dalam bahan pangan dapat membantu menurunkan kadar glukosa darah. Dimana glukosa akan diserap lebih lambat oleh usus halus. Penyerapan yang lambat akan mengontrol kadar gula darah dan sekresi insulin.

6.4.4 CMC

CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) merupakan polisakarida turunan dari selulosa, berbentuk serbuk berwarna putih kekuningan, tidak berbau dan sifatnya larut dalam air. CMC banyak digunakan sebagai pengental, pembentuk gel, stabilisator, pengemulsi dan dalam beberapa hal dapat merekatkan penyebaran antibiotik.

Struktur CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) merupakan rantai polimer yang terdiri dari unit molekul selulosa. Setiap unit *anhidroglukosa* memiliki tiga gugus hidroksil dan beberapa atom Hidrogen dari gugus hidroksil tersebut disubstitusi oleh *carboxymethyl*.



Gambar Struktur CMC (Kamal, 2010)

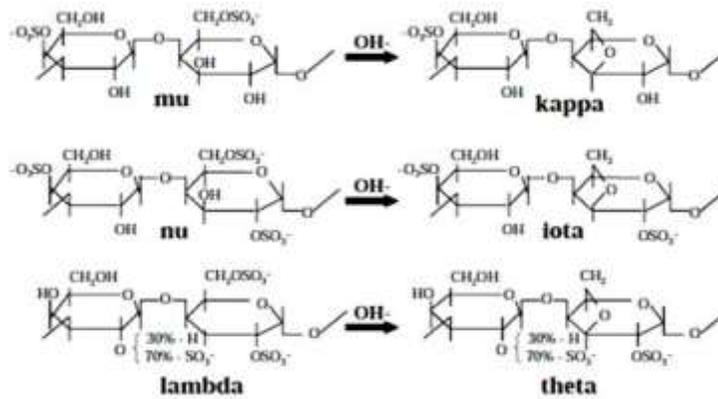
CMC biasanya dipakai pada industri makanan karena CMC mampu memperbaiki tekstur. Sebagai pengental CMC dapat mengikat air sehingga molekul dalam air terperangkap melalui struktur gel yang dibentuk oleh CMC. CMC digunakan sebagai bahan tambahan pangan karena sifatnya yang mudah larut dalam air, stabil terhadap lemak, dan bersifat *inert*. Kamal (2010) mengemukakan beberapa aplikasi penggunaan CMC pada industri makanan berfungsi sebagai pengendali pertumbuhan kristal es pada makanan beku, penguat rasa, pengikat air, dan pengental.

6.4.5 Karagenan

Karagenan merupakan senyawa hidrokolloid yang terdiri atas ester kalium, natrium, magnesium, dan kalium sulfat dengan 3,6 anhidrogalaktosa kopolimer. Karagenan kompleks, bersifat larut dalam air, berantai linier dan sulfat galaktan. Struktur senyawa ini terdiri dari unit-unit galaktosa dan 3,6-anhidrogalaktosa yang berikatan dengan gugus sulfat atau tidak dengan ikatan α 1,3-D-galaktosa dan β 1,4,3,6-anhidrogalaktosa.

Karagenan terbagi menjadi tiga fraksi yaitu kappa, iota, dan lamda. Kappa karagenan apabila berikatan dengan air membentuk gel yang kaku dan keras, sedangkan iota dapat membentuk gel yang relatif elastis dan lembut, namun lamda

hampir tidak membentuk gel sama sekali karena lamda mengandung gugus sulfat yang relatif tinggi.



Gambar Struktur Karagenan (Yuniati, 2011)

Karagenan terdapat dalam dinding sel rumput laut atau matriks intraselulernya. Karagenan merupakan getah rumput laut yang dihasilkan dari proses ekstraksi rumput laut yang sebelumnya dilakukan proses alkali pada temperatur yang tinggi, dan merupakan bagian penyusun terbesar pada rumput laut dibandingkan dengan komponen yang lain.

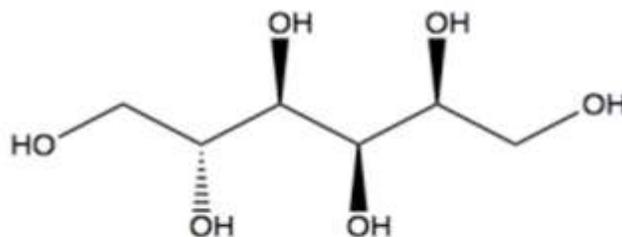
Karagenan berfungsi untuk pengental, pengemulsi, pensuspensi, dan faktor penstabil. Karagenan juga dipakai dalam industri pangan untuk memperbaiki penampilan produk kopi, bir, sosis, salad, es krim, susu kental, coklat, jeli. Karagenan tidak dapat dimakan secara langsung, oleh karena itu karagenan hanya digunakan pada industri makanan karena memiliki fungsi untuk mengendalikan kandungan air pada bahan utamanya, dapat mengendalikan tekstur dan menstabilkan makanan.

Penggunaan karagenan sebagai penstabil pada produk fruit leather perlu diperhatikan konsentrasinya karena penambahan karagenan dengan konsentrasi diatas 1% dapat menyebabkan konsentrasi fruit leather yang dihasilkan menjadi alot dan sulit untuk digigit. Penambahan karagenan pada produk leather berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, kuat tarik dan serat pangan produk.

6.4.6 Sorbitol

Sorbitol bersifat sangat mudah larut dalam air, sukar larut dalam methanol, etanol dan asam asetat serta praktis tidak larut dalam eter dan kloroform. Sorbitol berbentuk serbuk hablur berwarna putih atau hampir putih, tidak berbau, higroskopis dan rasanya manis. Sorbitol juga dapat berfungsi sebagai humektan dan pembentuk struktur disamping penggunaannya sebagai pemanis. Penggunaan sorbitol yang efektif berkisar pada konsentrasi 5 hingga 20%.

Secara umum, penambahan sorbitol sebagai *plastisizer* dimana molekul *plastisizer* di dalam larutan terletak di antara rantai ikatan antar ikatan biopolymer dan dapat berinteraksi dengan membentuk ikatan hidrogen dalam rantai ikatan antar polimer, sehingga menyebabkan interaksi antara molekul biopolimer menjadi semakin berkurang. Selain itu, plasticizer dapat menurunkan gaya intermolekul dan meningkatkan fleksibilitas dengan memperlebar ruang kosong molekul sehingga diperoleh lapisan yang elastic dan fleksibel.



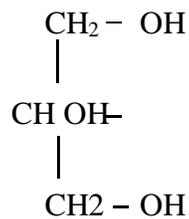
Gambar Struktur Sorbitol

6.4.7 Gliserol

Gliserol adalah alkohol terhidrik dengan nama lain gliserin atau 1,2,3propanetriol. Sifat fisik gliserol tidak berwarna, tidak berbau, meleleh pada suhu 17,8 °C, berasa manis dan larut dalam air dan etanol. Gliserol terdapat dalam bentuk campuran lemak hewan atau minyak tumbuhan. Gliserol juga terdapat secara alami

sebagai trigliserida pada semua jenis hewan dan tumbuhan dalam bentuk lipida sebagai lechitin dan chepalins.

Gliserol yang diijinkan untuk ditambahkan ke dalam bahan pangan dengan konsentrasi maksimal 10 mg/m³. Gliserol bersifat sebagai pelembab. Sifat melembabkan diakibatkan dari gugus-gugus hidroksil yang dapat berikatan dengan gugus hydrogen dari air sehingga dapat mencegah penguapan dari air tersebut. Pada penelitian Ariesta (2016) konsentrasi gliserol yang digunakan dalam pembuatan *vegetable leather* katuk berkisar antara 0,2 hingga 0,6 %. Penggunaan gliserol ini berpengaruh terhadap tekstur, kadar serat dan kadar kalsium *vegetable leather* katuk yang dihasilkan.



Gambar Struktur Gliserol

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, D.Z., I. Ikrawan dan R. Rahmawati. 2005. Pengaruh Konsentrasi Pektin dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Fruit Leather Stroberi (*Fragaria chiloensis* L). Jurnal Infomatek 7 (1): 55-68.
- Ariesta, M. 2016. Variasi Jenis Bahan Pengikat dan Konsentrasi Gliserol sebagai Plasticizer pada Pembuatan Vegetable Leather Daun Katuk (*Sauropus androgynous*). Skripsi. Universitas Pasundan. Bandung.
- Azhar L.M.F., K. Fibrianto, S. Widyotomo, dan Harijono. 2018. Pengaruh Asal Bahan Baku Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) dan Lama *Conching* terhadap Karakteristik Tekstur dan Sifat Sensori *Dark Chocolate*. Jurnal teknologi Pertanian 19(1) : 1-14.
- Buckle, K.A.; R.A. Edwards; G.H. Fleet; and M. Wooton. 1987. Ilmu Pangan (Diterjemahkan oleh H. Purnomo dan Adiono). Penerbit UI Press, Jakarta. 365 hal.
- Dankrajang, S., S. Anchalee, dan S. Thongchai. 2009. Development of Roselle Leather from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) by Product. Asian Journal of Food Industry 2 (4): 788-795.
- Desrosier, N.W. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan.(Diterjemahkan oleh M. Muljohardjo). Penerbit UI-Press, Jakarta. 612 hal.
- Diharmi, A., F. Dedi, A. Nuri, dan S.H. Endang. 2011. Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi *Euclima spinosum* (Alga merah) dari Perairan Sumenep Madura. Jurnal Perikanan dan Kelautan 16 (1): 117-124.
- Estiari, N.H.R. Parnanto, dan A.M. Sari. 2016. Pengaruh Perbandingan Campuran Labu Siam (*Sechium edule*) dan Brokoli (*Brassica oleracea* var *Italica*) terhadap Karakteristik Fisika, Kimia dan Organoleptik Mix Fruit and Vegetable Leather. Jurnal Teknosains Pangan 5 (4): 1-9.

- Estiasih, T. dan K. Ahmadi. 2011. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta. 273 hal.
- Fahrizal dan R. Fadhil. 2014. Kajian fisiko kimia dan daya terima organoleptik selai nenas yang menggunakan pektin dari limbah kulit kakao. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 6 (3): 13-17.
- Fitantri, A.L., N.H.R. Parnanto, dan D. Praseptiangga. 2014. Kajian Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris *Fruit Leather* Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan Penambahan Karaginan. *Jurnal Teknosains Pangan* 3 (1): 26-34.
- Handayani, L. dan F. Ayustaningwarno. 2014. Indeks Glikemik dan Beban Glikemik *Vegetable Leather* Brokoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) Dengan Substitusi Inulin, UNDIP, Semarang.
- Hanum, F., M.D.K. Irza MDK, dan A.T. Martha. 2012. Ekstraksi pektin dari kulit buah pisang raja (*Musa sapientum*). *Jurnal Teknik Kimia USU* 1 (2): 21-26.
- Historiasih, R. 2010. Pembuatan Fruit Leather Sirsak-Rosella. Skripsi. UPN Veteran, Surabaya.
- Indraswati, D. 2015. Pengawet Makanan. Forum Ilmiah Kesehatan (FORIKES). 66 hal.
- Kamal, N. 2010. Pengaruh bahan aditif CMC (Carboxyl Methyl Celulose) terhadap beberapa parameter pada larutan sukrosa. *Jurnal Teknologi* 1 (17): 78-85.
- Keeton, J.T. 2001. *Formed and Emulsion Product In* : A.R. Shams (Ed.). Poultry Meat Processing. CRC Press. Boca Raton.
- Koswara, S. 2009. *Teknologi Pengolahan Sayuran dan Buah-buahan (Teori dan Praktek)*. eBook Pangan.com. 59 hal.
- Leiva Diaz, E. L. Gianuzzi, S.A. Ginner. 2009. Apple Pectic Gel Produced By Dehydration. *Food Bioprocess Technol.* (20): 194-207.
- Lismawati. 2017. Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film dari Pati Kentang (*Solanum tuberosum* L). Skripsi. UIN Alaudin Makassar. Makassar.
- Muntikah dan M. Razak. 2017. *Ilmu Teknologi Pangan*. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 199 hal.

- Nurainy, F. dan D. Koesoemawardani. 2006. Efek Penambahan Rumput Laut terhadap Karakteristik *Fruit Leather* Sirsak. Penelitian fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Nurlaely, E. 2002. Pemanfaatan Buah Jambu Mete Untuk Pembuatan *Leather*. Kajian dari Proporsi buah pencampur. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya, Malang.
- Nurminag, M., W.F.P. Astuti, dan R.J. Nainggolan. 2016. Pengaruh Jenis Zat Penstabil dan Konsentrasi Zat Penstabil terhadap Mutu *Fruit Leather* Campuran Jambu Biji Merah dan Sirsak. Skripsi Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Permatasari, P.D., N.H.R. Parnanto, dan D. Ishartani. 2017. Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Vegetable Leather Cabai Hijau (*Capsicum annum* var. *annum*) dengan Penambahan berbagai Konsentrasi Pektin. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian 10 (1): 21-31.
- Puspaningrum, L., S.S. Yuwono, dan E. Martati. 2018. Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris *Fruit Leather* Apel Manalagi (*Malus sylvestris* mill) dengan Substitusi Pisang Candi (*Musa paradisiaca* L)
- Putra, A.D., V.S. Johan, dan R. Efendi. 2017. Penambahan Sorbitol Sebagai Plasticizer dalam Pembuatan Edible Film Pati Sukun. JOM Fakultas Pertanian 4 (2): 1-15.
- Putri, N.E. 2011. Pengaruh pemberian CMC (Carboxy Methyl Cellulose) dan pengenceran terhadap mutu sari buah Sirsak (*Annona muricata* L.). <http://nelaeskaputri.blogspot.com/2011/12/pengaruh-pemberian-cmc-carboxymethyl.html?m=1>. Diakses tanggal 4 November 2018.
- Rahmawati, F. ---. Pengawetan Makanan dan Permasalahannya dalam [staffnew.uny.ac.id>upload https://www.google.com](https://www.google.com) diakses tanggal 16 November 2019.
- Ray, B. 2004. Fundamental Food Microbiology 3rd ed. CRC Press. Boca Raton, New York.
- Reddy, S.C K. and R.P. Sagar. ---. Fruit and Vegetable Processing (Study Material). Department of Food Science and Technology, Acharya Ng Ranga Agricultural University, College of Food Science and Technology, Pulivendula-516390. 162 pp.

- Rosyada, F.A., H. Nurmilasari, dan M. Kalamilah. 2019. Bokis (Bahan Olahan Kismis): Solusi Mengurangi Tingkat Gizi Buruk pada Balita di Jawa Tengah dalam <https://osf.io> diakses tanggal 13 November 2019.
- Setiawan, H., R. Faizal, dan A. Amrullah. 2015. Penentuan Kondisi Optimum Modifikasi Konsentrasi Plasticizer Sorbitol PVA pada Sintesa Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Sorgum dan Chitosan Limbah Kulit Udang. *Jurnal Saintek* 13 (1): 29-38.
- Siswati, J., R. Syarief, dan S.T. Soekarto. 2002. Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut *Sargassum* sp. serta Aplikasinya sebagai Penstabil Es Krim. *Forum Pascasarjana* 25: 357-364.
- Suhardi. 2006. Manfaat Alginat Ekstrak Makroalga Coklat dalam Industri Pangan. *Warta Oseanografi – LIPI*.
- Suherman A. 2012. Penggunaan karagenan sebagai penstabil terhadap kondisi fisik dan pengaruh cita rasa pada es krim. <http://adesuherman09.student.ipb.ac.id/2012/03/18/penggunaan-karagenansebagai-penstabil-terhadap-kondisi-fisik-dan-pengaruh-cita-rasa-pada-eskrim/>. Diakses tanggal 4 November 2018.
- Valenzuela, C. and J.M. Aguilera. 2015. Effects of Different Factors on Stickiness of Apple Leathers. *J. Food Eng.* 149 :51-60
- Wignyanto dan E. Lestari. 2015. Penerapan Mesin Pengering Mekanis untuk Penguatan Kapabilitas Produksi pada Industri Kerupuk Kentang sebagai Upaya Pemenuhan Permintaan Pasar. *Journal of Inovation and Applied Technology* 1 (1): 75-81.
- Wijana, S. A. F. Mulyadi, dan L.L. Fajrin. 2015. Pemanfaatan Nanas (*Ananas comosus* L.) Subgrade Sebagai Fruit leather Nanas Guna Mendukung Pengembangan Agroindustri di Kediri Kajian Penambahan Karaginan dan Sorbitol dalam <https://jurnal.unej.ac.id> diakses tanggal 2 Desember 2019.
- Winarti, S., Jariyah, dan R.A. Kartini. 2015. Penambahan Sorbitol pada Fruit Leather Jambu Biji Merah untuk Memperbaiki Karakteristik dan Daya Simpan. *Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKTP-TPI UPN Veteran*. Surabaya.
- Yunizal. 2004. *Teknologi Pengolahan Alginat*. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Zamharir, Sukmawaty, dan A. Priyati. 2016. Analisis Pemanfaatan Energi Panas pada Pengeringan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan Menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem 4 (2): 264-274.

ISBN 978-802-5914-67-8



9 786025 914676