

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prinsip Pengeringan

Pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini kandungan uap air udara lebih sedikit atau udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah sehingga terjadi penguapan (Adawyah, 2014).

Kemampuan udara membawa uap air bertambah besar jika perbedaan antara kelembaban nisbi udara pengering dengan udara sekitar bahan semakin besar. Salah satu faktor yang mempercepat proses pengeringan adalah kecepatan angin atau udara yang mengalir. Udara yang tidak mengalir menyebabkan kandungan uap air disekitar bahan yang dikeringkan semakin jenuh sehingga pengeringan semakin lambat. Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Apabila kelembaban udara tinggi, maka perbedaan tekanan uap di dalam dan di luar menjadi kecil sehingga menghambat pemindahan uap air dalam bahan ke luar. Kemampuan bahan untuk melepaskan air dari permukaan akan semakin besar dengan meningkatnya suhu udara pengering yang digunakan. Peningkatan suhu juga menyebabkan kecilnya jumlah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air bahan (Adawyah, 2014).

Menurut Rohman (2008), pengeringan merupakan proses penghilangan sejumlah air dari material. Dalam pengeringan, air dihilangkan dengan prinsip perbedaan kelembaban antara udara pengering dengan bahan makanan yang dikeringkan. Material biasanya dikontakkan dengan udara kering yang kemudian terjadi perpindahan massa air dari material ke udara pengering.

Tujuan pengeringan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau bahkan terhenti sama sekali. Dengan demikian, bahan yang dikeringkan mempunyai waktu simpan lebih lama (Adawyah, 2014).

Menurut Momo (2008), terdapat 2 faktor utama yang mempengaruhi pengeringan, yaitu:

1. Faktor yang berhubungan dengan udara pengering, di antaranya:

a. Suhu

Semakin tinggi suhu udara maka pengeringan akan semakin cepat

b. Kecepatan aliran udara

Semakin cepat udara maka pengeringan akan semakin cepat

c. Kelembaban udara

Semakin lembab udara, proses pengeringan akan semakin lambat

d. Arah aliran udara

Semakin kecil sudut arah udara terhadap posisi bahan, maka bahan semakin cepat kering.

2. Faktor yang berhubungan dengan sifat bahan, diantaranya:

a. Ukuran bahan

Semakin kecil ukuran bahan, pengeringan akan makin cepat

b. Kadar air

Semakin sedikit air yang dikandung, pengeringan akan makin cepat.

2.2 Jenis - Jenis Alat Pengering

2.2.1 *Rotary Drum Dryer*

Pengering ini digunakan untuk mengeringkan zat-zat berbentuk cairan, misalnya susu atau air buah. Alatnya terdiri dari pipa silinder yang besar, adayang hanya satu ada yang dua, bagian dalamnya berfungsi menampung dan mengalirkan uap panas.

Pengeringan dengan *drum* secara luas digunakan dalam pengeringan komersial di industri pangan untuk berbagai jenis produk makanan berpati, makanan bayi, maltodekstrin, suspensi dan pasta dengan viskositas tinggi (*heavy pastes*), dan dikenal sebagai metode pengeringan yang paling hemat energi untuk jenis produk tersebut. Karena terpapar pada suhu tinggi hanya dalam beberapa detik, *drum drying* sangat cocok untuk kebanyakan produk yang sensitif terhadap panas. Dan *drum dryer* dalam pembuatan bubuk melibatkan system kominusi. Dalam operasional pengeringan, cairan, bubur, atau materi yang dihaluskan diletakan sebagai lapisan tipis pada permukaan luar *drum* berputar yang dipanaskan oleh uap. Setelah sekitar tiga perempat dari titik putaran, produk

sudah kering dan dipindahkan dengan pisau statis. Produk kering kemudian ditumbuk menjadi serpih atau bubuk. Pengeringan *drum* adalah salah satu metode pengeringan yang paling hemat energi dan khususnya efektif untuk mengeringkan cairan dengan viskositas tinggi atau bubur makanan.

Perbedaan penggunaan *drum dryer* jika dibandingkan dengan oven dalam pengolahan pangan yang mengandung pati adalah tidak merusak bahan karena suhu yang digunakan berkisar antara 80 °C dalam waktu yang cepat, yaitu: hanya sekaliputaran *drum*. sedangkan penggunaan oven dalam pengeringan adalah dapat merusak bahan karena suhu yang digunakan tinggi dalam waktu yang relatif lama.

Bagian *drum* berfungsi sebagai suatu evaporator. Beberapa variasi dari jenis *drum* tunggal adalah dua *drum* yang berputar dengan umpan masuk dari atas atau bagian bawah kedua *drum* tersebut. Terdiri dari gulungan logam panas yang berputar. Pada bagian luar terjadi penguapan lapisan tipis zat cair atau lumpur untuk dikeringkan. Padatan kering dikeluarkan dari gulungan yang putarannya lebih diperlambat.

Drum dryer memiliki mekanisme kerja yaitu: cairan yang akan dikeringkan disiramkan pada silinder pengering tersebut dan akan keluar secara teratur dan selanjutnya menempel pada permukaan luar silinder yang panas sehingga mengering, dan karena silinder tersebut berputar dan di bagian atas terdapat pisau pengerik (skraper) maka tepung- tepung yang menempel akan terkerik dan berjatuh masuk ke dalam penampung, sehingga didapat tepung sari hasil tanaman yang kering dan memuaskan (Ahmad, 2010).

Pengering *Drum* diklasifikasikan menjadi 3, yaitu *single drum dryer*, *double drum dryer*, dan *twin drum dryer*.

Double drum dryer memiliki dua *drum* yang berputar terhadap satu sama lain pada bagian atas. Gap antara dua *drum* akan mengontrol ketebalan lapisan bahan yang diletakan pada permukaan *drum*. *Twin drum dryer* juga memiliki dua *drum*, tetapi berputar berlawanan satu sama lain pada bagian atas.

Diantara tiga jenis *drum dryer*, *single* dan *double drum dryer* paling sering digunakan untuk buah-buahan dan sayuran. Misalnya untuk keripik kentang

(*single drumdryer*) dan pasta tomat (*double drum dryer*). Sedangkan *twin drum dryer* digunakan untuk pengeringan bahan yang menghasilkan produk berupa butiran/debu.

Untuk bahan yang sensitif terhadap panas, modifikasi dengan *vacum drum dryer* dapat digunakan untuk mengurangi suhu/panas pengeringan. *Vacum drum dryer* pada prinsipnya mirip dengan *drum dryer*, hanya *drum* tertutup dalam ruang kedap udara/vakum (Agung, 2012).



Sumber: tsffaunsoed, 2009

Gambar 1 Contoh *Rotary Drum Dyer*

2.2.2 *Tray Dryer*

Tray Dryer (Cabinet Dryer) merupakan salah satu alat pengeringan yang tersusun dari beberapa buah tray di dalam satu rak. *Tray dryer* sangat besar manfaatnya bila produksinya kecil, karena bahan yang akan dikeringkan berkontak langsung dengan udara panas. Namun alat ini membutuhkan tenaga kerja dalam proses produksinya, biaya operasi yang agak mahal, sehingga alat ini sering digunakan pada pengeringan bahan - bahan yang bernilai tinggi.

Tray dryer termasuk kedalam system pengering konveksi menggunakan aliran udara panas untuk mengeringkan produk. Proses pengeringan terjadi saat aliran udara panas ini bersinggungan langsung dengan permukaan produk yang akan dikeringkan. Produk ditempatkan pada setiap rak yang tersusun sedemikian rupa agar dapat dikeringkan degan sempurna. Udara panas sebagai fluida kerja bagi model ini diperoleh dari pembakaran bahan bakar, panas matahari atau listrik. Kelembaban relatif udara yang mana sebagai faktor pembatas kemampuan

udara menguapkan air dari produk sangat diperhatikan dengan mengatur pemasukan dan pengeluaran udara dari alat pengering ini melalui sebuah alat pengalir.

Penggunaannya cocok untuk bahan yang berbentuk padat dan butiran, dan sering digunakan untuk produk yang jumlahnya tidak terlalu besar. Waktu pengeringan yang dibutuhkan (1-6 jam) tergantung dari dimensi alat yang digunakan dan banyaknya bahan yang dikeringkan, sumber panas dapat berasal dari *steam boiler*.

Pengering tray ini dapat beroperasi dalam vakum dan dengan pemanasan tak langsung. Uap dari zat padat dikeluarkan dengan ejector atau pompa vakum. Pengeringan dengan sirkulasi udara menyilang lapisan zat padat memerlukan waktu sangat lama dan siklus pengeringan panjang yaitu 4-8 jam per tumpak. Selain itu dapat juga digunakan sirkulasi tembus, tetapi tidak ekonomis karena pemendekan siklus pengeringan tidak akan mengurangi biaya tenaga kerja yang diperlukan untuk setiap tumpak.

Pada *tray dryer*, yang juga disebut rak, ruang, atau pengering kompartement, bahan dapat berupa padatan kental atau padatan pasta, disebarkan merata pada tray logam yang dapat dipindahkan di dalam ruang (*cabinet*). Uap panas disirkulasi melewati permukaan tray secara sejajar, panas listrik juga digunakan khususnya untuk menurunkan muatan panas sekitar 10-20 % udara yang melewati atas tray adalah udara murni, sisanya menjadi udara sirkulasi. Setelah pengeringan, ruang atau kabinet dibuka dan tray diganti dengan pengering tumpak (*batch*) tray. Modifikasi tipe ini adalah tipe tray truck yang ditolak ke dalam pengering. Pada kasus bahan granular (butiran), bahan bisa dimasukkan dalam kawat pada bagian bawah tiap-tiap tray, kemudian melalui sirkulasi pengering, uap panas melewati bed permeabel memberikan waktu pengeringan yang lebih singkat disebabkan oleh luas permukaan yang lebih besar kena udara.



Sumber : Revitasari, 2010

Gambar 2 Contoh *Tray Dryer*

2.2.2 *Spray Dryer*

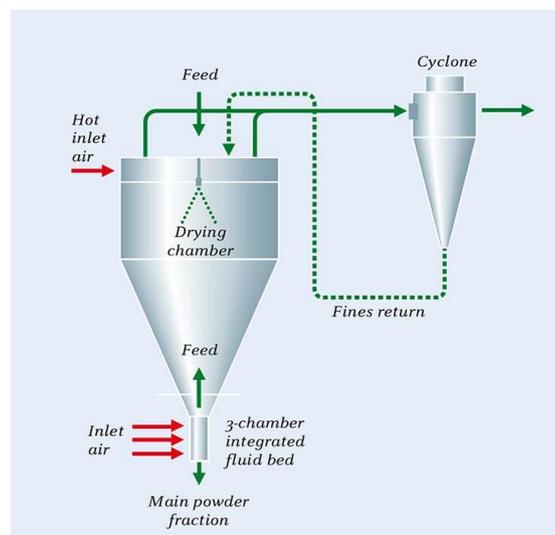
Pengeringan semprot (*spray drying*) cocok digunakan untuk pengeringan bahan pangan cair seperti susu dan kopi (dikeringkan dalam bentuk larutan ekstrak kopi). Cairan yang akan dikeringkan dilewatkan pada suatu nozzle (semacam saringan bertekanan) sehingga keluar dalam bentuk butiran (*droplet*) cairan yang sangat halus. Butiran ini selanjutnya masuk ke dalam ruang pengering yang dilewati oleh aliran udara panas.

Evaporasi air akan berlangsung dalam hitungan detik, meninggalkan bagian padatan produk dalam bentuk tepung. Kapasitasnya dapat beberapa kg per jam hingga 50 ton per jam penguapan (20000 pengering semprot) dan umpan yang diatomisasi dalam bentuk percikan disentuh dengan udara panas yang dirancang dengan baik.

Seluruh air dari bahan yang ingin dikeringkan, diubah ke dalam bentuk butiran-butiran air dengan cara diuapkan menggunakan *atomizer*. Air dari bahan yang telah berbentuk tetesan-tetesan tersebut kemudian di kontak dengan udara panas. Peristiwa pengontakan ini menyebabkan air dalam bentuk tetesan-tetesan tersebut mengering dan berubah menjadi serbuk. Selanjutnya proses pemisahan antara uap panas dengan serbuk dilakukan dengan *cyclone* atau penyaring. Setelah di pisahkan, serbuk kemudian kembali diturunkan suhunya sesuai dengan kebutuhan produksi. Pada prinsipnya cairan disemprotkan melalui sebuah alat penyemprot

(*sprayer*) ke dalam ruangan yang panas. Dengan demikian air akan dapat menguap sehingga bahan dapat kering menjadi bubuk atau *powder*.

Tetesan yang terbentuk tadi selanjutnya diumpungkan dengan spray nozel atau cakram spray dengan kecepatan tinggi yang berputar di dalam kamar-kamar silinder. Hal ini dapat menjamin bahwa tetesan-tetesan air dan partikel padatan basah tidak bercampur dan permukaan padatan tidak kaku sebelum sampai ke tempat pengeringan, setelah itu baru digunakan chamber yang besar. Padatan kering akan keluar dibawah chamber melalui *screw conveyer*. Kemudian gas dialirkan dengan cyclone sparator agar proses dapat berlangsung dengan baik. Produknya berupa partikel ringan dan berporos. Contohnya susu bubuk kering yang dihasilkan dari pengeringan susu cair dengan *spray dryer*.



Sumber : *gea.com*, 2010

Gambar 3 Contoh *Spray Dryer*

2.3 Proses Pengeringan

Proses pengeringan diperoleh dengan cara penguapan air. Cara tersebut dilakukan dengan menurunkan kelembaban nisbi udara dengan mengalirkan udara panas di sekeliling bahan, sehingga tekanan uap air bahan lebih besar dari tekanan uap air di udara. Perbedaan tekanan itu menyebabkan terjadinya aliran uap air dari bahan ke udara (Adawyah, 2014).

Faktor – faktor yang mempengaruhi penguapan adalah (Adawyah, 2014)

1. Laju pemanasan waktu energi panas dipindahkan pada bahan
2. Jumlah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air
3. Suhu maksimum pada bahan
4. Tekanan pada saat terjadinya penguapan

2.4 Mekanisme Pengeringan

Ketika benda basah dikeringkan secara termal, ada dua proses yang berlangsung secara simultan, yaitu: (Rohman, 2008)

1. Perpindahan energi dari lingkungan untuk menguapkan air yang terdapat di permukaan benda padat. Perpindahan energi dari lingkungan ini dapat berlangsung secara konduksi, konveksi, radiasi, atau kombinasi dari ketiganya. Proses ini dipengaruhi oleh temperatur, kelembapan, laju dan arah aliran udara, bentuk fisik padatan, luas permukaan kontak dengan udara dan tekanan. Proses ini merupakan proses penting selama tahap awal pengeringan ketika air tidak terikat dihilangkan. Penguapan yang terjadi pada permukaan padatan dikendalikan oleh peristiwa difusi uap dari permukaan padatan ke lingkungan melalui lapisan film tipis udara.
2. Perpindahan massa air yang terdapat di dalam benda ke permukaan. Ketika terjadi penguapan pada permukaan padatan, terjadi perbedaan temperatur sehingga air mengalir dari bagian dalam benda padat menuju ke permukaan benda padat. Struktur benda padat tersebut akan menentukan mekanisme aliran internal air. Beberapa mekanisme aliran internal air yang dapat berlangsung diantaranya adalah: (a) Difusi, pergerakan ini terjadi bila kandungan air pada padatan berada di bawah titik jenuh atmosferik dan padatan dengan cairan di dalam sistem bersifat mutually soluble. Contoh: pengeringan tepung, kertas, kayu, tekstil dan sebagainya. (b) *Capillary flow*, cairan bergerak mengikuti gaya gravitasi dan kapilaritas. Pergerakan ini terjadi bila *equilibrium moisture content* berada di atas titik jenuh atmosferik. Contoh pada pengeringan tanah dan pasir.

Proses pengeringan dilakukan dengan melalui dua periode yaitu periode konstan dan periode kecepatan penurunan. Periode kecepatan konstan seringkali

disebut sebagai periode awal, dimana kecepatannya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan perpindahan massa dan panas.

1. Laju Pengeringan Konstan

Pada periode laju pengeringan konstan perhitungannya dapat dilakukan sebagai berikut:

$$R = \frac{\Delta W}{A \Delta t} = \frac{W_p \Delta X}{A \Delta t} \quad \dots (1)$$

Dimana :

$$R = \text{Laju pengeringan} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ jam}} \right)$$

$$W_p = \text{Berat bahan basah (kg)}$$

$$X = \text{Kandungan air}$$

$$A = \text{Luas permukaan bahan yang dikeringkan (m}^2\text{)}$$

$$t = \text{waktu pengeringan (jam)}$$

Selama periode konstan laju pengeringan persatuan luas:

$$R_c = \frac{h (T - T_w) 3600}{\lambda_w} \quad (\text{kg/m}^2 \text{jam}) \quad \dots (2)$$

Koefisien perpindahan panas (h):

$$h = 0,0204G^{0,8} \quad \dots(3)$$

Humid volume udara panas:

$$V_h = [2,83 \cdot 10^{-3} + 4,56 \cdot 10^{-3} H] T \quad \dots(4)$$

Densitas udara (ρ_G):

$$\rho_G = \frac{1+H}{V_h} \quad \dots(5)$$

Kecepatan Massa:

$$G = v \cdot \rho_G \quad \dots(6)$$

2.5 Metode Pengeringan

2.5.1 Pengeringan alami

Pengeringan alami terdiri dari:

a. Sun Drying

Pengeringan dengan menggunakan sinar matahari sebaiknya dilakukan di tempat yang udaranya kering dan suhunya lebih dari 100 °F. Pengeringan dengan metode ini memerlukan waktu 3-4 hari. Untuk kualitas yang lebih baik, setelah pengeringan, panaskan bahan di oven dengan suhu 175 °F selama 10 - 15 menit untuk menghilangkan telur serangga dan kotoran lainnya.

Energi panas yang dipancarkan oleh matahari dapat dimanfaatkan untuk mengeringkan bahan padat dengan bantuan sebuah kolektor panas.

Prinsip dasar untuk menghitung efisiensi kolektor panas adalah dengan membandingkan besar kenaikan temperatur fluida yang mengalir dialam kolektor dengan intensitas cahaya matahari yang diterima kolektor.

b. Air Drying

Pengeringan dengan udara berbeda dengan pengeringan dengan menggunakan sinar matahari. Pengeringan ini dilakukan dengan cara menggantung bahan di tempat udara kering berhembus. Misalnya di beranda atau di daun jendela. Bahan yang biasa dikeringkan dengan metode ini adalah kacang-kacangan.

Kelebihan pengeringan alami yaitu:

1. Tidak memerlukan keahlian dan peralatan khusus
2. Biayanya lebih murah.

Kelemahan pengeringan alami yaitu:

1. Membutuhkan lahan yang luas
2. Sangat tergantung pada cuaca
3. Sanitasi *hygiene* sulit dikendalikan.

2.5.2 Pengeringan Buatan

Pengeringan buatan terdiri dari:

a. Menggunakan alat dehidrator

Pengeringan makanan memerlukan waktu yang lama. Dengan menggunakan alat dehydrator, makanan akan kering dalam jangka waktu 6-10 jam. Waktu pengeringan tergantung dengan jenis bahan yang kita gunakan.

b. Menggunakan oven

Dengan mengatur panas, kelembaban, dan kadar air, oven dapat digunakan sebagai *dehydrator*. Waktu yang diperlukan adalah sekitar 5-12 jam. Lebih lama

dari dehydrator biasa. Agar bahan menjadi kering, temperature oven harus di atas 140 °C

Kelebihan pengeringan buatan yaitu:

1. Suhu proses pengeringan dapat diatur sesuai keinginan
2. Kecepatan proses pengeringan dapat diatur sesuai keinginan
3. Tidak terpengaruh cuaca, sanitasi dan *hygiene* dapat dikendalikan.

Kelemahan pengeringan buatan yaitu:

1. Memerlukan keterampilan dan peralatan khusus
2. Biaya lebih tinggi dibanding pengeringan alami

2.6 Ubi Jalar Kuning

Ubi jalar merupakan tanaman ubi-ubian dan tergolong tanaman semusim (berumur pendek). Ubi jalar adalah tanaman yang tumbuh baik di daerah beriklim panas dan lembab, dengan suhu optimum 27°C berkelembaban udara 50% - 60% dan lama penyinaran 11-12 jam per hari dengan curah hujan 750 mm – 1500 mm pertahun.

Ubi jalar kuning merupakan jenis ubi jalar yang warna daging umbinya kuning, kuning muda atau putih kekuning-kuningan. Keunggulan dari ubi jalar kuning ini adalah mengandung betakaroten yang tinggi. Betakaroten yang ada dalam ubi jalar dapat mengurangi sekitar 40% resiko terkena penyakit jantung, memberi perlindungan atau pencegahan terhadap kanker, penuaan dini, penurunan kekebalan, penyakit jantung, stroke, katarak sengatan cahaya matahari, dan gangguan otot (Ginting, dkk., 2009).

Menurut Murtiningsih (2011) kandungan karbohidratnya yang tinggi membuat ubi jalar dapat dijadikan sumber kalori. Selain itu kandungan karbohidrat ubi jalar tergolong *low glycemix index* (LGI 51), yaitu tipe karbohidrat yang jika dikonsumsi tidak akan menaikkan kadar gula darah secara drastis. Sangat berbeda dengan beras dan jagung yang mengandung karbohidrat dengan *glycemix index* tinggi, sehingga dapat menaikkan gula darah secara drastis. Karena itu, ubi jalar sangat baik jika dikonsumsi penderita diabetes.



Sumber : *alasehat.net*, 2015

Gambar 4 Contoh Ubi Jalar Kuning

Berdasarkan SNI 01-4493-1998, mutu ubi jalar dapat digolongkan dalam 3 (tiga) kelas mutu yaitu mutu I, II dan III. Syarat mutu ubi jalar terbagi menjadi dua yaitu syarat umum: ubi jalar tidak boleh mempunyai bau asing, ubi jalar harus bebas dari hama dan penyakit, ubi jalar harus bebas dari bahan kimia seperti insektisida dan fungisida, ubi jalar harus memiliki keseragaman warna, bentuk maupun ukuran umbinya, ubi jalar harus sudah mencapai masak fisiologis optimal dan ubi jalar harus dalam kondisi bersih.

Komposisi kimia ubi jalar bervariasi tergantung dari usia panen, lingkungan tempat tumbuh dan kondisi geografis (Warsito, dkk., 2015).

Ditinjau dari komposisi kimia ubi jalar potensial sebagai sumber karbohidrat, mineral zat besi (Fe), fosfor (P), dan kalsium (Ca) dan vitamin A, vitamin C, vitamin B1, dan riboflavin. Warna daging ubi jalar jingga kemerah-merahan memiliki hubungan dengan kandungan betakaroten lebih tinggi daripada jenis ubi jalar lainnya. Betakaroten berfungsi untuk mencegah dan menanggulangi penyakit mata.

Ubi jalar kuning mengandung betakaroten sebesar 2900 mg/100 gram umbi,. *Betakarotin* berfungsi sebagai provitamin A di dalam tubuh manusia (Murtiningsih, 2011).

Manfaat Ubi Jalar Kuning adalah

1. Mencegah Diabetes

Ubi jalar dianggap mengandung indeks glikemik rendah dan penelitian terbaru menunjukkan ubi jalar dapat mengurangi gula darah dan resistensi insulin pada penderita diabetes. Serat dalam ubi jalar membuat perbedaan besar juga.

Penelitian telah menunjukkan bahwa penderita diabetes tipe 1 yang mengonsumsi diet tinggi serat, telah meningkatkan gula darah, lipid dan kadar insulin. Satu ubi jalar sedang memberikan sekitar 6 gram serat.

2. Mengurangi Tekanan Darah

Mempertahankan asupan natrium yang rendah sangat penting untuk menurunkan tekanan darah, namun meningkatkan asupan kalium mungkin sama pentingnya. Menurut *The National Health and Nutrition Examination Survey*, kurang dari 2% orang dewasa di AS memenuhi rekomendasi harian kalium yaitu 4700 mg. Satu ubi jalar menyediakan sekitar 542 miligram. Asupan kalium tinggi dikaitkan dengan 20% penurunan risiko kematian akibat tekanan darah tinggi.

3. Mempengaruhi Kesuburan

Bagi wanita yang masih subur, mengonsumsi lebih banyak zat besi dari sumber tanaman dapat mempengaruhi kesuburan, menurut *Harvard Medical School Harvard Health Publications*. Vitamin A dalam ubi jalar (dikonsumsi sebagai beta karoten, kemudian dikonversi menjadi vitamin A dalam tubuh) juga penting selama kehamilan dan menyusui untuk sintesis hormon.

4. Meningkatkan Imunitas

Makanan nabati seperti ubi jalar yang tinggi vitamin C dan beta karoten menawarkan meningkatkan kekebalan tubuh dari kombinasi yang kuat nutrisi. Kandungan vitamin C pada ubi jalar berfungsi mencegah penyakit yang datang melalui virus seperti flu.

5. Mengatasi peradangan

Kolin merupakan nutrisi yang sangat penting dan serbaguna dalam ubi jalar untuk membantu tidur, gerakan otot, belajar dan memori. Kolin juga membantu untuk mempertahankan struktur membran sel, membantu dalam transmisi impuls saraf, membantu dalam penyerapan lemak dan mengurangi inflammation.

6. Menjaga Kesehatan Mata

Menurut Duke dokter mata jill koury MD, kekurangan vitamin A dapat menyebabkan segmen luar fotoreseptor mata memburuk, erusak penglihatan

normal. Memperbaiki kekurangan vitamin A dengan makan tinggi beta karoten akan mengembalikan kemampuan penglihatan.

Sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan taksonomi ubi jalar sebagai berikut:

Kerajaan	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Bangsa	: <i>Convolvulales</i>
Suku	: <i>Convolvulaceae</i>
Marga	: <i>Ipomoea</i>
Jenis	: <i>Ipomoea batatas L.</i>

Tabel 1 Spesifikasi Persyaratan Khusus Komoditas Ubi Jalar (SNI 01-4493-1998)

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan		
			Mutu I	Mutu II	Mutu III
1	Berat Umbi (gr/umbi)	Gram	>200	100 - 200	75 – 100
2	Umbi cacat (per 50 biji)	Biji	Tidak ada	Maks. 3 biji	Maks. 5 biji
3	Kadar air (%b/b)	%	Min. 65	Min. 60	Min. 60
4	Kadar serat (%b/b)	%	Maks. 2	Maks. 2,5	>3,0
5	Kadar pati (%b/b)	%	Min. 30	Min. 2,5	Min. 2,5

Sumber : kemendikbud, 2013

Tabel 2 Syarat Mutu Keripik Ubi Jalar (SNI 01-4306-1996)

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Khas
1.3	Warna	-	Normal
1.4	Tekstur	-	Renyah
2	Keutuhan	% b/b	Min. 80
3	Air	% b/b	Maks. 5.0
4	Abu	% b/b	Maks. 2.0

Sumber : kemendikbud, 2013

Tabel 3 Komposisi kimia ubi jalar per 100 gram bahan

Komposisi	Jumlah
Kalori (kal)	123
Protein (g)	1.8
Lemak (g)	0.7
Karbohidrar (g)	27.9
Kalsium (mg)	30
Fosfor (mg)	49
Besi (mg)	0.7
Vitamin A (SI)	60-7700
Vitamin C (mg)	22
Air (g)	68.5

Sumber: Depkes RI, 1981

2.6.1 Kandungan Air Bahan Pangan

Jumlah kandungan air pada bahan hasil pertanian akan memengaruhi daya tahan bahan tersebut terhadap serangan mikroba. Untuk memperpanjang daya awet suatu bahan maka sebagian air pada bahan dihilangkan sehingga mencapai kadar air tertentu (Adawyah, 2014).

1. Air Bahan

Kandungan air yang terdapat di dalam suatu bahan terdiri atas tiga jenis, masing-masing air bahan itu adalah sebagai berikut.

a. Air bebas (*free moisture*)

Bagian air ini terdapat pada permukaan bahan, dapat dipergunakan oleh mikroba untuk pertumbuhan, serta dapat pula dijadikan sebagai media reaksi kimiawi. Air bebas dapat dengan mudah diuapkan pada proses pengeringan. Untuk menguapkan air bebas diperlukan energi yang lebih sedikit dibandingkan dengan menguapkan air terikat (Adawyah, 2014).

b. Air Terikat

Menurut Adawyah (2014), air terikat pada bahan pangan terbagi menjadi dua yaitu: air terikat secara fisik dan air terikat secara kimia.

1. Air terikat secara fisik

Air terikat secara fisik merupakan bagian air bahan yang terdapat dalam jaringan matriks bahan karena adanya ikatan-ikatan fisik.

2. Air Terikat secara kimia

Untuk Menguapkan air yang terikat secara kimia dalam proses pengeringan, dibutuhkan energi yang besar. Apabila kandungan air tersebut dihilangkan. Apabila kandungan air tersebut dihilangkan maka pertumbuhan mikroorganisme dan terjadi reaksi pencokelatan (*browning*).

2. Kadar Air Bahan

Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air per satuan bobot bahan. Ada dua metode untuk menentukan kadar air bahan, yaitu berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan berdasarkan bobot basah (*wet basis*) (Adawyah, 2014).

Penentuan kadar air bahan berdasarkan bobot basah (*wet basis*) dalam perhitungan berlaku rumus sebagai berikut (Adawyah, 2014).

$$KA = \frac{W_a}{W_b} \times 100\% \quad \dots(7)$$

Keterangan :

KA = Kadar air bahan berdasarkan bobot basah (%)

W_a = Bobot air bahan (gr)

W_b = Bobot air bahan basah (gr)

Perhitungan kadar air bahan berdasarkan bobot kering berlaku rumus sebagai berikut (Adawyah, R., 2014).

$$KA = \frac{W_a}{W_b \times 100\%} \quad \dots(8)$$

Keterangan :

KA = Kadar air bahan berdasarkan bobot kering (%)

W_a = Bobot air bahan (gr)

W_b = Bobot bahan kering (gr)

3. Kadar Air Kesetimbangan

Bahan basah di dalam alat pengering akan mengalami penguapan pada seluruh permukaannya. Penguapan tersebut akan terhenti pada saat tertentu, karena molekul-molekul air yang belum diserap dari bahan sama jumlahnya dengan molekul-molekul air yang diserap oleh permukaan bahan basah tersebut.

Keadaan itu dikatakan sebagai keadaan keseimbangan antara penguapan dan pengembunan (Adawyah, 2014).

Kadar air kesetimbangan suatu bahan dapat diartikan sebagai kadar air minimum yang dapat dikeringkan di bawah kondisi pengeringan yang tetap atau pada suhu dan kelembaban nisbi yang tetap. Suatu bahan berada dalam keadaan seimbang dengan kondisi sekelilingnya, apabila lajukehilangan air dari bahan menuju kondisi sekeliling (atmosfer) sama dengan laju air yang didapat dari udara sekelilingnya (Adawyah, 2014).

2.7 LPG sebagai Bahan Bakar

Elpiji adalah brand PERTAMINA untuk LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). LPG merupakan gas hidrokarbon produksi dari kilang minyak dan kilang gas dengan komponen utama gas propane (C_3H_8) dan butane (C_4H_{10}) (Pertamina, 2012).

Tabel 4 Komposisi LPG

Komponen	% Vol
Propana (C_3H_8)	30
Butana (C_4H_{10})	70

Sumber : Edukasi Pertamina, 2011

LPG terdiri dari campuran utama propana dan butana dengan sedikit persentase hidrokarbon tidak jenuh (propilen dan butilen) dan beberapa fraksi C yang lebih ringan dan C yang lebih berat. Senyawa yang terdapat dalam LPG adalah propana (C_3H_8), propilen (C_3H_6), normal iso-butan (C_4H_{10}), dan butilen (C_4H_8). LPG merupakan campuran dari hidrokarbon tersebut yang berbentuk gas pada tekanan atmosfer, namun dapat diembunkan menjadi bentuk cair pada suhu normal dengan tekanan yang cukup besar. Walaupun digunakan sebagai gas, namun pada kenyamanan dan kemudahannya, disimpan dan ditransport dalam bentuk cair dengan tekanan tertentu. LPG cair, jika menguap membentuk gas dengan volume sekitar 250 kali.

2.7.1 Proses Pembakaran dan Perpindahan panas

Proses pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar (C,H) dengan udara (O_2) serta sumber panas sehingga terbentuk api yang menghasilkan kalor dan gas hasil pembakaran (*flue gas*). Untuk melakukan pembakaran bahan bakar dibutuhkan oksigen, oksigen yang digunakan disuplai dari udara. Komposisi udara selain oksigen dan nitrogen, pada kenyataannya ada partikel-partikel lain sebagai inert yang akan ikut keluar stack dan membawa rugi panas.

Pada umumnya komposisi kimia dari bahan bakar merupakan ikatan hidrokarbo yang terdiri dari karbon (C) dan hidrogen (H), maka reaksi yang terjadi di dalam proses pembakaran adalah sebagai berikut:

1. Pembakaran sempurna



2. Pembakaran tidak sempurna



2.7.2 Proses Perpindahan Panas

Proses perpindahan panas dari sumber panas ke penerima dibedakan atas tiga cara, yaitu: laju aliran bahan bakar merupakan banyaknya jumlah bahan bakar yang disuplai ke ruang bakar per satuan waktu.

1. Perpindahan panas secara konduksi

Perpindahan panas secara konduksi merupakan proses perpindahan panas melalui benda kaku yang bersifat mampu menghantarkan panas, misalnya logam. Perpindahan panas terjadi dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu lebih rendah melalui benda kaku dan disini tidak terjadi perpindahan materi.

Untuk menghitung perpindahan panas secara konduksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$dQ = k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} \quad (\text{Joule/jam}) \quad \dots(11)$$

Keterangan:

- k = Konduktivitas termal ($\frac{\text{Joule}}{\text{jam}} \cdot \text{m} \cdot \text{K}$)
 A = Luas permukaan penghantar (m^2)
 dT = Perpindahan suhu ($T_1 - T_2$) ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

dX = Tebal dinding (m)

2. Perpindahan panas secara konveksi

Proses perpindahan kalor secara aliran/konveksi merupakan satu fenomena permukaan. Yang dimaksud dengan aliran ialah pengangkutan kalor oleh gerak dari zat yang dipanaskan. Proses konveksi hanya terjadi di permukaan bahan. Jadi dalam proses ini struktur bagian dalam bahan kurang penting. Keadaan permukaan dan keadaan sekelilingnya serta kedudukan permukaan itu adalah yang utama. Lazimnya, keadaan keseimbangan termodinamik di dalam bahan akibat proses konduksi, suhu permukaan bahan akan berbeda dari suhu sekelilingnya. Dalam hal ini dikatakan suhu permukaan adalah T_1 dan suhu udara sekeliling adalah T_2 dengan $T_1 > T_2$. Kini terdapat keadaan suhu tidak seimbang diantara bahan dengan sekelilingnya.

Kalor yang dipindahkan secara konveksi dinyatakan dengan persamaan Newton, yakni :

$$q = - h. A. T \quad \dots (12)$$

dimana:

q = Kalor yang dipindahkan

h = Koefisien perpindahan panas secara konveksi

A = Luas bidang permukaan perpindahan panas

T = Temperatur

Perpindahan kalor dengan jalan aliran dalam industri kimia merupakan cara pengangkutan kalor yang paling banyak dipakai. Oleh karena konveksi hanya dapat terjadi melalui zat yang mengalir, maka bentuk pengangkutan kalor ini hanya terdapat pada zat cair dan gas. Pada pemanasan zat cair/gas terjadi aliran, karena massa yang akan dipanaskan tidak sekaligus di bawa ke suhu yang sama tinggi. Oleh karena itu bagian yang paling banyak atau yang pertama dipanaskan memperoleh massa jenis yang lebih kecil daripada bagian massa yang lebih dingin. Sebagai akibatnya terjadi sirkulasi, sehingga kalor akhirnya tersebar pada seluruh zat. Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan energi antara permukaan padatan dan cairan atau gas yang berdekatan, dimana gas atau cairan tersebut sedang bergerak.

Perpindahan panas konveksi dibedakan menjadi dua, yaitu konveksi bebas dan konveksi paksa.

3. Perpindahan panas secara radiasi

Pancaran (radiasi) ialah perpindahan kalor melalui gelombang dari suatu zat ke zat yang lain. Semua benda memancarkan kalor. Keadaan ini baru terbukti setelah suhu meningkat. Pada hakekatnya proses perpindahan kalor radiasi terjadi dengan perantaraan foton dan juga gelombang elektromagnet. Terdapat dua teori yang berbeda untuk menerangkan bagaimana proses radiasi itu terjadi. Semua bahan pada suhu mutlak tertentu akan menyinari sejumlah energi kalor tertentu. Semakin tinggi suhu bahan tadi maka semakin tinggi pula energi kalor yang disinarkan.

Radiasi adalah pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik/cahaya (foton) dari sumber radiasi. Ada beberapa sumber radiasi yang kita kenal di sekitar kehidupan kita, contohnya adalah televisi, lampu penerangan, alat pemanas makanan (microwave oven), komputer, dan lain-lain. Radiasi dalam bentuk gelombang elektromagnetik atau disebut juga dengan foton adalah jenis radiasi yang tidak mempunyai massa dan muatan listrik. Misalnya adalah gamma dan sinar-X, dan juga termasuk radiasi tampak seperti sinar lampu, sinar matahari, gelombang microwave, radar dan handphone (BATAN, 2008).