

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Pengertian Penggorengan vakum

Penggorengan merupakan pengolahan pangan yang umum dilakukan untuk mempersiapkan makanan dengan jalan memanaskan makanan dalam panci yang berisi minyak. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan produk yang mengembang dan renyah. Selain itu juga meningkatkan cita rasa, warna, gizi dan daya awet produk akhir. Penggorengan dapat mengubah kualitas makanan dan memberikan efek akibat destruksi termal mikroorganisme dan enzim, serta mengurangi kadar air sehingga daya simpan menjadi lebih baik.

Mesin penggorengan hampa (*vacuum frying*) adalah mesin produksi untuk menggoreng berbagai macam buah dan sayuran dengan cara penggorengan hampa. Penggorengan vakum merupakan cara pengolahan yang tepat untuk menghasilkan kripik buah dengan mutu tinggi.

Salah satu metode penggorengan adalah penggorengan hampa (*vacuum frying*). Metode penggorengan hampa merupakan metode yang paling tepat untuk menghasilkan kripik buah berkualitas tinggi. Mesin *vacuum frying* adalah mesin yang digunakan untuk menggoreng berbagai macam buah dan sayuran. Proses penggorengan vakum adalah proses penggorengan yang dilakukan dengan tekanan lebih rendah dari tekanan atmosfer atau hampa udara. Proses penggorengan pada tekanan yang lebih rendah mengakibatkan terjadinya penurunan titik didih minyak goreng.

Proses penggorengan yang terjadi pada suhu lebih rendah ini menyebabkan proses ini sangat sesuai dengan bahan yang memang tidak tahan dengan suhu yang tinggi. Prinsip kerja *vacuum frying* adalah menghisap kadar air dalam sayuran dan buah dengan kecepatan tinggi agar pori-pori daging buah-sayur tidak cepat menutup, sehingga kadar air dalam buah dapat diserap dengan sempurna. Prinsip kerja dengan mengatur keseimbangan suhu dan tekanan vakum.

Untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang bagus dalam artian warna, aroma, ras buah-sayur tidak berubah dan renyah. Pengaturan suhu tidak boleh melebihi 85 C dan tekanan vakum antara 65 – 76 cmHg. Sebaiknya air dalam bak penampung pada vacuum frying tidak mengandung partikel besi karena dapat menyebabkan air keruh dan dapat merusak pompa vakum yang akhirnya mempengaruhi kerenyahan keripik.

Kondisi vakum ini dapat menyebabkan penurunan titik didih minyak dari 110° C – 200° C menjadi 80° C – 100° C sehingga dapat mencegah terjadinya perubahan rasa, aroma, dan warna bahan seperti manga dan buahan lainnya.

Dengan mesin penggorengan vakum (*vacuum frying*) memungkinkan bahwa mengolah buah atau komoditi peka panas seperti buah dan sayuran menjadi hasil olahan berupa keripik (*chips*) seperti kripik nangka, keripik apel, keripik salak, keripik pisang, keripik nanas, keripik melon, keripik papaya, keripik wortel, keripik buncis, keripik labu siem, keripik lobak, keripik jamur kancing, dan lain-lain.



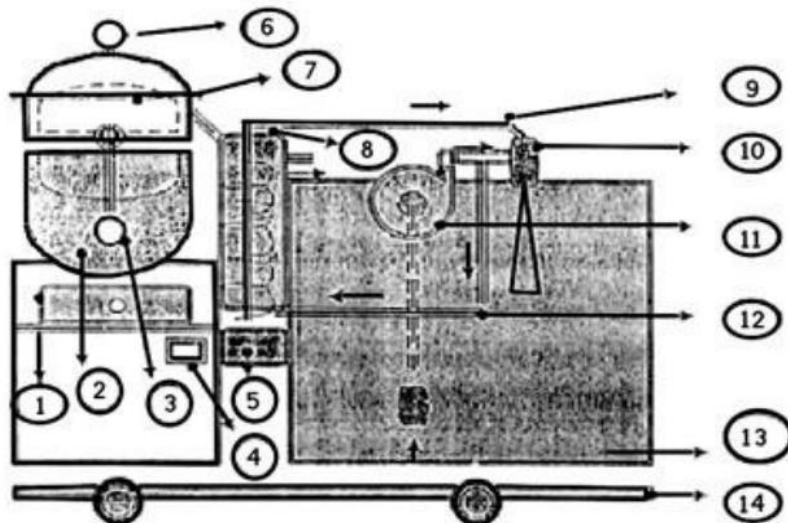
Gambar 2.1 Vacuum Frying

(<https://wiratech.co.id/mesindo-mesin-vacuum-fryer/>)

2.1.1.1. MESIN PENGGORENGAN VAKUM DIPASARAN

Pada mesin penggorengan yang ada di pasaran pemvakuman ruang penggorengan dilakukan dengan sistem *water jet*. Prinsip kerja kevakuman seperti pada sistem venturi. Air yang dipompa menyebabkan terjadinya kevakuman pada saluran ke tabung penggorengan dan menghisap udara didalamnya. Penggerak pompa *water jet* berupa motor listrik yang besar daya bervariasi sesuai kapasitas tampung bahan pada tabung penggorengan.

Dari literatur *website* *wiratech*, alat penggorengan vakum yang dipasarkan ada empat jenis kapasitas tampung bahan dan memiliki daya motor berbeda. Kapasitas 1,5 kg memerlukan daya 200 watt, kapasitas 3,5 kg memerlukan daya 0,75 HP = 559,3 watt, kapasitas 5 kg memerlukan daya 0,75 – 1 HP = 559,3 – 745,7 watt, dan kapasitas 10 kg memerlukan daya 2,5 HP = 1864,25 watt[2]. Pada literatur *website* Maksindo juga ada empat tipe alat penggorengan vakum, kapasitas 1,5 kg memerlukan daya 300 watt, kapasitas 3,5 kg memerlukan daya 1000 watt, kapasitas 5 kg memerlukan daya 1000 watt dan kapasitas 10 kg memerlukan daya 2100 watt. Dari kedua penjelasan sebelumnya dapat diketahui bahwa semakin besar kapasitas tampung bahan memerlukan daya penggerak semakin besar pula. Selain itu pada *website* Maksindo tebal plat penggorengan vakum yang digunakan adalah 2 mm.



Gambar 2.2 Komponen penggorengan vakum pasaran

Komponen-komponen penyusun penggorengan vakum

1. Sumber panas
2. Tabung Penggoreng
3. Tuas Pengaduk
4. Pengendali Operasi
5. Penampung Kondensat
6. Pengukur Vakum
7. Keranjang penampung bahan
8. Kondensor
9. Saluran hisap uap air
10. Water jet
11. Pompa Sirkulasi
12. Saluran air pendingin
13. Bak air sirkulasi
14. Kerangka

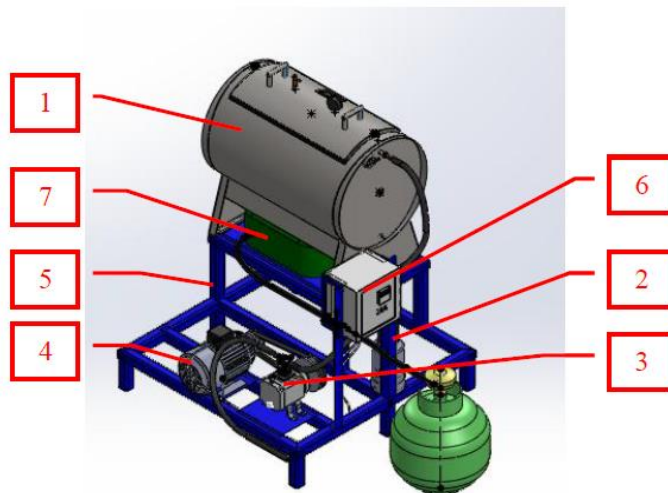
Fungsi komponen-komponen penggorengan vakum:

1. Pompa vakum berfungsi untuk menghisap udara di dalam ruang penggoreng sehingga tekanan menjadi rendah, serta untuk menghisap kadar air yang menguap dari bahan selama penggorengan.
2. Ruang penggoreng (tabung penggoreng, keranjang penampung bahan dan tuas pengaduk). Bagian ini berfungsi sebagai tempat pemanasan minyak yang dilengkapi dengan keranjang untuk pengangkat dan pencelup bahan yang digoreng.
3. Kondensor (kondensor dan penampung kondensat). Bagian ini berfungsi sebagai tempat untuk mengembunkan uap air. Fluida yang digunakan sebagai pendingin dalam kondensor adalah air yang berasal dari sirkulasi penggerak *water-jet*.
4. Pengendali operasi berfungsi untuk mengendalikan/mengatur suhu dan tekanan selama proses penggorengan.
5. Pemanas (sumber panas) berfungsi untuk memanaskan minyak dalam tabung penggoreng.
6. Kerangka berfungsi sebagai tumpuan komponen-komponen mekanisme penggoreng vakum[8].

2.1.1.2 PENGGORENGAN VAKUM PENELITIAN SEBELUMNYA

Pada penelitian sebelumnya mesin vacuum frying menggunakan kompresor AC mobil untuk melakukan kevakuman di dalam tabung penggorengan. Kompresor tersebut menggunakan motor penggerak dengan kapasitas daya 370 Watt.

Prinsip kerja dari mekanisme ini dimana ruang penggorengan prinsip kerja dari mekanisme ini dimana ruang penggorengan dipanaskan dengan media kompor gas manual sampai fluida mendidih sesuai temperature yang diharapkan, kemudian dinyalakan motor listrik sebagai penggerak utama penghisap uap jenis kompresor, lalu uap minyak panas dari tabung *frying* diisap dengan penghisap uap sistem torak sehingga uap yang ada di dalam tabung *frying* berkurang lalu dimasukkan bahan baku sesuai variasi kapasitas yang diberikan kedalam tabung *frying*. Dengan melihat tekanan dan temperatur serta pengaruh waktu sesuai kapasitas bahan baku yang diberikan maka diperoleh data pengujian dari rancangan bangun *vacuum frying* (Langen Cahyo,2017).



Gambar 2.3 Mekanisme vakum frying system torak penelitian sebelumnya

1. Tabung penggorengan
2. Saringan uap
3. Kompresor
4. Motor listrik

5. Rangka
6. Kontrol Panel
7. Kompor gas

Selama mekanisme kerjanya penggorengan vakum sistem water jet pun dan sistem kompresor torak memiliki penggerak yang sama yaitu motor listrik. Dengan kapasitas daya tampung yang sama penggorengan vakum sistem torak bisa menggunakan daya yang lebih kecil dibandingkan penggorengan vakum di pasaran.

Pada penelitian sebelumnya proses uji coba penggorengan menggunakan buah pisang kepok dan nanas dengan berat 300 gram. Kesimpulan yang diperoleh yaitu tekanan maksimum yang ditunjukkan vacuum gauge adalah -40 cmHg. Mesin penggorengan vakum belum optimal jika digunakan untuk menggoreng buah dengan kadar air di atas 70,7% dan temperatur yang paling ideal untuk menggoreng buah pisang adalah pada temperature 100 °C dibuktikan dengan kadar air 2,21%. Nilai ini dibawah batas maksimum standard SNI yaitu 6%, warna hasil penggorengan normal kuning keemasan dan kerenyahan sesuai.

2.2 DASAR TEORI

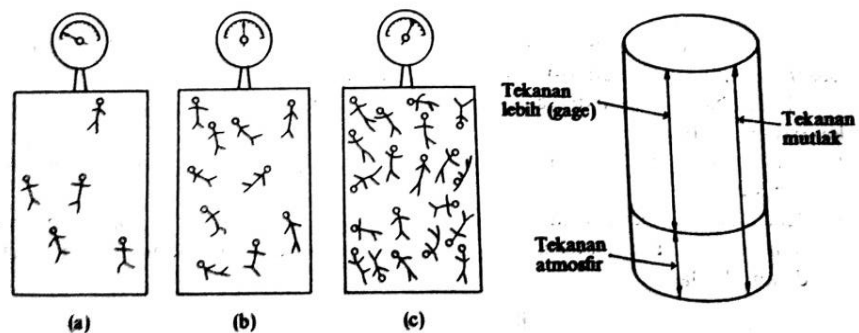
2.2.1 TEKANAN

Jika suatu gas atau udara menempati suatu bejana tertutup maka pada dinding bejana tersebut akan bekerja pada suatu gaya. Gaya ini per satuan luas dinding disebut tekanan.

Menurut teori ilmu fisika, gas terdiri dari molekul-molekul yang bergerak terus menerus secara sembarang. Karena gerakan ini, dinding bejana yang ditempati akan mendapat tumbukan terus menerus pula dari banyak molekul. Tumbukan inilah yang dirasakan sebagai tekanan pada dinding.

Jika temperature gas dinaikkan, maka gerakan molekul-molekul akan menjadi semakin cepat. Dengan demikian tumbukan pada dinding akan menjadi semakin sering dan dengan impuls yang semakin besar. Jadi meskipun volume bejana tetap, tekanan pada dinding akan menjadi lebih besar.

Jika temperature gas dinaikkan dengan volume tetap, tumbukan pada dinding akan semakin banyak, sehingga tekanan akan naik. Jika volume bejana diperkecil sedangkan jumlah gas yang ada di dalamnya tetap seperti semula, maka ruangan menjadi lebih padat molekul sedangkan luas dinding berkurang. Maka tumbukan yang terjadi per satuan luas dinding akan semakin besar hingga tekanannya juga akan naik. Selain daripada itu, karena pemampatan ini juga berarti penambahan energi kepada gas maka gerakan molekul menjadi lebih cepat, yang berarti temperaturnya akan naik.



Gambar 2.4 Molekul tekanan gas dan hubungan tekanan mutlak dan tekanan lebih(gage)

2.2.1.1 TEKINAN ATMOSFIR

Tekanan atmosfer yang bekerja di permukaan bumi dapat dipandang sebagai berat kolom udara mulai dari permukaan bumi sampai batas atmosfer yang paling atas. Untuk kondisi standar, gaya berat kolom udara ini pada setiap 1 cm^2 luas permukaan bumi adalah 1,033 kgf. Dengan perkataan lain dapat dinyatakan bahwa tekanan

$$1 \text{ atmosfer (1 atm)} = 1,033 \text{ kgf/cm}^2 = 0,1013 \text{ Mpa}$$

Tekanan atmosfer juga biasa dinyatakan dalam tinggi kolom air raksa (mm Hg), di mana

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

2.2.1.2 TEKANAN MUTLAK DAN TEKANAN LEBIH

Untuk menyatakan besarnya tekanan gas (atau zat cair) dalam suatu ruangan atau pipa biasanya dipakai satuan kgf/cm^2 atau Pa (Pascal). Dasar yang dipakai sebagai harga nol dalam mengukur atau menyatakan tekanan ada dua macam.

- 1) Jika harga nol diambil sama dengan tekanan atmosfer, maka tekanan yang diukur disebut tekanan lebih (gage pressure).
- 2) Jika harga nol diambil sama dengan tekanan vakum mutlak maka tekanan disebut tekanan mutlak.

Antara tekanan mutlak dan tekanan lebih terdapat hubungan sebagai berikut:

$$\text{Tekanan mutlak} = \text{tekanan lebih} + \text{tekanan atmosfer.}$$

Hubungan ini digambarkan dalam gambar 2.4

Dalam penulisan satuan tekanan biasanya perlu ditambahkan keterangan apakah harga yang dimaksud merupakan tekanan mutlak atau tekanan absolut. Jika yang dimaksud adalah tekanan lebih, maka penulisan satuannya dapat dilakukan misalnya sebagai berikut : kgf/cm^2 (g) atau Pa (g), di mana g merupakan singkatan dari gage. Jika yang dimaksud adalah tekanan mutlak, dapat ditulis sebagai berikut : kgf/cm^2 (abs) atau Pa (abs) di mana abs merupakan singkatan dari absolut atau mutlak.

Dalam praktek biasanya orang memakai tekanan lebih, sedang tekanan mutlak dipakai dalam teori.

2.2.1.1 MANOMETER

Manometer adalah alat yang menggunakan kolom cairan untuk mengukur tekanan

Sebuah pengukur vakum digunakan untuk mengukur tekanan dalam ruang hampa-yang selanjutnya dibagi menjadi dua subkategori, tinggi dan rendah vakum (vakum dan kadang-kadang ultra-tinggi). Satuan dari alat ukur tekanan ini biasanya berupa psi (pound per square inch), psf (pound per square foot), mmHg (millimeter of mercury), inHg (inch of mercury), bar, atm (atmosphere), N/m^2 (pascal). Banyak teknik telah dikembangkan untuk pengukuran tekanan dan vakum. Instrumen yang digunakan untuk mengukur tekanan disebut alat pengukur tekanan atau alat pengukur vakum.



Gambar 2.5 Vacuum gauge

Sumber : <https://www.indiamart.com/proddetail/vacuum-pressure-gauge-14653758473.html>

2.2.3 GAS IDEAL

Hukum Boyle dan Hukum Charles dapat digabungkan menjadi hukum Boyle-Charles yang dapat dinyatakan sebagai

$$PV = GRT$$

Dimana : P : Tekanan mutlak ($\frac{kgf}{m^2}$) atau Pa

V : Volume (m^3)

G : Berat gas (kgf) atau (N)

T : Temperature mutlak ($^{\circ}K$)

R : Konstanta gas ($m^{\circ}K$)

Konstanta gas R besarnya tetap untuk suatu gas tertentu. Harga R ini berbeda untuk masing-masing gas. Untuk udara kering (pada tekanan 760 mmHg dan temperature $0^{\circ}C$) harga $R = 29,27 m^{\circ}K$. Untuk udara lembab dengan kelembaban relative 65%, pada 760 mmHg dan $20^{\circ}C$, harga $R = 29,46$. Harga ini biasa dipakai untuk perhitungan kompresor karena lebih

mendekati kondisi udara yang diisap kompresor pada umumnya. Dalam Tabel diberikan harga-harga R untuk berbagai gas yang penting.

Tabel 2.1 Konstanta gas dari beberapa gas

Gas Konstan- ta gas	Udara		Oksigin (O ₂)	Nitrogen (N ₂)	Hidrogen (H ₂)	Karbon dioksida (CO ₂)
	Kering (0°C)	Lembab (20°C)				
R (m/K)	29,27	29,46	26,50	30,26	420,6	19,27

Persamaan dapat pula ditulis

$$Pv = RT$$

Dimana $v = V/G$ adalah volume spesifik (m^3/kgf) atau (m^3/N). Karena $v = 1/\gamma$, di mana $\gamma =$ berat jenis (kgf/m^3 atau N/m^3) maka persamaan dapat pula ditulis sebagai

$$\frac{P}{\gamma} = RT$$

Persamaan dapat pula ditulis

$$\frac{Pv}{T} = R = \text{tetap}$$

Gas yang memenuhi persamaan ini disebut gas ideal.

2.2.4 POMPA

2.2.4.1 KLASIFIKASI KOMPRESOR

Kompresor terdapat dalam berbagai jenis dan model tergantung pada volume dan tekanannya. Gb 2.6 Memperlihatkan klasifikasi kompresor yang digolongkan atas dasar tekanannya. Kompresor digunakan untuk jenis yang bertekanan tinggi, blower peniup (peniup) untuk yang bertekanan agak rendah, sedangkan fan (kipas) digunakan untuk tekanana yang sangat rendah. Atas dasar pemampatannya kompresor dibagi atas jenis turbo dan jenis perpindahan. Jenis turbo menaikkan tekanan dan kecepatan gas dengan gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh sudu. Jenis perpindahan, seperti telah dijelaskan dapat menaikkan tekanan dengan memperkecil atau

memampatkan volume gas yang di isap ke dalam silinder atau stator oleh torak atau sudu.

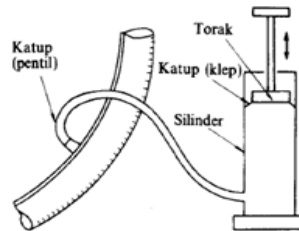
Nama	Fan dan blower		Kompresor
	Fan (kipas)	Blower (peniup)	
Tekanan	Kurang dari 1000 mm Air (9800 Pa)	1 - 10 m Air (9800 Pa - 98 Pa)	Lebih dari 1 bar/cm ² (98 kPa)
Jenis			
Jenis turbo	Jenis Aksial		
	Sudu buanyak		
	Jenis sentrifugal		
	Turbo		
Jenis perpindahan (displacement)	Roots		
	Jenis putar (rotary)		
	Sekrup		
Jenis bolak-balik			

Gambar 2.6 Klasifikasi Kompresor

2.2.4.2 KOMPRESOR

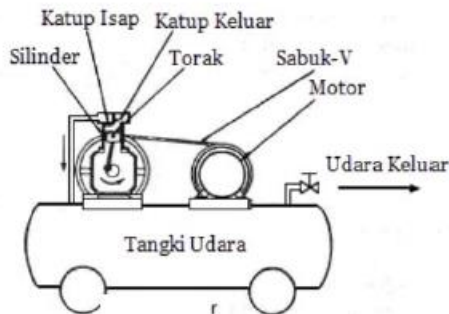
Kompresor adalah mesin untuk memampatkan udara atau gas. Kompresor udara biasanya mengisap udara dari atmosfer. Namun ada pula yang menghisap udara atau gas yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Dalam hal ini kompresor bekerja sebagai penguat (booster). Sebaliknya ada pula kompresor yang menghisap gas yang bertekanan lebih rendah dari pada tekanan atmosfer. Dalam hal ini kompresor disebut pompa vakum.

Jika suatu gas di dalam sebuah ruangan tertutup diperkecil volumenya maka gas akan mengalami kompresi. Kompresor yang menggunakan azas ini disebut dengan kompresor jenis perpindahan (displacement). Secara prinsip kompresor jenis ini dilukiskan seperti di dalam gambar 2.7. Adapun pelaksanaannya dalam praktek memerlukan konstruksi seperti diperlihatkan dalam gambar 2.8. Disini digunakan torak yang bergerak bolak balik di dalam sebuah silinder untuk mengisap, menekan, dan mengeluarkan gas secara berulang-ulang. Dalam hal ini gas yang ditekan tidak boleh membocor melalui celah antara dinding torak dan dinding silinder yang saling bergesek. Untuk itu digunakan cincin torak sebagai perapat.



Gambar 2.7 Prinsip kerja kompresor

Pada kompresor yang sesungguhnya torak tidak digerakkan tangan melainkan dengan motor melalui poros engkol seperti diperlihatkan dalam gambar 2.7. Dalam katup isap dan katup keluar dipasang kepada kepala silinder. Adapun sebagai pemampat energy dipakai tangki udara. Tangki ini dapat dipersamakan dengan ban pada pompa ban. Kompresor semacam ini dimana torak bergerak bolak balik disebut kompresor bolak-balik.



Gambar 2.8 Kompresor udara satu torak

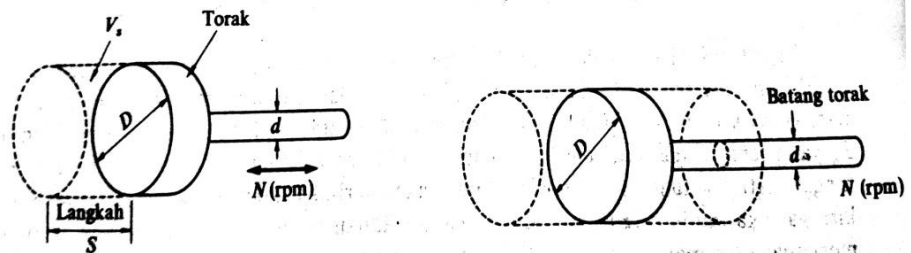
Kompresor bolak balik menimbulkan getaran karena gaya inersia sehingga tidak sesuai untuk beroperasi dalam pada putaran tinggi. Karena itu berbagai kompresor putar telah dikembangkan dan tersedia banyak di pasaran.

2.2.4.3 PERHITUNGAN KOMPRESOR

Dalam proses kompresi pada kompresor terdapat dua macam efisiensi yang penting, yaitu efisiensi volmetrik dan efisiensi adiabatik keseluruhan.

Sebuah kompresor torak memiliki parameter diameter silinder $D(m)$, langkah torak $S(m)$, putaran $N(m)$. Dengan ukuran seperti ini kompresor akan memampatkan $V_s = (\pi/4)D^2 \times S (m^3)$ untuk setiap langkah kompresi yang dilakukan dalam setiap putaran poros engkol. Jumlah volume gas yang dimampatkan per menit disebut perpindahan torak. Jadi jika poros kompresor mempunyai putaran $N (rpm)$ maka.

$$\text{Perpindahan torak} = V_s \times N = \frac{\pi}{4} D^2 \times S \times N \quad (m^3/\text{min}) \dots\dots \text{Sularso (hal 187)}$$



Gambar 2.9 Langkah torak

Perpindahan torak menyatakan kemampuan teoritis menghasilkan volume gas tiap menit. Namun dalam kompresor yang sesungguhnya volume gas yang dikeluarkan adalah kecil dari pada perpindahan torak.

Adapun efisiensi volumetris n_v didefinisikan sebagai

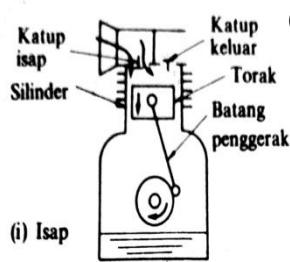
$$n_v = \frac{Q_s}{Q_{th}}$$

Di mana Q_s : Volume gas yang dihasilkan, pada kondisi tekanan dan temperature isap (m^3/min)

Q_{th} : Perpindahan torak (m^3/min)

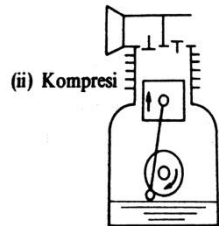
2.2.4.4 KONSTRUKSI KOMPRESOR TORAK

Seperti diperlihatkan dalam Gb 2.10 Kompresor torak atau kompresor bolak-balik pada dasarnya dibuat sedemikian rupa hingga gerakan putar dari penggerak mula.



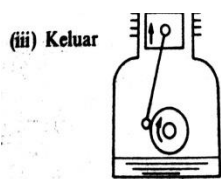
(i) Isap

Bila poros engkol berputar arah panah, torak bergerak ke bawah oleh tarikan engkol. Maka terjadilah tekanan negatip (di bawah tekanan atmosfer) di dalam silinder dan katup isap terbuka oleh perbedaan tekanan, sehingga udara terisap.



(ii) Kompresi

Bila torak bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas, katup isap tertutup dan udara di dalam silinder dimampatkan.



(iii) Keluar

Bila torak bergerak ke atas, tekanan di dalam silinder akan naik. Maka katup keluar akan terbuka oleh tekanan udara/gas dan udara/gas akan keluar.[5]

Gambar 2.10 Kompresor kerja tunggal

2.2.5 PERHITUNGAN TITIK DIDIH AIR TERHADAP PENURUNAN TEKANAN

Jika suatu cairan dibiarkan maka molekul cairan dipermukaan akan terlepas menjadi gas. Semakin lama kecepatan pelepasan tersebut semakin lambat. Secara simultan partikel yang telah terlepas menjadi gas juga mengalami pengembangan. Kecepatan pengembangan semakin lama semakin cepat, tetapi tetap tidak akan melebihi kecepatan penguapan. Pada saat tertentu kecepatan pengembangan sama dengan kecepatan penguapan. Kondisi ini disebut terjadi kesetimbangan antara fase cair dengan fase uapnya. Tekanan yang diberikan oleh uap cairan pada kondisi itu disebut tekanan uap kesetimbangan atau tekanan uap jenuh atau sering disingkat dengan tekanan uap (P). Semakin tinggi suhu uap cairan pada kondisi kesetimbangan semakin tinggi, sehingga tekanan uap semakin tinggi pula. Persamaan Clausius-Clapeyron menggambarkan hubungan tersebut.

$$\text{Log } \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H_v (T_2 - T_1)}{2,303R T_2 T_1} \text{ atau}$$

$$\ln \left(\frac{P_{vap} T_1}{P_{vap} T_2} \right) = \frac{\Delta H_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

ΔH_v adalah panas penguapan molar, yaitu panas yang diabsorpsi oleh satu mol cairan untuk menguap. Pada suhu tertentu besarnya tekanan uap sama dengan tekanan atmosfer. Suhu ini disebut titik didih. Pada kondisi mendidih ini, panas yang diberikan akan digunakan untuk mengubah cairan menjadi gas, tidak untuk menaikkan suhu, sehingga suhu cairan tidak akan naik. Panas yang diperlukan untuk mengubah 1 gram cairan menjadi gas pada kondisi mendidih ini disebut panas penguapan laten.

Jika tekanan atmosfer semakin tinggi maka perlu suhu yang lebih tinggi untuk mendapatkan tekanan uap sama dengan tekanan atmosfer, artinya titik didihnya semakin tinggi. Jika cairan diletakkan dalam ruang tertutup rapat, maka berapapun suhunya tekanan uap tidak akan sama dengan tekanan atmosfer (ruang) karena $P_{ruang} = P_{uap} + P_{gas}$ Sehingga cairan tidak akan mendidih dan suhu cairan dan uap cairan akan naik terus.

Jika suhu dinaikkan terus dalam suatu ruangan bertekanan sangat tinggi maka tekanan uap akan naik terus. Tetapi pada suhu tertentu cairan tidak bisa berwujud, walaupun tekanan dibuat sangat tinggi. Pada kondisi

itu tidak ada lagi tekanan uap karena sudah tidak ada kesetimbangan antara uap dengan cairannya, walaupun tekanan yang diberikan oleh uap tersebut sangat tinggi, tetapi namanya bukan tekanan uap. Suhu maksimal di mana cairan masih bisa diwujudkan disebut temperatur kritik cairan, dan tekanan uap pada suhu ini disebut tekanan kritik. Sekali lagi, di atas temperatur kritik cairan tidak bisa diwujudkan berapapun tekanan ruangnya.

Temperatur kritik dan titik didih berbanding lurus dengan atraksi antar molekul penyusun cairan, sedangkan tekanan uap sebaliknya, semakin tinggi tekanan uap semakin kecil atraksi antar molekul. Sebagai contoh helium dan air. Air mempunyai temperatur kritik 647 K dan tekanan kritik 218 atm, sedangkan helium mempunyai temperatur kritik 5,2 K dan tekanan kritik 2,26 K. Temperatur kritik yang tinggi menunjukkan atraksi antar molekul air sangat kuat. Sudah kita pahami bahwa itu karena adanya ikatan hidrogen pada air. Helium mempunyai temperatur kritik yang rendah. Ikatan antar helium adalah Gaya London yang memang sangat lemah. Pada suhu kamar helium tidak mungkin berupa cair, walaupun diberi tekanan yang sangat tinggi.

2.2.7 VARIASI BAHAN

2.2.7.1 NANAS

Nanas atau bahas latinnya *Ananas Comosus* bukan berasal dari tanaman Indonesia, yaitu berasal dari Brazil dan Paraguay. Kata *Pineapple* dikenal pertama kali pada tahun 1389 kemudian penelitian Eropa menemukan *Pineapple* tahun 1664 karena bentuknya mirip dengan buah pinus. Colombus menemukan di kepulauan Indies dan membawa ke Eropa.

Tanaman buah nanas (*Ananas comosus*) merupakan tanaman yang termasuk golongan tanaman tahunan. Susunan yang terdapat pada buah nanas yaitu akar, batang, daun, bunga dan buah. Akar nanas dapat dibedakan menjadi akar tanah dan akar samping.



Gambar 2.11 Buah Nanas

(<http://www.pakarbuah.com/p/mengenal-buah-nanas.html>)

Dalam tata nama atau sistematik (taksonomi) tumbuhan, buah nanas (*Ananas comosus*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Kelas	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Ordo	: Farinosae (Bromeliales)
Famili	: Bromeliaceae
Genus	: <i>Ananas</i>
Spesies	: <i>Ananas Comosus</i>

Tabel 2.2 Kandungan gizi buah nanas per 100 gram bahan

Kandungan gizi	Banyaknya
Kalori	52 kal
Protein	0.40 gram
Lemak	0.20 gram
Karbohidrat	16 gram
Fosfor	11mg
Zat besi	0.30 mg
Vitamin A	130 S.I
Vitamin B1	0.080 mg
Vitamin C	24 mg
Air	85.30 gram
Bagian yang dapat dimakan	53%

Buah nanas (*Ananas Comosus*) dapat dipanen ketika sudah berusia sekitar 12-24 bulan dari sejak tanam. Pemanenan buah nanas (*Ananas Comosus*) dilakukan dengan memotong tangkai buah dengan pisau, pengambilan buah nanas yang tepat pada waktu pagi hingga siang hari. Menentukan buah nanas (*Ananas Comosus*) yang sudah layak panen tandatanya, yaitu mata buah nanas lebih membulat, mahkota buah nanas sudah membuka, warna kulit buah berubah kekuning-kuningan hingga kedaras buah, timbul aroma buah nanas yang khas serta harum.[10]

2.2.7.2 SALAK

Salak merupakan salahsatu tanaman asli Indonesia yang menyebar ke Filipina, Malaysia, Brunei, dan Thailand melalui para pedagang. Di beberapa daerah, tanaman ini berkembang sesuai dengan spesifikasi lokasi, sehingga secara umum komoditas ini dikelompokkan sebagai berikut : Salak Jawa (*Sallaca zalacca* (Gaertner) Voss) dengan biji 2-3 butir dan daging buah berwarna putih tulang kekuningan, dan salak Bali (*Salacca amboinensis* (Becc) Moge) dengan biji 1-2 butir dan daging buah berwarna putih tulang kekuningan, dan salak Padang Sidempuan. (*Salacca sumatrana* (Becc)) yang bergagang agak kemerahan.



Gambar 2.12 Buah Salak

(<https://agroteknologi.web.id/kandungan-dan-manfaat-buah-salak/>)

Secara umum klasifikasi ilmiah salak adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divini : Magnoliophyta
Ordo : Liliopsida
Famili : Arecaceae
Genus : Salacca
Spesies : S. Zalacca

Salak pondoh merupakan salah satu varietas unggul yang berasal dari Sleman, Yogyakarta yang sangat populer. Salah satu keunggulan salak pondoh adalah rasanya tetap manis meskipun buahnya dipetik masih muda. Salak pondoh berbentuk segitiga atau bulat telur terbalik.

Tabel 2.3 Komposisi kimia daging buah salak (setiap 100g daging buah salak)

Kandungan Gizi	Proporsi
Kalori	77.0 kal
Protein	0.40g
Karbohidrat	20.90g
Kalsium	28.00mg
Fosfor	18.00mg
Zat Besi	4.20mg
Vitamin B	0.04mg
Vitamin C	2.00mg
Air	78.00mg
Bagian yang dapat dimakan	50%

Salak merupakan komoditas yang kaya dengan kandungan gizi berupa kalori, protein, mineral, dan vitamin. Komposisi kimia daging buah salak berubah dengan semakin meningkatnya umur buah dan bervariasi menurut varietasnya. Salak memiliki kandungan kimiawi yang relative konstan pada umur 5 bulan sesudah bunga mekar. Pada umur tersebut kadar gulanya mencapai nilai tertinggi, sedangkan kadar asamnya dan taninya terendah. Hal ini yang menyebabkan umur 5 bulan setelah bunga mekar adalah umur panen terbaik untuk konsumsi karena rasanya manis dan rasa asam hampir tidak ada. [11]

2.2.8 STANDARD MUTU

Mutu merupakan gabungan atribut produk yang dinilai secara organoleptic (warna, tekstur, rasa dan bau). Intisari elemen-elemen mutu dapat dipahami sebagai berikut ;

1. Mutu meliputi usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
2. Mutu mencakup produk, jasa manusia, proses dan lingkungan.
3. Mutu merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya yang dianggap bermutu saat ini mungkin akan dianggap kurang bermutu pada masa mendatang).

Klarifikasi karakteristik mutu bahan pangan terdapat dua kelompok, yaitu ; (1) karakteristik fisik/tampak, meliputi penampilan yaitu warna,

ukuran, bentuk, dan cacat fisik; kinestika yaitu tekstur, kekentalan dan konsistensi; flavor yaitu sensasi dari kombinasi bau dan cicip, dan karakteristik tersembunyi, yaitu nilai gizi dan keamanan mikrobiologis. Adapun sifat mutu merupakan sifat-sifat yang langsung dapat diamati, dianalisis atau diukur dari produk. Sifat-sifat itu dapat berupa sifat fisik obyektif (susunan kimia, kadar air, kadar abu, berat dan ukuran) ataupun sifat organoleptic subyektif (rasa, bau, dan tekstur). Sifat-sifat itu dapat diukur dengan alat fisik maupun secara uji indrawi.