

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Pengeringan

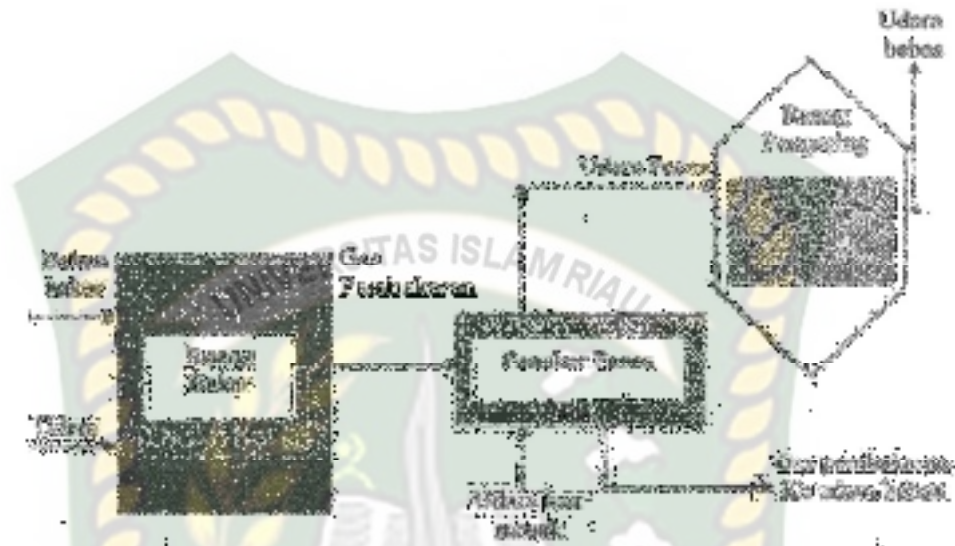
Pengeringan adalah proses pengeluaran air dari suatu bahan pertanian menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air dimana mutu bahan pertanian dapat dicegah dari serangan jamur, enzim dan aktifitas serangga (Yuwana, 2002).

Pengeringan merupakan salah satu cara dalam teknologi pangan yang dilakukan dengan tujuan pengawetan. Manfaat lain dari pengeringan adalah memperkecil volume dan berat bahan dibanding kondisi awal sebelum pengeringan, sehingga akan menghemat ruang (Rahman dan Yuyun, 2005).

Dalam pengeringan, keseimbangan kadar air menentukan batas akhir dari proses pengeringan. Kelembaban udara nisbi serta suhu udara pada bahan kering biasanya mempengaruhi keseimbangan kadar air. Pada saat kadar air seimbang, penguapan air pada bahan akan terhenti dan jumlah molekul-molekul air yang akan diuapkan sama dengan jumlah molekul air yang diserap oleh permukaan bahan. Laju pengeringan amat bergantung pada perbedaan antara kadar air bahan dengan kadar air keseimbangan (Siswanto, 2004).

Pada proses pengeringan, pengeringan zat padat berarti pemisahan sejumlah kecil air atau zat cair lain dari bahan padat , sehingga mengurangi kandungan sisa zat cair di dalam zat padat itu sampai suatu nilai rendah yang dapat diterima. Pengeringan biasanya merupakan alat terakhir dari sederetan operasi, dan hasil pengeringan biasanya siap untuk dikemas. Pengaturan suhu dan lamanya waktu pengeringan dilakukan dengan memperhatikan kontak antara alat pengering dengan alat pemanas baik itu berupa udara panas yang dialirkan maupun alat pemanas lainnya. Proses pengeringan dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu ada dengan cara alami dimana proses pengeringan dilakukan langsung di bawah terik matahari, namun cara ini kurang efektif karena membutuhkan waktu yang cukup lama dan kebersihan yang di keringkan tidak terjamin, cara selanjutnya yaitu dengan alat pengering, dimana alat ini nertujuan untuk mempermudah proses pengeringan dan mempercepat waktu pengeringan. Adapun produk yang dikeringkan dengan alat pengering ini lebih higienis dan lebih cepat kering. Alat pengering saat ini sudah cukup berkembang dengan berbagai cara dalam proses pengeringannya. Proses pengeringan yaitu air dikeluarkan dari bahan pangan dapat berupa uap air. Uap air tersebut harus segera dikeluarkan dari atmosfer di sekitar bahan pangan yang dikeringkan. Jika tidak segera keluar, udara di sekitar bahan pangan akan menjadi jenuh oleh uap air sehingga memperlambat penguapan air dari bahan pangan yang memperlambat proses pengeringan (Estiasih, 2009).

2.1.1. Pengeringan Dengan Udara Panas



Gambar 2.1 Pengeringan udara panas

(Sumber : Farel, 2012)

Pengeringan bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dengan cara mengurangi kadar air untuk mencegah tidak ditumbuhi oleh mikroorganisme pembusuk. Dalam proses pengeringan dilakukan pengaturan terhadap suhu, kelembaban (humidity) dan aliran udara. Perubahan kadar air dalam bahan pangan disebabkan oleh perubahan energy dalam sistem (Farel, 2012).

Untuk itu, dilakukan perhitungan terhadap neraca energy untuk mencapai keseimbangan. Menurut (Farel, 2012), alasan yang mendukung proses pengeringan dapat pertumbuhan mikroorganisme adalah untuk mempertahankan mutu produk terhadap perubahan fisik dan kimiawi yang ditentukan oleh perubahan kadar air, mengurangi biaya penyimpanan, pengemasan dan transportasi, untuk mempersiapkan produk kering yang akan

dilakukan pada tahap berikutnya, menghilangkan kadar air yang ditambahkan akibat selama proses sebelumnya, memperpanjang umur simpan dan memperbaiki kegagalan produk. Produk kering dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan produk baru.

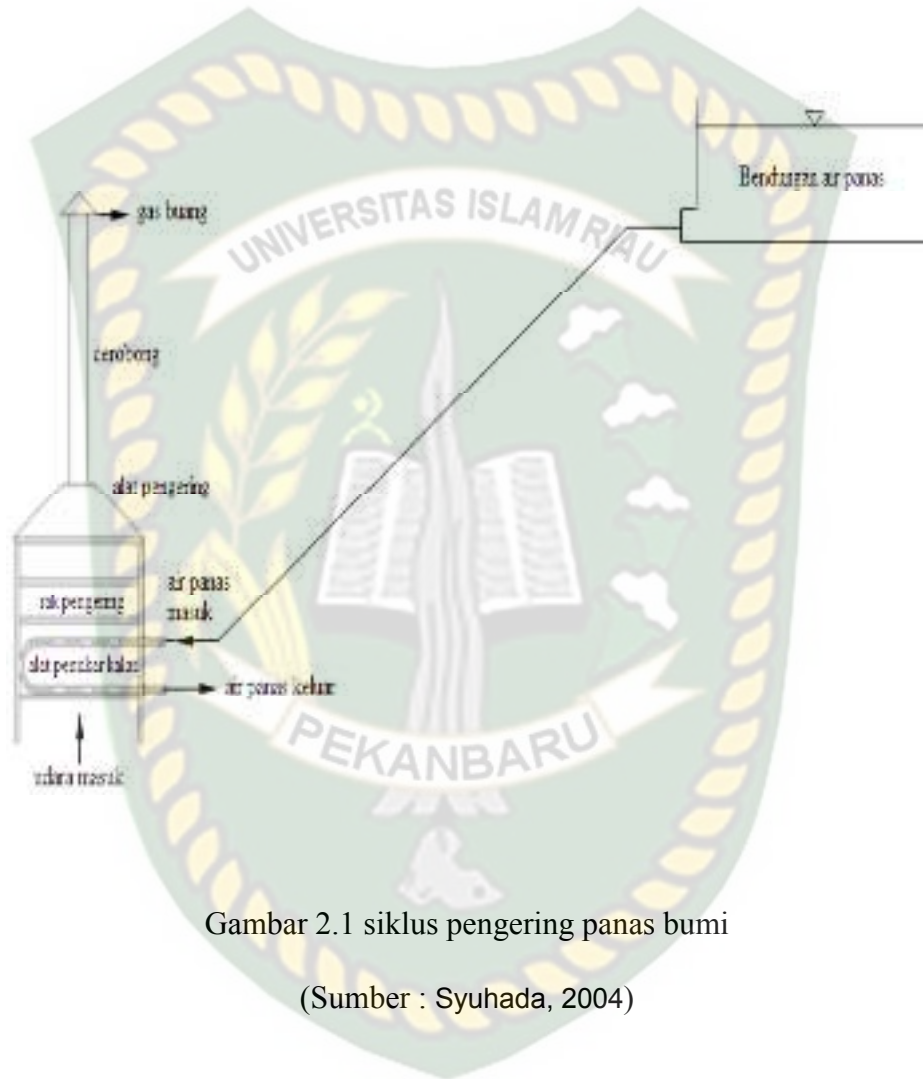
Pengeringan kombinasi yaitu pengeringan dengan panas sinar matahari dan panas buatan. Cara ini lebih baik karena tidak tergantung cuaca dan bahan bakar lebih sedikit. Pengeringan dengan sinar matahari menjadikan mutu biji lebih baik yaitu menjadi mengkilap. Caranya adalah biji ditebarkan di lantai penjemuran di bawah terik matahari. Tetapi pengeringan ini membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak, waktu yang dibutuhkan juga sangat lama dan sangat bergantung dengan cuaca karena jika cuaca buruk misalnya cuaca sedang hujan atau tidak ada matahari maka pengeringan ini tidak dapat dilakukan. Untuk mengantisipasi cuaca yang tidak menentu tersebut maka pengeringan yang baik adalah pengeringan yang dilakukan dengan alat pengering yang dalam hal ini dipakai cabinet dryer. Prinsip pengeringan cabinet dryer menggunakan udara pengering sebagai medium panas dalam menurunkan kadar air biji hingga 6% (Farel, 2012).

2.2. Jenis-Jenis Alat Pengering Ikan

2.2.1 Pengering berenergi panas bumi

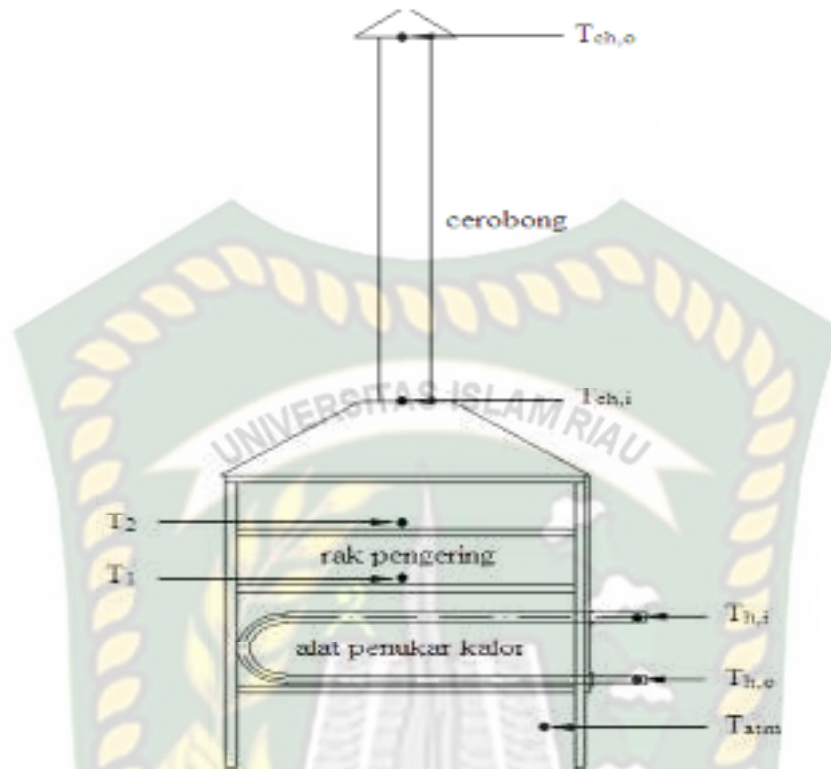
Adapun prinsip kerja alat pengering energi panas bumi ini adalah dimana air panas yang bersumber dari perut bumi dialirkan ke alat penukar kalor sedangkan udara dari atmosfer terkonveksi secara alamiah dan masuk

ke ruang pengering. Didalam ruang pengering udara panas hasil konveksi tersebut menguapkan kadar air dari bahan pengering dan keluar melalui cerobong.



Gambar 2.1 siklus pengering panas bumi

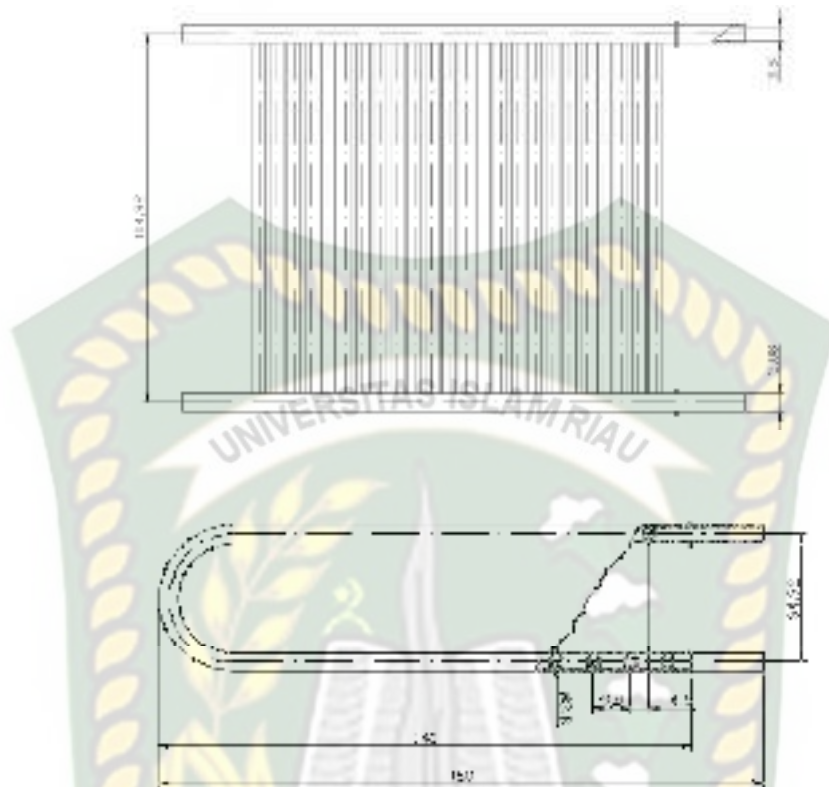
(Sumber : Syuhada, 2004)



Gambar 2.2 Alat pengering energi panas bumi
(Sumber : Syuhada, 2004)

Keterangan gambar:

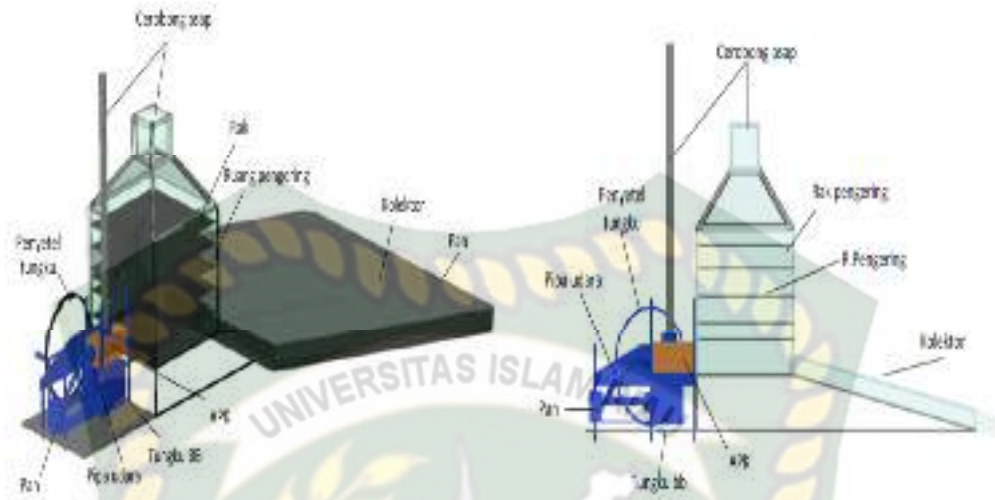
- T_1 = titik pengukuran temperatur pada rak 1,
- T_2 = titik pengukuran temperatur pada rak 2,
- T_{atm} = titik pengukuran temperatur lingkungan,
- $T_{ch,i}$ = titik pengukuran temperatur masuk cerobong,
- $T_{ch,o}$ = titik pengukuran temperatur keluar cerobong,
- $T_{h,i}$ = titik pengukuran temperatur air panas masuk alat penukar kalor dan
- $T_{h,o}$ = titik pengukuran temperatur air panas keluar alat penukar kalor



Gambar 2.3 alat penukar kalor pada alat pengering energi panas bumi
(Sumber : Syuhada, 2004)

2.2.2 Pengering Ikan Tenaga Surya dan Bio Massa

Alat pengering ikan energi surya ini memanfaatkan energy surya atau matahari, bila cuaca tidak mendukung alat ini bisa menggunakan tungku pembakaran dalam proses pengeringannya, alat pengering biomasa ini dirancang dengan sistem bongkar pasang. Pada saat matahari terik, digunakan energi surya dengan cara tungku pembakaran dilepas lalu kolektor surya dipasang. Pada kondisi matahari tidak terik atau musim penghujan digunakan energi biomassa dengan cara tungku pembakaran dipasang kolektor surya dilepas (Rendy, 2016)



Gambar 2.4 Rancangan alat pengering energy surya dan biomassa

(Sumber : Syuhada, 2008)



Gambar 2.5 Alat pengering ikan system bongkar pasang, saat memanfaatkan energi biomassa (a) dan saat memanfaatkan energi surya (b)

(Sumber : Syuhada, 2008)

2.3 Ikan lele



Gambar 2.6 ikan lele

Ikan lele dengan nama latinnya *Clarias batrachus*, L dan nama perdagangan (cat fish) yang sangat digemari oleh semua kalangan karena dagingnya gurih dan lezat tak heran hampir restoran dan arung warung menyediakan menu pecel lele. Ikan lele merupakan salah satu ikan yang bernilai ekonomis ikan ini setiap 100 gram memiliki 47% - 78,5 % kadar airnya. Dan juga memiliki nilai gizi dan mengandung mineral yang penting untuk kesehatan tubuh. Dalam proses pengeringan ikan lele tergolong rendah karena lamanya proses pengeringan ikan lele dikarenakan pengeringan ikan masih menggunakan cara konvensional atau pengeringan ikan dengan cara penjemuran langsung dengan menggunakan energi surya, cara konvensional ini memiliki kelemahan yaitu kontaminasi produk akibat hujan, angin, uap air dan debu, penurunan mutu akibat dekomposisi, serangga dan jamur. Proses pengeringan dengan penjemuran langsung memerlukan tenaga kerja intensif, waktu yang lama juga memerlukan lahan yang luas. Selain sangat

bergantung pada kesetabilan cuaca, penjemuran langsung memerlukan waktu pengeringan lebih lama 4-5 hari dengan suhu lingkungan 30°C. Suhu pengeringan yang ideal untuk komoditas pertanian pada umumnya berkisar antara 60-70 °C. Namun dengan pertimbangan pertimbangan standar gizi maka pemanasan di ajarkan tidak lebih dari 85°C (Suharto, 1991).

Tabel 2.1 Kandungan gizi yang terkandung pada ikan lele sebagai berikut:

Jenis Zat Gizi	Bagian Ikan Yang	
	Dapat Dimakan	Ikan Segar Utuh
Kadar air	78,5	47,1
Sumber energy (cal.)	90	54
Protein	18,7	11,2
Lemak	1,1	0,7
Kalsium (Ca) (mgr)	15	9
Phosphor (P) (mgr)	260	156
Natrium (mgr)	150	1,2
Thiamine (vit B1) (mgr)	0,10	0,06
Riboflavin (vit B2) (mgr)	0,05	0,03
Niacin (mgr)	2,0	1,2

(Sumber : FAO, 1972)

2.4 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah materi yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah di reaksikan dengan oksigen di udara (Fitria Yulistiani, 2009).

Bahan bakar memiliki beberapa jenis berdasarkan bentuk dan wujudnya antara lain :

1. Bahan bakar padat, merupakan bahan bakar berbentuk padat, dan kebanyakan menjadi sumber energi panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan dan menyediakan energi.
2. Bahan bakar cair, adalah bahan bakar yang strukturnya tidak rapat, jika dibandingkan dengan bahan bakar padat molekulnya dapat bergerak bebas. Contoh bahan bakar cair yaitu : gasoline/carosine/premium, minyak solar dan minyak tanah. Bahan bakar cair biasanya dipakai dalam industri, transportasi maupun rumah tangga.
3. Bahan bakar gas, ada dua jenis yakni Compressed Natural Gas (CNG) dan Liquid petroleum Gas (LPG). CNG pada dasarnya terdiri dari metana sedangkan LPG adalah campuran dari propane, butane dan bahkan Kimia lainnya.

Dari jenis-jenis bahan bakar diatas ada yang bersifat berkelanjutan dan tidak berkelanjutan. Contoh bahan bakar berkelanjutan adalah biomassa yang

sangat berpotensi di Indonesia untuk dijadikan bahan bakar alternatif. Sedangkan untuk bahan bakar yang tidak berkelanjutan yaitu migas dan batu bara. (Fitria Yulistiani, 2009).

Tujuan dari proses pembakaran pada bahan bakar adalah untuk memperoleh energi panas (heat energi). Hasil pembakaran bahan bakar yang berupa energi panas dapat di ubah kebentuk energi lain, misalnya: energi untuk penerangan, energi mekanis, dan sebagainya.

Dari hasil pembakaran bahan bakar akan di dapatkan suatu bentuk energi yang disesuaikan dengan kebutuhan. Energi alternatif adalah istilah yang merujuk kepada semua energi yang dapat digunakan dan bertujuan untuk menggantikan bahan bakar konvensional tanpa akibat yang tidak diharapkan dari hal tersebut. Umumnya, istilah ini digunakan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar hidrokarbon yang mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat emisi karbon dioksida yang tinggi, yang berkontribusi besar terhadap pemanasan global (Abide Sito Mura, 2015).

2.5.Tempurung Kelapa



Gambar 2.7 Tempurung kelapa

Tempurung kelapa merupakan bagian buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah pelindung inti buah dan terletak di bagian sebelah dalam sabut dengan ketebalan berkisar antara 3–6 mm. Tempurung kelapa dikategorikan sebagai kayu keras tetapi mempunyai kadar lignin yang lebih tinggi dan kadar selulosa lebih rendah dengan kadar air sekitar enam sampai sembilan persen (dihitung berdasarkan berat kering) dan terutama tersusun dari lignin, selulosa dan hemiselulosa (Tilman, 1981). Apabila tempurung kelapa dibakar pada temperatur tinggi dalam ruangan yang tidak berhubungan dengan udara maka akan terjadi rangkaian proses penguraian penyusun tempurung kelapa tersebut dan akan menghasilkan arang, destilat, tar dan gas. Destilat ini merupakan komponen yang sering disebut sebagai asap cair (Pranata, 2008).

Tempurung kelapa termasuk golongan kayu keras dengan kadar air sekitar enam sampai sembilan persen (dihitung berdasar berat kering), dan terutama

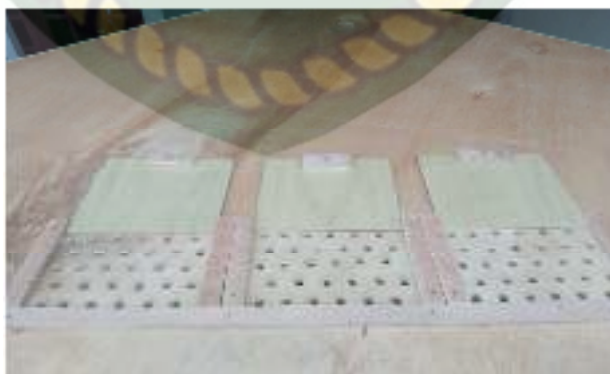
tersusun dari lignin, selulosa dan hemiselulosa. Data komposisi kimia tempurung kelapa dapat kita lihat pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Tempurung Kelapa

Komponen	Presentase (%)
Selulosa	26,6
Hemiselulosa	27,7
Lignin	29,4
Abu	0,6
Komponen Ekstraktif	4,2
Uronat Anhidrat	3,5
Nitrogen	0,1
Air	8,0

(Sumber : Suhardiyono, 2008)

2.6.Ventilasi



Gambar 2.8 Ventilasi pengering

Ventilasi berfungsi sebagai tempat keluarnya udara dari dalam lemari, ventilasi dibuat bertujuan agar kandungan air yang ada didalam bahan yang akan

dikeringkan keluar melewati ventilasi selama proses pengeringan berlangsung. Dan ventilasi juga sebagai pengatur sirkulasi suhu didalam lemari jika suhu dalam lemari memiliki suhu terlalu tinggi dapat merusak kandungan gizi didalam bahan yang akan dikeringkan dan juga dapat mengatur sirkulasi naik turunnya tekanan dengan cara menutup ventilasi untuk menaikkan suhu dan tekanan, membuka ventilasi untuk menurunkan suhu atau tekanan didalam ruang lemari pengering.

2.7 Furnace (Tungku Pembakaran)

Furnace adalah alat tempat terjadinya pembakaran suatu bahan bakar (padat, cair, dan gas) dimana gas hasil pembakaran tersebut dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan suatu bahan. Furnace berfungsi untuk memindahkan panas (kalor) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang berlangsung dalam suatu ruang pembakaran (combustion chamber) ke fluida yang dipanaskan dengan mengalirkannya melalui pipa-pipa pembuluh (*tube*).

Furnace memiliki beberapa jenis atau tipe. Jenis-jenis furnace tersebut terdiri dari (Putri,2012):

a. Tipe Box (Box Furnace)

Dapur tipe *box* mempunyai bagian radiant dan konveksi yang dipisahkan oleh dinding batu tahan api yang disebut bridge wall. Burner dipasang pada ujung dapur dan api diarahkan tegak lurus dengan pipa atau dinding samping dapur (api sejajar dengan pipa). Aplikasi dapur tipe box :

1. Beban kalor berkisar 60-80 MMBtu/Jam atau lebih.
2. Dipakai untuk melayani unit proses dengan kapasitas besar.
3. Umumnya bahan bakar yang dipakai adalah fuel oil.

4. Dipakai pada instalasi-instalasi tua, adakalanya pada instalasi baru yang mempunyai persediaan bahan bakar dengan kadar abu (ash) tinggi.

b. Tipe Silindris Tegak (*Vertical*)

Furnace ini mempunyai bentuk konstruksi silinder dan bentuk alas (lantai) bulat. Tube dipasang vertical ataupun konikal. Burner dipasang pada lantai sehingga nyala api tegak lurus ke atas sejajar dengan dinding furnace. Furnace ini dibuat dengan atau tanpa ruang konveksi. Jenis pipa pemanas yang dipasang di ruang konveksi biasanya menggunakan finned tube yang banyak digunakan pada furnace dengan bahan bakar gas.

Aplikasi dapur tipe silindris :

1. Digunakan untuk pemanasan fluida yang mempunyai perbedaan suhu antara inlet dan outlet tidak terlalu besar atau sekitar 2000F (900C).
2. Beban kalor berkisar antara 10 s.d. 200 gj/jam.
3. Umumnya dipakai pemanas fluida umpan reaktor.

Dari kedua tipe furnace di atas yang di pakai dalam perancangan alat pengering ini adalah furnace dengan tipe boks (box furnace). Alasan pengambalilan tipe furnace ini karena tipe box furnace digunakan untuk melayani unit proses dengan kapasitas besar, sehingga mampu menampung jumlah bahan bakar yang lebih banyak.

2.8 Blower

Blower yang digunakan terdiri dari dua yaitu *Blower* untuk *heat exchanger* dan fan untuk menghembuskan udara panas (*heat exhauster*). *Blower heat exchanger* adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau

memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Kipas angin (fan) adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk membuat aliran gas kontinu seperti udara.

Kipas pendingin berfungsi untuk mengalirkan udara melewati alat *heat exchanger* agar panas yang terdapat pada dinding dan sirip-sirip pada alat *heat exchanger* dapat dilepas dengan mudah ke udara. Aliran udara pada mesin-mesin kendaraan selalu parallel dengan gerakan kendaraan, tetapi berlawanan, artinya kipas menghisap udara luar dari depan masuk ke dalam ruang mesin. Karena itu, kipas pendingin dan alat *heat exchanger* selalu tegak lurus terhadap arah dari gerakan kendaraan. Dalam setiap sistem pendingin, yang menggunakan gas sebagai penghantar, kipas angin adalah unit wajib yang menciptakan aliran udara dalam sistem.

Sistem ini dapat dilihat dalam kipas angin sederhana yang digunakan di rumah tangga. Ketika membutuhkan tekanan yang tinggi diperlukan blower yang digunakan sebagai pengganti kipas angin. Sehingga, Fan dapat menghasilkan aliran gas dengan sedikit tekanan dan volume gas yang lebih besar, sementara blower dapat menghasilkan rasio tekanan yang relative lebih tinggi dengan volume aliran gas yang lebih besar. Adapun jenis-jenis kipas angin (fan) antara lain (Rahman, 2005):

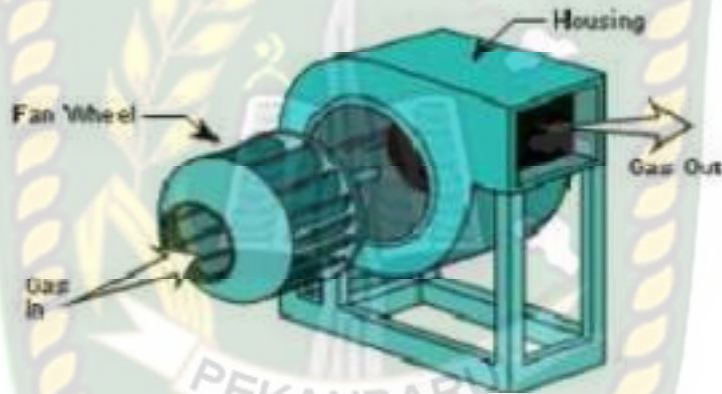
1. Berdasarkan pengaturan kecepatannya

Berdasarkan pengaturan kecepatannya, fan ada yang memiliki kecepatan sehingga dapat diatur kecepatannya dan ada pula memiliki kecepatan konstan.

2. Berdasarkan desainnya

a) Centrifugal fan

Centrifugal fan adalah mesin yang digunakan untuk menggerakkan udara atau gas lainnya. Fan ini menaikkan kecepatan dari aliran udara dengan bagian berputarnya. Fan ini memanfaatkan energi kinetic dari kipasnya untuk menaikkan tekanan udara.



Gambar 2.9 Centrifugal fan

(Sumber : Rahmat, 2016)

b) Axial fan

Axial fan memakai gaya poros untuk menggerakkan udara atau gas, berputar dengan poros utama dengan kipas yang dipasang secara tegak lurus dari diameter luar poros. Axial fan biasa digunakan pada sistem ventilasi silindrikal pendek, yang aliran masuk dan keluarnya dapat dihubungkan.



Gambar 2.10 *Axial fan*

(Sumber : Rahmat, 2016)

3. Berdasarkan Penempatannya

a. Exhaust fan

Exhaust fan adalah fan yang ditempatkan setelah komponen utamanya sehingga fungsinya untuk menarik udara/gas kearah komponen tersebut.

b. Blower fan

Blower fan adalah fan yang ditempatkan sebelum komponen utamanya sehingga fungsinya untuk mendorong udara/gas kearah komponen tersebut (Rahmat, 2016).

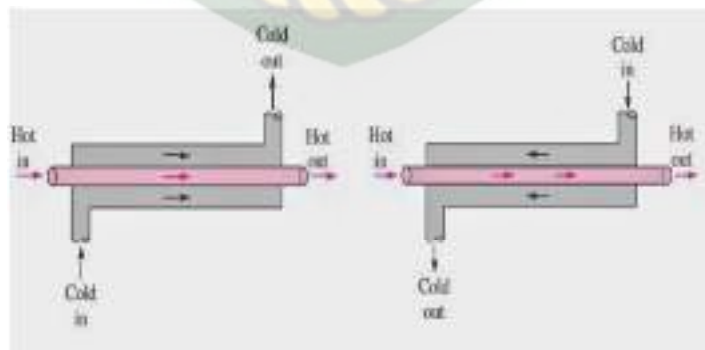
2.9 Heat Exchanger

Heat exchanger adalah suatu alat yang menghasilkan perpindahan panas dari satu fluida ke fluida lainnya. Jenis penukar panas yang sederhana ialah

sebuah wadah dimana fluida yang panas dan fluida yang dingin dicampur secara langsung. Dalam sistem demikian kedua suhu mencapai suhu akhir yang sama, dan jumlah panas yang berpindah dapat diperkirakan dengan mempersamakan kerugian energi dari fluida yang lebih panas dengan perolehan energi oleh fluida yang lebih dingin. Contohnya seperti peralatan perpindahan panas menggunakan pencampuran fluida-fluida secara langsung adalah pemanas air pengisi ketel terbuka. Berdasarkan arah aliran fluida, Heat Exchanger dapat dibedakan menjadi (Soekardi, 2015)

1. Heat Exchanger dengan aliran searah (co-current/parallel flow)

Pertukaran panas jenis ini, kedua fluida (dingin dan panas) masuk pada sisi Heat Exchanger yang sama, mengalir dengan arah yang sama, dan keluar pada sisi yang sama. Karakter Heat Exchanger jenis ini, temperatur fluida dingin yang keluar dari Heat Exchanger (T_{co}) tidak dapat melebihi temperatur fluida panas yang keluar (T_{ho}), sehingga diperlukan media pendingin atau media pemanas yang banyak. Berikut merupakan gambar aliran searah (Soekardi, 2015).



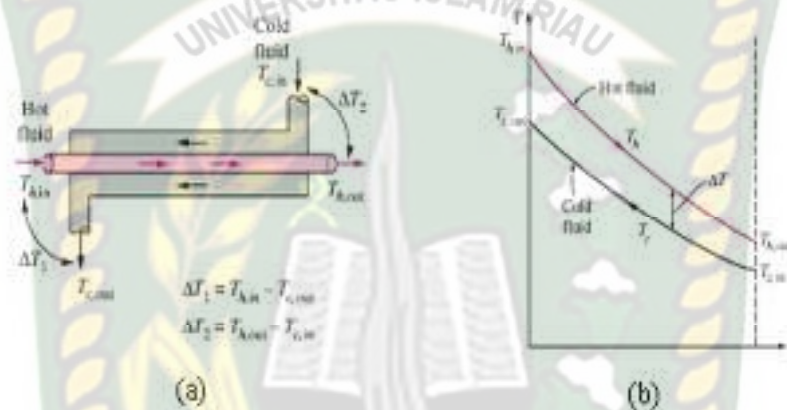
Gambar 2.11 Aliran searah (parallel flow)

(Sumber : Soekardi, 2015)

2. Heat Exchanger dengan aliran berlawanan arah (counter-current flow)

Heat Exchanger jenis ini memiliki karakteristik; kedua fluida (panas dan dingin) masuk ke Heat exchanger dengan arah berlawanan, mengalir dengan arah berlawanan dan keluar Heat exchanger pada sisi yang berlawanan.

Berikut merupakan gambar aliran berlawanan arah (Soekardi, 2015):



Gambar 2.12 Aliran Berlawanan (Counterflow)

(Sumber : Soekardi, 2015)

Pada Dasarnya prinsip kerja dari alat penukar kalor yaitu memindahkan panas dari dua fluida pada temperatur berbeda di mana transfer panas dapat dilakukan secara langsung ataupun tidak langsung.

a. Secara kontak langsung

Panas yang dipindahkan antara fluida panas dan dingin melalui permukaan kontak langsung berarti tidak ada dinding antara kedua fluida. Transfer panas yang terjadi yaitu melalui interfase / penghubung antara kedua fluida. Contoh : aliran steam pada kontak langsung yaitu 2 zat cair yang immiscible (tidak dapat bercampur), gas-liquid, dan partikel padat-kombinasi fluida.

- b. Secara kontak tak langsung

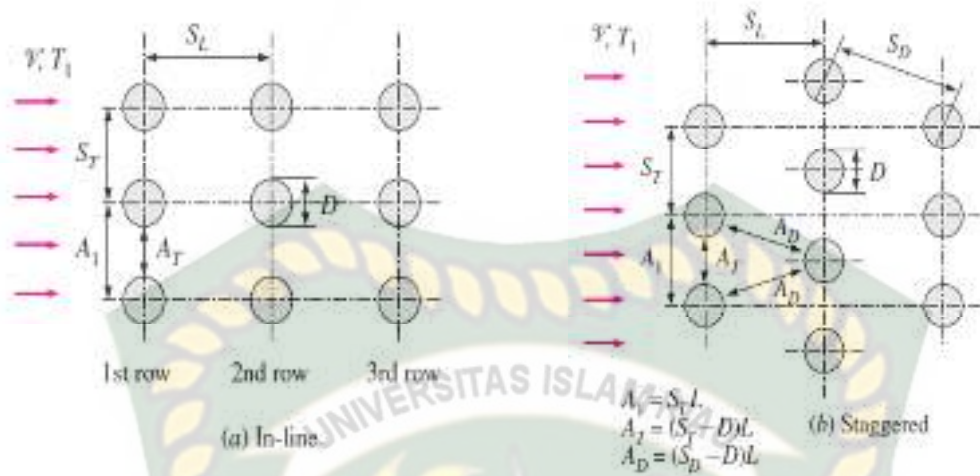
Perpindahan panas terjadi antara fluida panas dan dingin melalui dinding pemisah. Dalam sistem ini, kedua fluida akan mengalir.

2.10 Aliran Menyilang Rangkaian Tabung (Tube Banks)

Karena terlalu banyak susunan alat penukar-kalor yang menyangkut tabung yang tersusun rangkap, maka masalah perpindahan kalor dalam rangkaian tabung (Tube Bank) merupakan hal yang penting dan mempunyai nilai praktis. Karakteristik perpindahan-kalor pada rangkaian tabung yang segaris atau selang-seling dipelajari oleh Grimson, nilai konstanta C dan eksponen n di berikan dalam tabel 2.2 menurut parameter geometri yang digunakan untuk menggambarkan susunan berkas tabung.

Table 2.4 Perbandingan h untuk kedalaman N baris terhadap kedalaman 10 baris.

N_L	1	2	3	4	5	7	10	13
In-line	0.70	0.80	0.86	0.90	0.93	0.96	0.98	0.99
Staggered	0.64	0.76	0.84	0.89	0.93	0.96	0.98	0.99



Gambar 2.13 Tabung garis segaris, dan tabung garis selang-seling.

Yang akan digunakan pada alat pengering ini adalah rangkunan tabung dengan jenis rangkunan tabung tipe staggered Dengan jumlah pipa 30 batang dengan panjang 1,5 m,dimana jumlah baris pertama dan ketiga memiliki 8 buah pipa,dan jumlah baris kedua dan keempat memiliki 7 buah pipa dengan jarak antar pipa $S_n = S_r = 3\text{cm}$,dengan cara perpindahan kalor konveksi paksa, karena perpindahan kalor di bantu menggunakan blower.

2.11 Persamaan Konveksi Paksa Pada Alat Pengering Ikan

Dalam penelitian ini akan digunakan tahap pertama yaitu tahap uji High power (Cold start) untuk mendapatkan data unjuk kerja alat pengering. Unjuk kerja suatu alat pengering dapat dihitung dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut :

1. Koefisien Perpindahan panas konveksi

- Kecepatan aliran maksimum gas asap ($^{\circ}V_{max}$)

$$^{\circ}V_{max} = \frac{S_T}{S_L - D} \ ^{\circ}V, \text{ (m/s)} \dots\dots\dots \text{Pers. 2.1}$$

(Sumber Cengel A. Yunus, Heat Transfer, Second Edition)

Dimana :

S_T = Jarak antara pipa dengan pipa yang lain arah vertikal (m)

S_L = Jarak antara pipa dengan pipa yang lain arah horizontal (m)

$^{\circ}V$ = kecepatan Aliran Udara Gas Asap (m/s)

- Reynolds Number (Re_D)

$$Re_D = \frac{\rho ^{\circ}V_{max} D}{\mu} = \frac{\rho ^{\circ}V_{max} D}{\nu} \dots\dots\dots \text{Pers. 2.2}$$

Dimana :

ρ = Massa jenis udara (kg/m^3)

V_{max} = Kecepatan aliran maksimum gas asap (m/s)

D = Diameter pipa-pipa pemans (m)

ν = Viskositas kinematik (m^2/s)

Untuk menghitung nusselt number aliran turbulen, maka digunakan Tabel. 7-2 buku Yunus A. Cengel, Heat Transfer, Second Edition.

- Bilangan Nusselt (Nu_D)

$$Nu_D = C Re_D^m Pr^n (Pr/Pr_s)^{0.25} \dots\dots\dots \text{Pers. 2.3}$$

(Sumber Cengel A. Yunus, Heat Transfer, Second Edition)

- Koefisien perpindahan panas (h) :

$$h = \frac{Nu_{D,NL}k}{D}, \text{ (W/m}^2\text{°C)} \dots\dots\dots \text{Pers. 2.4}$$

Dimana :

k = Thermal Conductivity (W/m°C)

- Permukaan daerah perpindahan panas (A_s)

$$A_s = N\pi DL, \text{ (m}^2\text{)} \dots\dots\dots \text{Pers. 2.5}$$

Dimana :

N = Jumlah pipa-pipa pemanas

L = Panjang pipa-pipa pemanas (m)

- Laju aliran massa udara (\dot{m})

$$\dot{m} = \rho_1 V(N_T S_T L), \text{ (kg/s)} \dots\dots\dots \text{Pers. 2.6}$$

Dimana :

A = Luas penampang masuk udara (m²)

- Temperatur keluar (T_e)

$$T_e = T_s - (T_s - T_i) \exp\left(-\frac{A_s h}{\dot{m} C_p}\right), \text{ (°C)} \dots\dots\dots \text{Pers. 2.7}$$

Dimana :

A = Luas penampang masuk udara (m²)

T_s = Temperatur udara pipa-pipa pemanas (°C)

T_i = Temperatur gas asap cerobong (°C)

- Perbedaan Temperatur

$$\Delta T_{in} = \frac{(T_s - T_e) - (T_s - T_i)}{\ln[(T_s - T_e)/(T_s - T_i)]}, \quad (^\circ\text{C}) \dots\dots\dots \text{Pers. 2.8}$$

- Nilai Perpindahan Panas

$$\dot{Q} = \dot{m} C_p (T_s - T_i), \quad (\text{W}) \dots\dots\dots \text{Pers. 2.9}$$

(Sumber Cengel A. Yunus, Heat Transfer, Second Edition)

2. Daya keluar (Power Output)

$$P = \frac{M_f \times \text{LHV}}{t}, \quad \left(\frac{\text{kJ}}{\text{s}} \right) \dots\dots\dots \text{Pers. 2.10}$$

(Sumber : Alexis, 2005.)

Dimana :

M_f = Massa Konsumsi Bahan Bakar, (kg)

LHV = Low heating Value, (kJ/kg)

t = Waktu Pengeringan (s)

3. Pemakaian bahan bakar spesifik (Specific Fuel Consumption).

$$\text{S.F.C} = \frac{M_f}{p \times t}, \quad (\text{kg/kWh}) \dots\dots\dots \text{Pers. 2.11}$$

(Sumber : Alexis, 2005.)

Dimana :

M_f = Massa Konsumsi bahan bakar, (kg)

p = Power Output, (kW)

t = Waktu Pengeringan, (h)

4. Konsumsi Bahan Bakar per jam

$$M_{fh} = \frac{M_f}{h}, \text{ (kg/h)} \dots \dots \dots \text{Pers. 2.12}$$

(Sumber : Alexis, 2005.)

Dimana :

M_{fh} = Massa Bahan Bakar terpakai selama pengeringan (kg)

h = Waktu pengeringan (h)

5. Waktu pembakaran (Burning rate).

$$BR = \frac{M_f}{t}, \text{ (kg/s)} \dots \dots \dots \text{Pers. 2.13}$$

(Sumber : Alexis, 2005.)

Dimana :

M_f = Massa Konsumsi Bahan Bakar, (kg)

t = Waktu Pengeringan, (s)

6. Perhitungan Kadar Air

- Kadar air ikan di uapkan (M_{bb})

$$M_{bb} = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100 \%, \text{ (\%)} \dots \dots \dots \text{Pers. 2.14}$$

(Sumber : Edwin, 1989)

Dimana :

W_m = Berat air ikan (kg)

Mencari = (W_m) = berat air awal – berat air akhir pengeringan (kg)

W_d = Berat bahan kering (kg)

- Menghitung kadar air ikan tersisa (M_i)

$$M_i = M_{AK} - M_{bb} \dots\dots\dots \text{Pers. 2.15}$$

Dimana :

M_i : kadar air ikan tersisa (%)

M_{AK} : Kadar air ikan (nilai range : 50 %)

M_{bb} : Kadar air ikan di uapkan (%)

(Sumber : Edwin, 1989)

8. Kebutuhan Energi Pengeringan

- Jumlah air yang diuapkan (E)

$$E = \frac{100(M_{bb} - M_{bk})}{(100 - M_{bb})(100 - m_{bk})} \times Wd \text{ (kg)} \dots\dots\dots \text{Pers. 2.16}$$

(Sumber : Henderson dan perry, 1955)

Dimana :

E = Beban uap air (kg)

M_{bb} = Kadar air basis basah (%)

M_{bk} = Kadar air basis kering (%)

- Laju penguapan air (W)

$$W = \frac{E}{t} \text{ (kg/jam)} \dots\dots\dots \text{Pers.2.17}$$

Dimana :

E = Jumlah air yang diuapkan (kg)

t = Lama Pengeringan (jam)

- Energi penguapan air (Q_1)

$$Q_1 = E \times h_{fg}, \text{ (kJ)} \dots \dots \dots \text{Pers. 2.18}$$

Dimana :

E = Beban uap air (kg)

h_{fg} = Panas laten penguapan air (kJ/kg)

- Energi pemanasan udara (Q_2)

$$Q_2 = m \times C_p \times (T_2 - T_1), \text{ (kJ)} \dots \dots \dots \text{Pers. 2.19}$$

$$m = A \times V \times \rho$$

Dimana :

m = Massa aliran udara (kg/jam)

V = Kecepatan aliran udara (m/s)

ρ = Massa jenis udara (kg/m³)

A = Luas penampang cerobong (m²)

C_p = Panas jenis udara (kJ/kg °C)

T_1 = Temperatur lingkungan (°C)

T_2 = Temperatur lemari pengering (°C)

- Energi bahan bakar (Q_3)

$$Q_3 = W_b \times h_d, \text{ (kJ)} \dots \dots \dots \text{Pers. 2.20}$$

Dimana :

W_b = Jumlah bahan bakar terpakai (kg)

h_d = Kandungan panas tempurung kelapa (kJ/kg)

(Sumber : Kusumah, 1989)

9. Kerugian Panas Pada cerobong (Q_{losses})

$$Q_{losses} = M_c \times C_p \times (T_{in} - T_{out}) \dots\dots\dots \text{Pers. 2.21}$$

$$\dot{M}_c = V \times A \times \rho$$

Dimana : Q_{losses} = Jumlah panas yang hilang dari cerobong

\dot{M}_c = Laju Aliran Massa udara melalui cerobong (kg/s)

V = Kandungan panas tempurung kelapa (m/s)

10. Penampilan Efisiensi Alat

- Efisiensi pemanasan (η_1)

$$\eta_1 = \frac{Q_2}{Q_{bb}} \times 100 \% \dots\dots\dots \text{Pers. 2.22}$$

- Efisiensi total (η_2)

$$\eta_2 = \frac{Q_1}{Q_{bb}} \times 100 \% \dots\dots\dots \text{Pers. 2.23}$$

Sumber : Edwin, 1989)

Adapun variabel – variabel yang bersifat umum dapat diketahui melalui literature-literatur yang ada. Berikut ini pad Tabel 2.4 adalah data-data variabel yang didapatkan dari literatur. Berikut ini adalah parameter yang sering digunakan sebagai ukuran dalam mengevaluasi Unjuk kerja suatu alat pengering :

1. Waktu start up

Parameter ini menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyalakan bahkan bakar sehingga gas-gas hasil asap dihasilkan. Pengurangan ini diawali dari penyalaan dengan pembakaran carosine sebagai pemancing hingga timbulnya gas-gas asap hasil pembakaran bahkan bakar.

2. Waktu operasi

Parameter ini merupakan durasi waktu selama pembakaran bahkan bakar, mulai dari timbulnya gas-gas asap sampai dengan padamnya api dari bahkan bakar.

3. Laju Konsumsi bahan bakar (Burning Rate)

Laju konsumsi bahan bakar adalah perbandingan antara jumlah bahan bakar yang digunakan terhadap waktu operasi.

4. Waktu pengeringan

Waktu pengeringan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan ikan dengan ukuran tertentu. Penilaian ini dilakukan sejak ikan diletakan didalam lemari pengering dan bahan bakar terbakar.

5. Efisiensi Pengeringan

Parameter ini merupakan perbandingan antara jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk mengeringkan ikan dan menguapkan air yang terkandung dalam ikan, terhadap jumlah konsumsi bahan bakar.