

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*)

Ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) atau dikenal juga dengan istilah ketela rambat merupakan tanaman yang termasuk ke dalam jenis tanaman palawija, dapat berfungsi sebagai pengganti bahan makanan pokok (beras) karena merupakan sumber karbohidrat.



Sumber : <http://www.organisasi.org>

Gambar 1. Ubi jalar kuning

Ubi jalar atau ketela rambat diduga berasal dari Benua Amerika. Para ahli botani dan pertanian memperkirakan daerah asal tanaman ubi jalar adalah Selandia Baru, Polinesia, dan Amerika bagian tengah. Ubi jalar mulai menyebar keseluruh dunia, terutama negara-negara beriklim tropika, diperkirakan pada abad ke- 16. Penyebaran ubi jalar pertama kali terjadi ke Spanyol melalui Tahiti, kepulauan Guam, Fiji, dan Selandia Baru. Pada tahun 1960-an penanaman ubi jalar sudah meluas hampir di semua provinsi di Indonesia. Daerah sentra produksi ubi jalar pada mulanya terpusat di Pulau Jawa, terutama Kabupaten Bogor, Garut, Bandung, Kuningan, Serang, Sukabumi, Purwakarta dan lain- lain.

Menurut Rukmana (1997), pada bagian batang yang berbuku-buku tumbuh daun bertangkai agak panjang secara tunggal. Daun berbentuk bulat sampai lonjong dengan tepi rata atau berlekuk-lekuk dangkal sampai berlekuk dalam sedangkan bagian ujung daun meruncing. Helaihan daun berukuran lebar, menyatu mirip bentuk jantung, tetapi ada yang bersifat menjari. Daun berwarna hijau tua atau hijau kekuning-kuningan.

Tanaman ubi jalar termasuk tumbuhan semusim (annual) yang mempunyai susunan tubuh utama terdiri dari batang, ubi, daun, bunga, buah dan biji (Rukmana, 1997).

Menurut Suprpti (2003), tanaman ubi jalar memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Susunan tubuh utama terdiri atas batang, daun, bunga, buah, biji, dan umbi
2. Batang tanaman berbentuk bulat, tidak berkayu, dan berbuku-buku.
3. Tipe pertumbuhan tegak dan merambat atau menjalar
4. Panjang batang tipe tegak: 1 m – 2 m, sedangkan tipe merambat: 2 m- 3m.
5. Ukuran batang dibedakan atas 3 macam, yaitu besar, sedang, dan kecil.
6. Warna batang biasanya hijau tua sampai keungu-unguan.

Pada kelopak daun akan tumbuh bunga. Bunga ubi jalar berbentuk terompet, tersusun dari lima helaian daun mahkota, lima helaian daun bunga dan satu tungkai putik. Mahkota bunga berwarna putih atau putih keungu-unguan. Bunga ubi jalar mekar pada pagi hari pukul 04.00-11.00. Apabila terjadi penyerbukan buatan bunga akan membentuk buah. buah ubi jalar tersebut akan berbentuk bulat berkotak tiga, berkulit keras, dan berbiji (Rukmana, 1997).

Tanaman ubi jalar yang sudah berumur \pm 3 minggu setelah ditanam biasanya sudah membentuk ubi. Bentuk ubi biasanya berbentuk bulat sampai lonjong dengan permukaan rata sampai tidak rata. Bentuk ubi yang ideal adalah lonjong agak panjang dengan berat antara 200 – 250 g per ubi. Kulit ubi berwarna putih, kuning, ungu atau ungu kemerah-merahan, tergantung jenis atau varietasnya. Struktur kulit ubi bervariasi antara tipis sampai dengan tebal, dan biasanya bergetah. Daging ubi berwarna putih, kuning, atau jingga sedikit ungu. Ubi yang berkadar tepung tinggi cenderung manis (Rukmana, 1997). Dalam penelitian ini digunakan ubi yang memiliki daging ubi berwarna kuning.

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.

Sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan taksonomi ubi jalar sebagai berikut (Rukmana, 1997):

- Kerajaan : *Plantae*
- Divisi : *Spermatophyta*
- Subdivisi : *Angiospermae*
- Kelas : *Dicotyledonae*
- Bangsa : *Convolvulales*
- Suku : *Convolvulaceae*
- Marga : *Ipomoea*
- Jenis : *Ipomoea batatas L.*

Selain itu, serat pangan ubi jalar merupakan polisakarida yang tidak tercerna dan diserap di dalam usus halus, sehingga akan terfermentasi di dalam usus besar. Serat pangan bermanfaat bagi keseimbangan flora usus dan bersifat prebiotik serta merangsang pertumbuhan bakteri yang baik bagi usus, sehingga penyerapan zat gizi menjadi baik.

Ubi jalar merupakan tanaman yang sangat familiar bagi kita, banyak ditemukan di pasar dengan harga relatif murah. Kita mengenal ada beberapa jenis ubi jalar. Jenis yang paling umum adalah ubi jalar putih, merah, ungu, kuning atau orange. Kelebihan dari ubi jalar yaitu mengandung antioksidan yang kuat untuk menetralkan keganasan radikal bebas penyebab penuaan dini dan pencetus aneka penyakit degeneratif seperti kanker dan jantung. Zat gizi lain yang banyak terdapat dalam ubi jalar adalah energi, vitamin C, vitamin B6 (*Pyridoxin*) yang berperan penting dalam kekebalan tubuh. Kandungan mineralnya dalam ubi jalar seperti fosfor, kalsium, mangan, zat besi dan serat yang larut untuk menyerap kelebihan lemak/kolesterol dalam darah (Reifa, 2005).

Umbi tanaman ubi jalar ada yang berwarna ungu, oranye, kuning, dan putih. Daging ubi jalar putih dan ungu biasanya lebih padat dan kering, sedangkan daging ubi jalar oranye dan kuning lebih lunak dan mengandung kadar air tinggi. Semakin pekat warna merah ubi jalar, semakin tinggi kadar

betakarotannya. Ubi jalar putih hanya mengandung betakarotin sebesar 260 mg/100 gram umbi. Ubi jalar kuning mengandung betakarotin sebesar 2900 mg/100 gram umbi, sedangkan ubi jalar ungu tidak mengandung betakarotin. *Betakarotin* berfungsi sebagai provitamin A di dalam tubuh manusia. (Murtiningsih, 2011).

Tanaman ubi jalar dapat dibedakan menjadi beberapa golongan yaitu sebagai berikut (Juanda, 2004):

1. Ubi jalar putih, yakni jenis ubi jalar yang memiliki daging umbi berwarna putih.
2. Ubi jalar kuning, yakni jenis ubi jalar yang memiliki daging umbi berwarna kuning, kuning muda atau putih kekuning-kuningan
3. Ubi jalar jingga, yakni jenis ubi jalar yang memiliki daging umbi berwarna jingga, jingga muda.
4. Ubi jalar ungu, yakni jenis ubi jalar yang memiliki daging umbi berwarna ungu hingga ungu muda.

2.1.1 Kandungan Gizi Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) Kuning

Komposisi ubi jalar sangat tergantung pada varietas dan tingkat kematangan serta lama penyimpanan. Karbohidrat dalam ubi jalar terdiri dari monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Ubi jalar mengandung sekitar 16-40 % bahan kering dan sekitar 70-90% dari bahan kering ini adalah karbohidrat yang terdiri dari pati, gula, selulosa, hemiselulosa, dan pektin (Meyer, 1982).

Tabel kandungan karbohidrat ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Karbohidrat Dalam Ubi Jalar (% berat kering)

Komponen	Besaran (%)
Pati	46,2
Gula	22,4
Hemiselulosa	3,6
Selulosa	2,7
Pektin	0,47

Sumber: Meyer (1982)

Menurut Irfansyah (2001), ubi jalar merupakan sumber karbohidrat, vitamin, dan mineral yang cukup tinggi dibandingkan dengan ubi kayu yang merupakan bahan pembuatan tepung tapioka, ubi jalar memiliki kandungan vitamin A dan C, serta energi yang lebih tinggi. Kandungan komposisi gizi ubi jalar tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan gizi ubi jalar kuning per 100 gram bahan

Zat Gizi	Ubi Jalar
Air (g)	65,5
Protein (g)	0,8
Karbohidrat (g)	26,7
Serat (g)	0,7
Lemak (g)	0,5
Abu (g)	1,2
Ca (mg)	51
Fe (g)	0,9
P (mg)	47
Vitamin A (IU)	0
Vitamin B1 (mg)	0,06
Vitamin C (mg)	22
Thiamin (mg)	0,1
Riboflavin (mg)	0,04
Niacin (mg)	0,6
Energi (kal)	114

Sumber : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia serta sumber lainnya Woolfe (1995) dalam Irfansyah (2001)

2.1.2 Manfaat Ubi Jalar Kuning

Ubi jalar termasuk salah satu makanan alamiah yang benar-benar sempurna. Selain rendah kalori, tinggi serat, sangat baik bagi diabetis dan orang-orang yang sensitive karbohidrat, juga kaya vitamin dan mineral. Begitu baiknya Ubi jalar hingga Nutrition Action Health Letter menggolongkannya sebagai sayuran nomor satu tersehat.

Menurut geneticist dan pengembang ubi jalar di USDA Agricultural Research Service's Vegetable Laboratory di Charleston, South Carolina, Ubi jalar mengandung protein berkualitas tinggi sama seperti yang terdapat dalam telur. Kaya akan nutrient termasuk karotenoid kadar tinggi (terutama *betakaroten*), Copper, vitamin C dan E, dan Serat. Ubi jalar juga mempunyai ukuran glycemic

index yang lebih rendah dibandingkan dengan kentang sehingga sangat baik untuk orang-orang yang sensitive dengan karbohidrat dan diabetik. Ubi jalar juga merupakan makanan yang lebih lengkap dibanding dengan nasi sehingga bisa digunakan sebagai pengganti nasi.

Ubi jalar yang kaya akan Beta karoten yang berfungsi sebagai antioksidan dan membantu mengatasi zat-zat kimia penyebab kanker yang dapat merusak jaringan mata, dan membantu mencegah macular degeneration dan katarak. Beta karoten yang ada pada ubi jalar juga dapat mengabsorp sinar-sinar matahari yang berbahaya dan melindungi kulit dari kekeringan, mencegah kulit bersisik dan bintik penuaan. Beta karoten sesudah dicerna menjadi vitamin A salah satu nutrient yang meningkatkan kolagen, yang sangat penting untuk kulit tetap kenyal, sehingga mendapatkan kulit kita halus, segar dan mulus.

1. Mengandung mineral penting

Beberapa mineral penting yang terdapat pada ubi jalar diantaranya adalah magnesium dan zat besi. Zat besi sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk meningkatkan energi seseorang, selain itu zat besi juga sangat berhubungan erat dengan produksi sel darah merah dan sel darah putih, zat besi juga dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh seseorang dan mengurangi resiko serangan stress. Sedangkan fungsi magnesium diantaranya untuk menjaga kesehatan dan kepadatan tulang, menjaga saraf, otot, jantung, darah dan arteri agar selalu tetap sehat.

2. Sumber vitamin B6

Vitamin B6 dibutuhkan tubuh untuk mengubah bahan kimia yang dikenal dengan nama homocysteine menjadi molekul yang lebih sederhana. Hal ini sangat berkaitan erat dengan kepikunan dan serangan jantung pada seseorang. Sangat cocok untuk orang dewasa agar memorinya baik, sehingga tidak mudah jadi pelupa / pikun.

3. Mengandung vitamin C

Vitamin C sangat kita butuhkan agar tulang dan gigi tetap kuat selama mungkin. Selain dapat menjaga tulang dan gigi tetap kuat, vitamin C yang terdapat pada ubi jalar mampu menahan berbagai macam penyakit seperti flu, racun dalam tubuh serta mempercepat penyembuhan.

4. Sumber vitamin D

Vitamin D yang ada pada ubi jalar berguna untuk menjaga tubuh kita agar tetap sehat secara keseluruhan dan secara khusus membantu organ jantung, saraf, kulit, gigi dan tulang tetap dalam keadaan normal. Vitamin D juga penting bagi seorang wanita yang ingin cepat hamil karena dapat membantu kelenjar tiroid bekerja secara normal. Kelenjar tiroid sangat berpengaruh pada kehamilan seorang wanita.

5. Mengandung potasium

Potasium berguna untuk mengatur jantung agar tetap sehat dan bekerja secara normal dan berdetak dengan ritme yang wajar. Selain itu, potasium juga sangat bermanfaat untuk organ ginjal.

6. Rasa manis alami

Rasa manis yang terdapat pada ubi jalar merupakan pemanis alami yang tidak mengakibatkan naiknya kadar glukosa atau gula darah pada seseorang. Nah, ubi jalar ini sangat cocok untuk alternatif bagi Anda yang sedang menjaga diet karbohidrat dan menjaga kadar gula darah.

7. Menjaga kesehatan mata

Kandungan karotenoid (terutama pada ubi jalar kuning) seperti beta karoten berguna untuk menjaga kesehatan mata kita, sistem kekebalan tubuh kita terhadap berbagai serangan penyakit juga semakin menguat.

8. Melawan kanker

Ubi jalar (terutama ubi ungu) mengandung antioksidan yang ampuh mencegah bahaya radikal bebas dan mencegah tumbuhnya sel-sel kanker dan tumor. Banyak sekali manfaat ubi jalar yang akan kita dapatkan jika mengkonsumsinya secara teratur.

2.2 *Aluminum Sulfat* ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Tawas/alum adalah sejenis koagulan dengan rumus kimia $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 11 \text{H}_2\text{O}$ atau $14 \text{H}_2\text{O}$ atau $18 \text{H}_2\text{O}$ umumnya yang digunakan adalah $18 \text{H}_2\text{O}$. Semakin banyak ikatan molekul hidrat maka semakin banyak ion lawan yang nantinya akan ditangkap akan tetapi umumnya tidak stabil. Pada pH 7 terbentuk $\text{Al}(\text{OH})_4^-$. Flok – flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ mengendap berwarna putih. Tawas adalah senyawa kimia berupa garam sulfat yang memiliki banyak sekali ragamnya salah satunya yang paling

populer adalah Aluminium Sulfat yang banyak digunakan oleh PDAM untuk memproses air sungai menjadi air bersih (oleh karena itu disebut juga dengan nama populer Alum). Istilah Kaporit digunakan untuk mematikan bakteri pada air.

Aluminium Sulfat merupakan kristal putih yang tidak larut dan berbentuk gelatin yang mempunyai sifat dapat menarik partikel-partikel lain, sehingga berat, ukuran dan bentuknya menjadi semakin besar dan mudah menguap. Aluminium sulfat atau yang sering disebut tawas dalam kehidupan sehari-hari dapat dipakai menggumpalkan atau koagulasi koloid sampai menjadi gumpalan-gumpalan besar yang dapat disaring. Komoditi tawas dikenal dalam dua jenis, yaitu tawas alam dan tawas buatan. Tawas alam merupakan garam sulfat rangkap dari logam Al, Cr ataupun logam lainnya. Tawas yang terbentuk di alam terdapat beberapa jenis dan tergantung pada unsur pembentuknya, diantaranya potassium aluminium sulfat dengan rumus kimia, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ atau $Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O$, sodium khrom alum, $NaCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ dan lain-lain (Wijayanti, 1994).

Jenis tawas lainnya adalah seperti Tawas Natrium untuk bahan pengembang roti, Tawas Kalium untuk pengolah limbah, Tawas Besi untuk penyamakan kulit dan bahan pewarna.

Air (H_2O) merupakan bahan esensial dan sangat penting bagi semua makhluk hidup terutama bagi kehidupan manusia. Beragam aktifitas manusia senantiasa berhubungan dengan air. Sebut saja seperti mencuci, mandi, minum, dan sebagainya. Semua membutuhkan keberadaan air. Dengan air ini (sebagai pelarut campuran semen dan pasir) juga bangunan dapat berdiri kokoh. Apa jadinya kalau campuran semen dan pasir ini tanpa kehadiran air. Tentu semen dan pasir itu tidak bisa bersenyawa dengan baik. Dengan air ini pulalah tumbuh-tumbuhan dapat mengambil manfaatnya sehingga menghasilkan buah yang enak dan pemandangan hijau yang menyejukkan mata. Dengan air, hewan-hewan dapat mengambil manfaatnya dan keluarlah air susu yang berguna bagi kesehatan manusia. Hewan laut (seperti ikan) tidak akan bisa hidup tanpa keberadaan air.

Dalam sebuah molekul air, dua atom hidrogen terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Tapi karena atom oksigen lebih besar daripada atom hidrogen, maka tarikannya pada elektron-elektron hidrogen jauh lebih besar. Dengan begitu

elektron-elektron tertarik mendekati kerangka atom oksigen yang lebih besar dan menjauhi kerangka hidrogen. Ini berarti meski molekul air secara keseluruhan bersifat stabil, tapi massa inti oksigen yang lebih besar cenderung menarik semua elektron dalam molekul (termasuk juga elektron-elektron hidrogen yang dipakai bersama) sekaligus memberikan sedikit muatan elektronegatif kepada bagian beroksigen disebuah molekul, karena elektron di atom hidrogen lebih dekat dengan atom oksigen maka atom hidrogen membawa muatan elektropositif dalam jumlah yang kecil. Ini berarti molekul air punya kecenderungan membentuk ikatan yang lemah dengan molekul air yang lain sebab ujung oksigennya molekul bersifat negatif dan ujung hidrogen bersifat positif. Sebuah atom hidrogen yang masih terikat secara kovalen dengan oksigen di molekulnya sendiri mampu membentuk ikatan yang lemah dengan oksigen di molekul lainnya. Hal yang sama juga berlaku bagi ujung oksigen sebuah molekul yang mampu membentuk ikatan yang lemah dengan ujung-ujung hidrogennya molekul yang lain, karena molekul air memiliki polaritas ini, air merupakan sebuah entitas kimiawi yang berkesinambungan.

2.2.1 Sifat fisika dan kimia *Aluminium Sulfat* ($\text{Al}(\text{SO}_4)_3$)

Specific gravity	: 1, 69 pada 17°C
Density	: 1, 69 g/cm ³
Berat Molekul	: 342, 14 g/mol
Warna	: Putih
Sifat kimia Aluminium Sulfat	
Kelarutan	: 86, 9 g/ml pada 0°C
	: 1104 g/ml pada 100°C (MSDS)

2.2.2 Kegunaan *Aluminium Sulfat* ($\text{Al}(\text{SO}_4)_3$)

Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$) adalah senyawa kimia berupa kristal bening yang memiliki fungsi antara lain, dapat digunakan dalam pengeringan sekaligus membersihkan sumur, bahan kosmetik, zat warna tertentu, dan sebagai penyamak kulit. Dalam fungsi-fungsi tersebut sudah jelas bagaimana peran tawas, tetapi dalam penggunaannya tidak boleh berlebihan karena akan

menimbulkan gangguan pada kesehatan yaitu berlebihnya kadar aluminium pada tubuh, selain itu juga dapat menurunkan pH yang cukup besar

2.3 Pengertian Tepung

Tepung adalah partikel padat yang berbentuk butiran halus atau sangat halus tergantung proses penggilingannya. Tepung dapat berasal dari bahan nabati misalnya tepung terigu dari gandum, tapioka dari singkong, maizena dari jagung atau hewani misalnya tepung tulang dan tepung ikan.

Pengolahan ubi jalar menjadi tepung harus memenuhi kriteria pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Kriteria Mutu Tepung Ubi Jalar

Kriteria	Nilai
Kadar air (maksimal)	15 %
Keasaman (maksimal)	4 ml 0,1 N NaOH/100 gram
Kadar pati (minimal)	55 %
Kadar serat (maksimal)	3 %
Kadar abu	2 %

Sumber : Antarlina (1993)

2.4 Pengeringan

Pengeringan merupakan cara untuk menghilangkan sebagian besar air dari suatu bahan dengan bantuan energi panas dari sumber alam (sinar matahari) atau buatan (alat pengering). Biasanya kandungan air tersebut dikurangi sampai batas dimana mikroba tidak dapat tumbuh lagi. Definisi pengeringan dan penguapan hanya dibedakan oleh kuantitas zat cairnya, dimana pada proses penguapan kuantitas zat cair yang akan dieliminasi jauh lebih banyak, misalnya pada proses penguapan untuk mendapatkan garam.

Pengeringan merupakan proses untuk mengeliminasi keadaan lembab yang dapat merusak kestabilan sediaan dimana transfer panas dan massa terlibat pada proses ini. Kecepatan pengeringan ditentukan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi transfer massa dan panas.

Tujuan pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air sampai batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lama. Kemampuan udara membawa uap air

keluar dipengaruhi oleh kelembapan relatif (RH). Kelembapan relatif didefinisikan sebagai perbandingan antara tekanan parsial uap air yang ada di dalam udara dengan tekanan jenuh uap air yang ada pada temperatur yang sama. Kelembapan relatif dapat dikatakan sebagai kemampuan udara untuk menerima kandungan uap air, jadi semakin besar RH semakin kecil kemampuan udara tersebut untuk menyerap uap air. Pada kelembapan relatif 100%, jumlah uap air yang mampu dibawa udara keluar sangatlah minim tetapi pada suhu yang tinggi sebaliknya. Hal ini menjelaskan mengapa dalam pengeringan dibutuhkan suhu yang tinggi.

Agar hasil optimal dapat diperoleh, bahan yang dikeringkan harus memiliki permukaan yang luas, hal ini dimaksudkan agar panas dapat mengenai permukaan secara merata sehingga proses pengeringan berjalan sempurna. Pada umumnya pengeringan yang sempurna hampir tak mungkin dicapai karena akan selalu tercapai keadaan seimbang antara zat yang dikeringkan dengan kelembapan dalam udara. Akan tetapi dengan suplai panas yang terkendali dan sirkulasi udara yang terkontrol, tingkat pengeringan yang tinggi dapat dicapai.

2.4.1 Jenis – Jenis Teknik Pengeringan

1. Pengeringan bekuan

Pengeringan bekuan atau liofilisasi (freezing-drying) merupakan salah satu cara pengeringan untuk bahan obat yang termolabil. Metode ini digunakan khususnya untuk mengeringkan antibiotika, vitamin, hormon, plasma darah, serum, bahan pengimun, bagian dari tumbuhan dan bahan peka yang sejenis. Prinsip dasar pengeringan bekuan adalah bahwa air dalam kondisi membeku masih memiliki tekanan uap, oleh karena itu dapat dihilangkan dari sistem melalui cara sublimasi.

2. Pengeringan melalui frekuensi tinggi

Bahan pada pengeringan ini diletakkan pada sebuah bidang ganti kondensor elektrik, dimana terjadi aliran geser elektrik di dalam bahan yang secara teratur memanaskannya. Suplai panas dapat diatur melalui tegangan frekuensi tinggi pada generator atau melalui celah udara di antara bahan dengan elektroda.

3. Pengering melalui semburan

Pengering ini menyemburkan cairan sampai larutan sejenis pasta dan bahan basah dalam bentuk tetesan halus ke dalam aliran udara panas, bahan-bahan akan membentuk serpihan yang dalam waktu sedetik berubah menjadi serbuk halus.

Penyemburan berlangsung secara mekanis melalui lempeng sembur yang berputar 4000-50000 rpm atau secara hidrodinamik melalui pori pipa sembur dengan bantuan tekanan cairan atau udara kencang.

4. Pengeringan melalui lapisan berpusing

Bahan pada pengeringan ini melalui lapisan berpusing, bahan butiran lembab (ukuran butir 0.001 sampai 10 nm) yang berada pada sebuah dasar berpori diujung bawah sebuah corong, ditiup oleh aliran udarapanas yang kencang. Dengan demikian timbunan akan terangkat, berterbangan, menjadi longgar, dan secara kontinyu saling bercampur pada kecepatan aliran yang cukup tinggi.

5. Penentuan kandungan lembab (kandungan air)

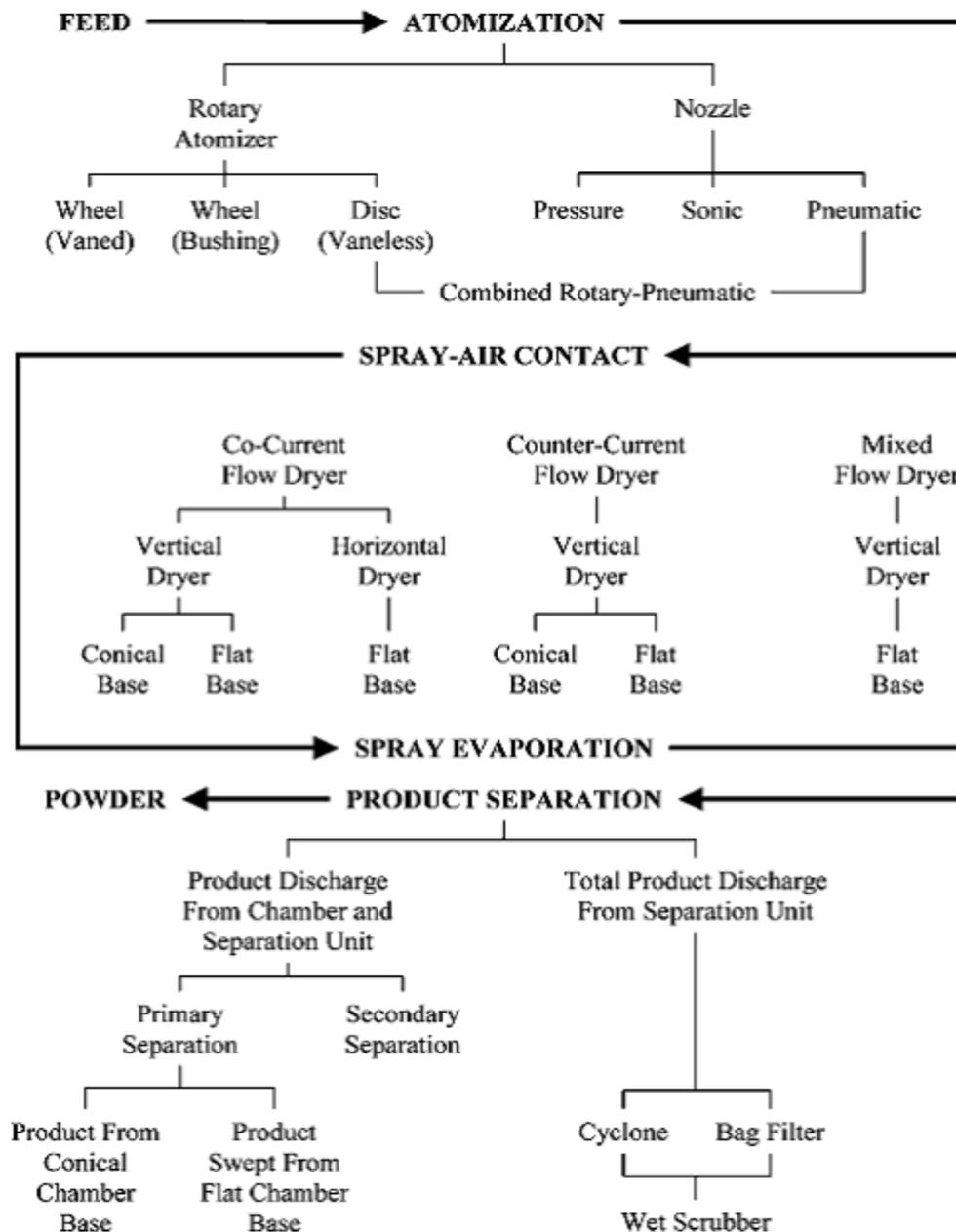
Untuk mengkarakterisasi zat berbentuk serbuk (daya mengalir, kemampuan aglomerasi, kemampuan bercampur) dan dalam seluruh fase pembuatan tablet dan tablet bersalut (granulasi, komprimasi, penyekimutan komprimat, kehancuran, kekerasan daya simpan) serta dalam banyak pembuatan obat lainnya, penentuan kelembaban sangat diperlukan. Pengertian lembab relatif udara, adalah perbandingan konsentrasi lembab yang ada terhadap konsentrasi jenuhnya (%) pada suhu tertentu, yang penentuannya dapat dilakukan beberapa metode, yaitu higrometer rambut, alat ukur titik tau, higrometer-Litium-klorida.

2.4.2 Macam – Macam Alat Pengering

1. *Spray dryer*

Pengeringan semprot atau *spray drying* merupakan jenis pengeringan tertua dan sering dipakai dalam industri farmasi. Cara ini digunakan untuk mengubah pasta, bubur atau cairan dengan viskositas rendah menjadi padatan kering. Pengeringan dengan cara ini mampu meminimalisir interupsi karena selama bahan cair yang akan dikeringkan tersedia, maka proses pengeringan akan tetap berjalan secara kontinyu dan produk berupa padatan kering akan terus terbentuk. Dalam beberapa kasus, pengeringan menggunakan cara ini dapat beroperasi selama bulan tanpa perlu dihentikan. Proses pengeringan semprot berlangsung dalam waktu yang sangat singkat, hanya beberapa milidetik hingga beberapa detik tergantung jenis peralatan dan kondisi pengeringan. Hal ini memberi keuntungan bagi bahan yang sensitif terhadap panas. Selain itu mengurangi resiko terjadinya korosi dan abrasi

karena minimnya waktu kontak antara peralatan dengan bahan yang dikeringkan. Pengeringan dengan cara ini sangat *cost-effective* terutama untuk produk dalam jumlah besar selain bisa dioperasikan secara otomatis dengan bantuan komputer. Keterbatasan pengeringan dengan cara ini ialah tak dapat digunakan untuk menghasilkan produk granul kering berukuran rata-rata diatas 200 μm .



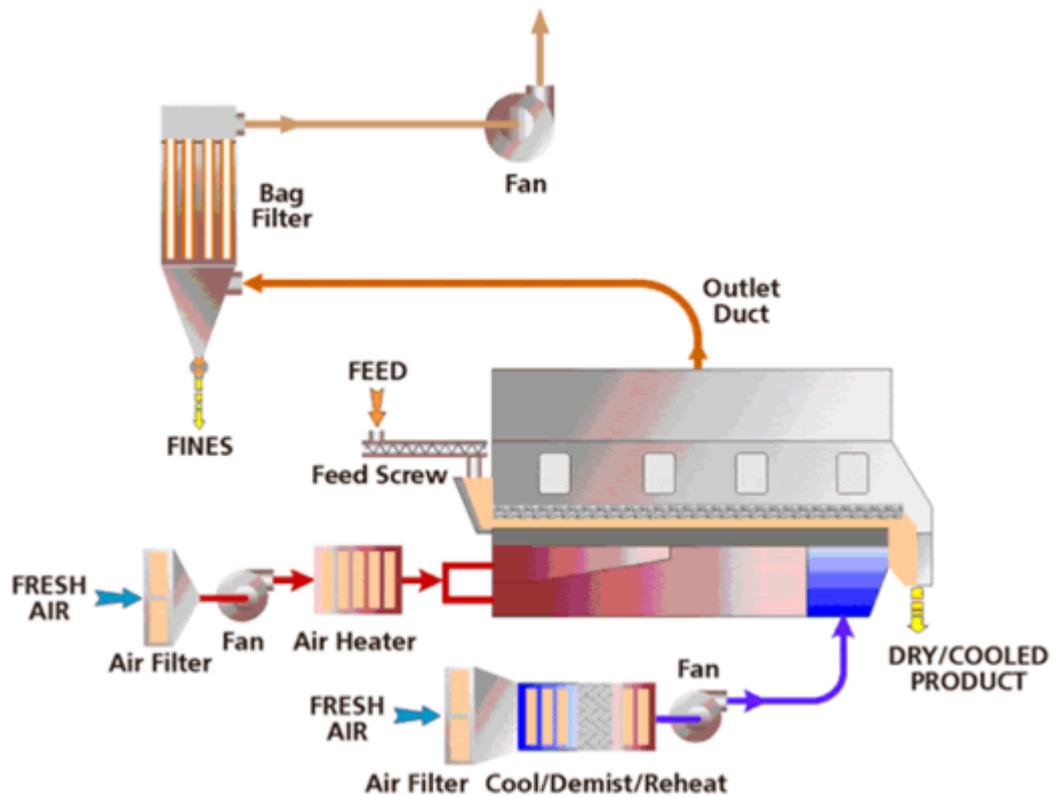
Gambar 2. Skema proses pengeringan dengan cara pengeringan semprot

2. *Fluidized bed dryer*

Fluidized bed dryer adalah sistem pengeringan yang diperutukan bagi bahan berbobot relatif ringan, misalnya serbuk dan ganular. Prinsipnya bahan yang akan dikeringkan dialiri dengan udara panas yang terkontrol dengan volume dan tekanan tertentu, selanjutnya bagi bahan yang telah kering karena bobotnya sudah lebih ringan akan keluar dari ruang pengeringan menuju siklon untuk ditangkap dan dipisahkan dari udara, namun bagi bahan/material yang halus akan ditangkap oleh pulsejet bag filter. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam sistim fluidized bed dryer adalah pengaturan yang baik antara tekanan udara, tingkat perpindahan panas dan waktu pengeringan, sehingga tidak terjadi gesekan bahan saat proses pengeringan berlangsung. Penentuan dimensi ruang bakar, suhu yang diaplikasikan serta volume dan tekanan udara sangat menentukan keberhasilan proses pengeringan, sehingga perlu diketahui data pendukung untuk merancang sistim ini diantaranya kadar air input, kadar air output, kepadatan dan ukuran bahan, panas maksimum yang diizinkan serta sifat fisikokimianya. Metode ini cocok digunakan untuk serbuk, butiran, aglomerat, dan pelet dengan ukuran partikel rata-rata normal antara 50 dan 5.000 mikron. Kelebihan metode ini ialah perpindahan panas dan kontrol terhadap ukuran partikelnya lebih baik serta pencampuran yang lebih efisien.



Gambar 3. Penampang *Fluidized bed dryer*

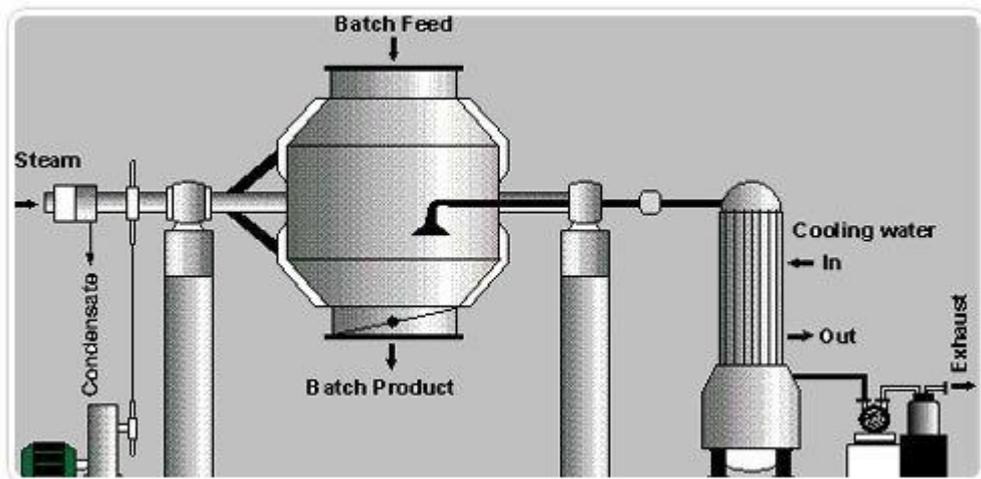


Gambar 4. Skema kerja *Fluidized bed dryer*

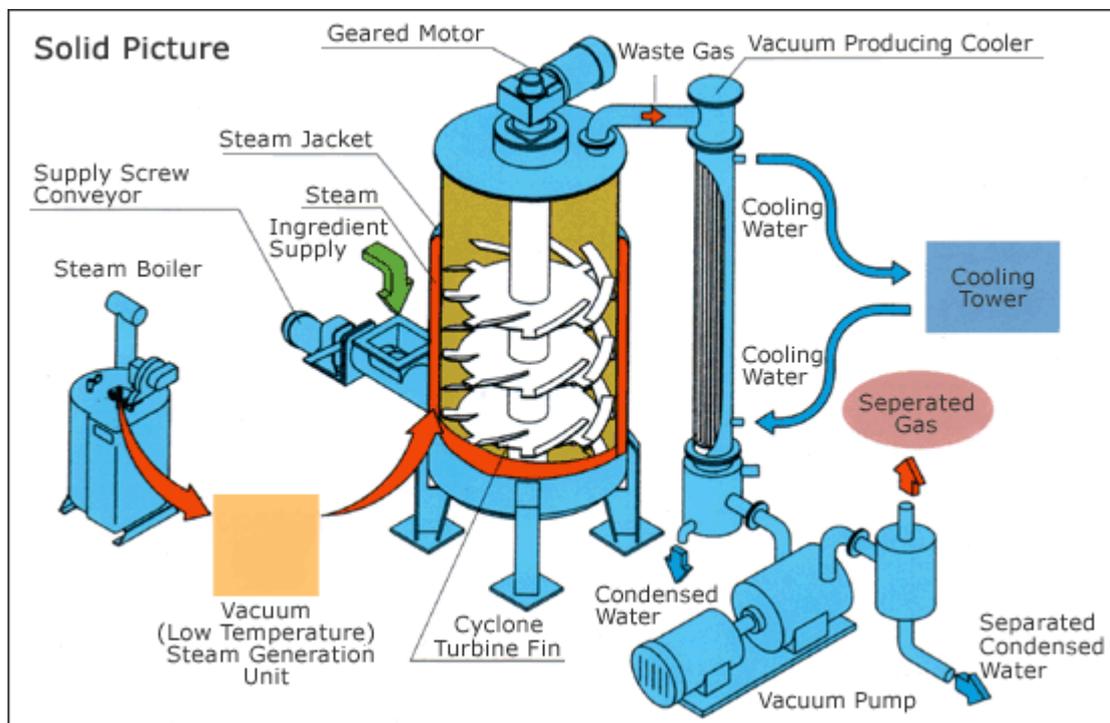
3. *Vacuum Dryers*

Vakum ialah proses menghilangkan air dari suatu bahan, bersama dengan penggunaan panas maka vakum dapat menjadi suatu metode pengeringan yang efektif. Pengeringan dapat dicapai dalam suhu yang lebih rendah sehingga lebih hemat energi. Metode ini cocok untuk mengeringkan bahan yang sensitif terhadap panas atau bersifat volatil karena waktu pengeringannya yang singkat. Kelebihan yang lain dari pengeringan menggunakan vakum ialah dapat digunakan untuk mengeringkan bahan yang tak bisa dikeringkan jika terdapat kehadiran air. Sistem ini terdiri dari ruang vakum (bisa stationer atau berputar), pompa dengan katup dan gauge serta sumber panas. Proses pengeringan vakum sering melibatkan beberapa langkah penerapan panas dan vakum. Mengurangi tekanan pada permukaan cairan akan membuat cairan tersebut menguap tanpa perlu diikuti kenaikan suhu. Ada dua tipe pengering vakum, yaitu *Double cone Rotary Vacuum Dryer* dan *Cylindrical shell rotary vacuum dryer*. Pada *Double cone Rotary Vacuum Dryer* ruang pengering dipasang pada poros yang berputar. Proses pengeringan melibatkan

pemusingan dari ruang chamber yang memungkinkan gerakan jatuh turun. Pada *Cylindrical shell rotary vacuum dryer*, di dalam ruang pengering dipasang dengan alat pemusing untuk mencampur dan mengaduk. Tipe ini digunakan biasanya untuk produksi batch dalam jumlah besar.



Gambar 5. Penampang *Double cone Rotary Vacuum Dryer*



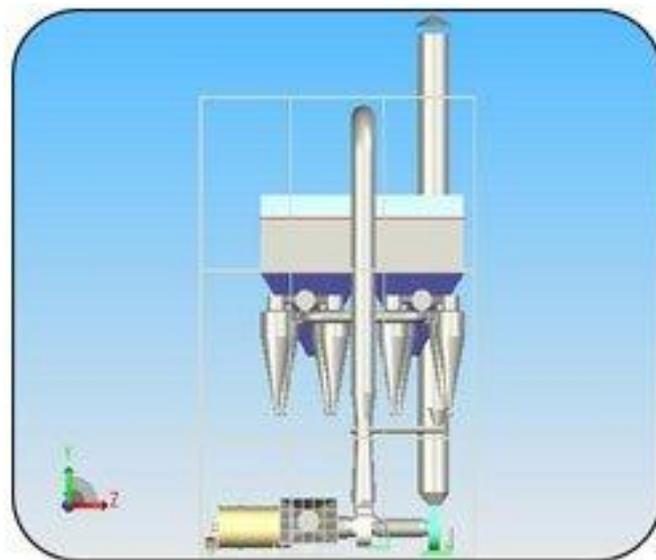
Gambar 6. Penampang *Cylindrical shell rotary vacuum dryer*

4. *Flash dryers*

Flash Dryer adalah sebuah instalasi alat pengering yang digunakan untuk mengeringkan adonan basah dengan mendisintregasikan adonan tersebut kedalam bentuk serbuk dan mengeringkannya dengan mengalirkan udara panas secara berkelanjutan. Proses pengeringan yang terjadi di *Flash dryer* berlangsung dengan sangat cepat. kaan secara instan. Seperti asal katanya “*flash*” yang berarti kilat. Maka alat ini mengeringkan bahan yang dikeringkan dengan sangat cepat, dalam hitungan milisekon. *Flash Dryer* cocok digunakan untuk mengeringkan bahan yang sensitif terhadap panas. *Flash Dryer* tidak cocok digunakan untuk material yang dapat menyebabkan erosi pada alat dan berminyak.

Penerapan pengering ini digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan pada perusahaan :

1. Chemicals (pembuatan bahan Anorganik & Organik)
2. Chemicals (pembuatan Pestisida dan Bahan Kimia Pertanian)
3. Chemicals (pembuatan Zat warna dan Pigmen)
4. Pupuk (pembuatan pupuk organik & anorganik)
5. Keramik
6. Industri Makanan
7. Industri Farmasi (untuk pembuatan obat-obatan herbal)



Gambar 7. *Flash Dryers*

5. *Rotary Dryers*

Bagian dalam alat yang berbentuk silindris ini, semacam sayap yang banyak. Melalui antara sayap-sayap tersebut dialirkan udara panas yang kering sementara silinder pengering berputar. Dengan adanya sayap-sayap tersebut bahan seolah-olah diaduk sehingga pemanasan merata dan akhirnya diperoleh hasil yang lebih baik. Alat ini dilengkapi 2 silinder, yang satu ditempatkan di bagian dekat pemasukan bahan yang akan dikeringkan, dan yang satu lagi di bagian dekat tempat pengeluaran bahan hasil pengeringan. Masing-masing silinder tersebut berhubungan dengan sayap-sayap (kipas) yang mengalirkan secara teratur udara panas disamping berfungsi pula sebagai pengaduk dalam proses pengeringan, sehingga dengan cara demikian pengeringan berlangsung merata.



Gambar 8. *Rotary Dryers*

6. *Conduction Dryers*

Conduction Dryers dapat mengeringkan solutions, bubur, pasta, dan butiran yang mengandung pigmen, lempung, bahan kimia, batu bara halus, dan garam-garam, serta dapat juga digunakan untuk waktu retensi yang relatif singkat. Dryer atau pengering mengendalikan kecepatan pengeringan dan mengontrol waktu retensi. Tidak seperti pada sistem lain pengeringan dengan *Conduction Dryers* menggunakan suhu yang rendah. Kapasitas pengering dan kinerja tergantung pada area perpindahan panas yang tersedia dan kondisi operasi untuk produk tertentu. Waktu pengeringan dapat dengan mudah disesuaikan dalam pengering tersebut. Perpindahan panas secara konduksi menjamin penguapan dan pengeringan.



Gambar 9. *Conduction Dryers*

7. Tray dryer

Pengering baki (tray dryer) disebut juga pengering rak atau pengering kabinet, dapat digunakan untuk mengeringkan padatan bergumpal atau pasta, yang ditebarkan pada baki logam dengan ketebalan 10-100 mm. Pengeringan jenis baki atau wadah adalah dengan meletakkan material yang akan dikeringkan pada baki yang langsung berhubungan dengan media pengering. Cara perpindahan panas yang umum digunakan adalah konveksi dan perpindahan panas secara konduksi juga dimungkinkan dengan memanaskan baki tersebut.

Rangka bak pengering terbuat dari besi, rangka bak pengering di bentuk dan dilas, kemudian dibuat dinding untuk penyekat udara dari bahan plat seng dengan tebal 0,3mm. Dinding tersebut dilengketkan pada rangka bak pengering dengan cara di revet serta dilakukan pematrian untuk menghindari kebocoran udara panas. Kemudian plat seng dicat dengan warna hitam buram, agar dapat menyerap panas dengan lebih cepat. Pada bak pengering dilengkapi dengan pintu yang berguna untuk memasukan dan mengeluarkan produk yang dikeringkan. Di pintu tersebut dibuat kaca yang mamungkinkan kita dapat mengetahui temperature tiap rak, dengan cara melihat thermometer yang sengaja digantungkan pada setiap rak pengering. Di bagian atas bak pengering dibuat cerobong udara, bertujuan untuk memperlancar sirkulasi udara pada proses pengeringan.

Spesifikasi Alat Dan Cara Kerja Alat

Alat pengering tipe rak (tray dryer) mempunyai bentuk persegi dan di dalamnya berisi rak-rak yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Pada umumnya rak tidak dapat dikeluarkan. Beberapa alat pengering jenis itu rak-raknya mempunyai roda sehingga dapat dikeluarkan dari alat pengering. Ikan-ikan diletakkan di atas rak yang terbuat dari logam dengan alas yang berlubang-lubang. Kegunaan dari lubang tersebut untuk mengalirkan udara panas dan uap air.

Ukuran rak yang digunakan bermacam-macam, ada yang luasnya 200 cm² dan ada juga yang 400 cm². Luas rak dan besar lubang-lubang rak tergantung pada bahan yang akan dikeringkan. Selain alat pemanas udara, biasanya juga digunakan kipas (fan) untuk mengatur sirkulasi udara dalam alat pengering. Kipas yang digunakan mempunyai kapasitas aliran 7-15 feet per detik. Udara setelah melewati kipas masuk ke dalam alat pemanas, pada alat tersebut udara dipanaskan lebih dahulu kemudian dialirkan diantara rak-rak yang sudah berisi bahan. Arah aliran udara panas di dalam alat pengering dapat dari atas ke bawah dan juga dari bawah ke atas. Suhu yang digunakan serta waktu pengeringan ditentukan menurut keadaan bahan. Biasanya suhu yang digunakan berkisar antara 80-180⁰C. Tray dryer dapat digunakan untuk operasi dengan keadaan vakum dan seringkali digunakan untuk operasi dengan pemanasan tidak langsung. Uap air dikeluarkan dari alat pengering dengan pompa vakum.

Alat tersebut juga digunakan untuk mengeringkan hasil pertanian berupa biji-bijian. Bahan diletakkan pada suatu bak yang dasarnya berlubang-lubang untuk melewatkan udara panas. Bentuk bak yang digunakan ada yang persegi panjang dan ada juga yang bulat. Bak yang bulat biasanya digunakan apabila alat pengering menggunakan pengaduk, karena pengaduk berputar mengelilingi bak. Kecepatan pengadukan berputar disesuaikan dengan bentuk bahan yang dikeringkan, ketebalan bahan, serta suhu pengeringan. Biasanya putaran pengaduk sangat lambat karena hanya berfungsi untuk menyeragamkan pengeringan. Alat pengering yang digunakan berupa oven yang termasuk di kategori tray dryer dimana penjelasannya seperti dibawah ini:

a. Oven *Nabertherm*

Oven bekerja maksimal dengan 300°C suhu udara, dan membuat penjualan oven TR-seri mencapai suhu keseragaman yang baik. Mereka dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti misalnya pengeringan sterilisasi atau menyimpan hangat. *Stainless steel* di dalam kamar lebih mudah untuk membersihkan dan tahan karat.



Gambar 10. Oven *Nabertherm*

Spesifikasi oven *Nabertherm*:

1. Dapat bekerja pada suhu 30-300°C
2. Sirkulasi udara panas secara horizontal menghasilkan keseragaman yang lebih baik
3. Ruang stainless steel, alloy 304 (AISI) / (DIN bahan no. 1.4301), tahan karat dan mudah dibersihkan
4. Pegangan yang besar untuk membuka dan menutup pintu
5. Knalpot udara membuka di belakang dinding untuk ventilasi buang gas yang dihasilkan selama pengeringan



Gambar 11. Knalpot udara pada oven *Nabertherm*

2.4.3 Kriteria Pemilihan Alat Pengering

Disamping berdasarkan pertimbangan – pertimbangan ekonomi, pemilihan alat pengering ditentukan oleh faktor – faktor berikut:

1. Kondisi bahan yang dikeringkan (bahan padat, yang dapat mengalir, pasta, suspensi).
2. Sifat – sifat bahan yang akan dikeringkan (misalnya apakah menimbulkan bahaya kebakaran, kemungkinan terbakar, ketahanan panas, kepekaan terhadap pukulan, bahaya ledakan debu, sifat oksidasi).
3. Jenis cairan yang terkandung dalam bahan yang dikeringkan (air, pelarut organik, dapat terbakar, beracun).
4. Kuantitas bahan yang dikeringkan.
5. Operasi kontinu atau tidak kontinu (Bernasconi, 1995).

2.4.4 Manfaat Pengeringan

Terdapat berbagai manfaat setelah bahan dikeringkan, diantaranya ialah

1. Melindungi obat dari pengaruh degradasi, karena kecepatan degradasi akan bertambah bila dalam kondisi lembab atau berair.
2. Melindungi obat dari pengaruh mikroorganisme.
3. Memperbaiki sifat alir dan meningkatkan stabilitas granul.
4. Memudahkan proses pengecilan

2.4.5 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pengeringan

Pada proses pengeringan selalu diinginkan kecepatan pengeringan yang maksimal. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha–usaha untuk mempercepat pindah panas dan pindah massa (pindah massa dalam hal ini perpindahan air keluar dari bahan yang dikeringkan dalam proses pengeringan). Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh kecepatan pengeringan maksimum, yaitu :

1. Luas permukaan

Semakin luas permukaan bahan yang dikeringkan, maka akan semakin cepat bahan menjadi kering. Biasanya bahan yang akan dikeringkan dipotong– potong untuk mempercepat pengeringan.

2. Suhu

Semakin besar perbedaan suhu (antara medium pemanas dengan bahan yang dikeringkan), maka akan semakin cepat proses pindah panas berlangsung sehingga mengakibatkan proses penguapan semakin cepat pula atau semakin tinggi suhu udara pengering, maka akan semakin besar energi panas yang dibawa ke udara yang akan menyebabkan proses pindah panas semakin cepat sehingga pindah massa akan berlangsung juga dengan cepat.

3. Kecepatan udara

Umumnya udara yang bergerak akan lebih banyak mengambil uap air dari permukaan bahan yang akan dikeringkan. Udara yang bergerak adalah udara yang mempunyai kecepatan gerak yang tinggi yang berguna untuk mengambil uap air dan menghilangkan uap air dari permukaan bahan yang dikeringkan.

4. Kelembaban udara

Semakin lembab udara di dalam ruang pengering dan sekitarnya, maka akan semakin lama proses pengeringan berlangsung kering, begitu juga sebaliknya. Karena udara kering dapat mengabsorpsi dan menahan uap air. Setiap bahan khususnya bahan pangan mempunyai keseimbangan kelembaban udara masing-masing, yaitu kelembaban pada suhu tertentu dimana bahan tidak akan kehilangan air (pindah) ke atmosfer atau tidak akan mengambil uap air dari atmosfer.

5. Tekanan atm dan vakum

Pada tekanan udara atmosfer 760 Hg (=1 atm), air akan mendidih pada suhu 100°C. Pada tekanan udara lebih rendah dari 1 atmosfer air akan mendidih pada suhu lebih rendah dari 100°C.

6. Waktu

Semakin lama waktu (batas tertentu) pengeringan, maka semakin cepat proses pengeringan selesai. Dalam pengeringan diterapkan konsep HTST (High Temperature Short Time), Short time dapat menekan biaya pengeringan. (Rohanah, 2006).