

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L*)

Tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas L*) diduga berasal dari benua Amerika, tetapi para ahli botani dan pertanian memperkirakan daerah asal tanaman ubi jalar adalah Selandia Baru, Polinesia dan Amerika bagian tengah. Ubi jalar mulai menyebar ke seluruh dunia, terutama ke negara-negara beriklim tropis pada abad ke-16. Orang-orang Spanyol menyebarkan ubi jalar ke kawasan Asia, terutama Filipina, Jepang dan Indonesia. Cina merupakan penghasil ubi jalar terbesar mencapai 90% (rata-rata 114,7 juta ton) dari yang dihasilkan dunia.



Sumber : anekakeripikmalang.com

Gambar 1. Ubi Jalar Ungu

Ayamurasaki dan Yamagawamurasaki adalah dua varietas ubi jalar berwarna ungu asal Jepang yang telah diusahakan secara komersial di beberapa daerah di Jawa Timur dengan potensi hasil 15-20 ton/ha. Beberapa varietas lokal juga memiliki daging umbi berwarna ungu, hanya intensitas keunguannya masih di bawah kedua varietas introduksi tersebut. Beberapa industri pewarna dan minuman berkarbonat menggunakan ubi jalar ungu sebagai bahan mentah penghasil anthosianin b.

Nilai gizi ubi jalar secara kualitatif selalu dipengaruhi oleh varitas, lokasi dan musim tanam. Pada musim kemarau dari varitas yang sama akan menghasilkan tepung yang relatif lebih tinggi daripada musim penghujan, demikian juga ubi jalar yang berdagang merah umumnya mempunyai kadar karoten yang lebih tinggi daripada yang berwarna putih.

Secara fisik, kulit ubi jalar lebih tipis dibandingkan kulit ubi kayu dan merupakan umbi dari bagian batang tanaman. Warna kulit ubi jalar bervariasi dan tidak selalu sama dengan warna umbi. Warna daging umbinya bermacam-macam, dapat berwarna putih, kuning, jingga kemerahan, atau keabuan. Demikian pula bentuk umbinya seringkali tidak seragam (Utomo, 1999).

Salah satu varietas unggul ubi jalar adalah varietas Sari. Tipe tanaman semi kompak. Produktivitas mencapai 30–35 t/ha. Bentuk umbi bulat telur membesar pada bagian ujung, tangkai umbi sangat pendek. Warna kulit umbi merah dan warna daging umbi kuning. Rasa enak, manis, kandungan bahan kering 28%, kandungan pati 32%, kandungan beta karoten 381 mg/100 g, agak tahan hama boleng, dan penyakit kudis. Varietas Sari ini beradaptasi luas dan berkembang di daerah sentra produksi ubi jalar di Malang dan Mojokerto serta di Karanganyar. Umbi dari varietas Sari cocok digunakan untuk campuran industri saus tomat. Umur panen 3,5–4,0 bulan.

Umbi tanaman ubi jalar terjadi karena adanya proses diferensiasi akar sebagai akibat terjadinya penimbunan asimilat dari daun yang membentuk umbi. Umbi tanaman ubi jalar memiliki ukuran, bentuk, warna kulit, dan warna daging bermacam-macam, tergantung pada varietasnya. Ukuran umbi tanaman ubi jalar bervariasi, ada yang besar dan ada pula yang kecil. Bentuk umbi tanaman ubi jalar ada yang bulat, bulat lonjong (oval), dan bulat panjang. Kulit umbi ada yang berwarna putih, kuning, ungu, jingga, dan merah. Demikian pula, daging umbi tanaman ubi jalar ada yang berwarna putih, kuning, jingga, dan ungu muda. Struktur kulit umbi tanaman ubi jalar juga bervariasi antara tipis sampai tebal dan bergetah. Bentuk dan ukuran umbi merupakan salah satu kriteria untuk menentukan harga jual di pasaran. Bentuk umbi yang rata (bulat dan bulat lonjong) dan tidak banyak lekukan termasuk umbi yang berkualitas baik (Samsyir, 2009).

Ubi jalar yang berwarna putih lebih diarahkan untuk pengembangan tepung dan pati karena umbi yang berwarna cerah cenderung lebih baik kadar patinya dan warna tepung lebih menyerupai terigu. Bentuk olahan ubi jalar yang cukup potensial dalam kegiatan agroindustri sebagai upaya peningkatan nilai tambah adalah tepung dan pati yang merupakan produk antara untuk industri pangan seperti roti, cake, biskuit dan mie terutama sebagai substitusi dalam penggunaan terigu. Sebagai

contoh, kue kering (cookies) dapat diolah dari 100% tepung ubi jalar, sedangkan cake dibuat dari campuran 25-50% tepung ubi jalar dengan 50-75% terigu. Selain itu penggunaan tepung ubi jalar pada pembuatan cake dan kue dapat menghemat penggunaan gula sebesar 20% dibandingkan dengan cake dan kue yang dibuat dari 100% terigu, karena kandungan gula pada ubi jalar yang cukup tinggi. Mie dapat dibuat dari campuran 20% tepung ubi jalar dan 80% terigu (Antarlina, 1999).

2.2 Kalium

Ada 6 unsur yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak. Diantaranya N, P, K, Ca, S, dan Mg. Keenam unsur tersebut lebih dikenal sebagai unsur hara makro. Bahkan N, P, K disebut sebagai unsur hara pokok, karena mutlak dibutuhkan tanaman untuk tumbuh. Pemupukan memang tidak selamanya memberikan jaminan kesuburan bagi tanaman. Peralpnya, pemupukan yang keliru justru membawa petaka bagi tanaman. Pemahaman tentang pupuk dan pemupukan sangat penting untuk diketahui baik itu jenis, dosis, aplikasi, hingga waktu pemupukan yang tepat agar dapat memberikan produktivitas dan pertumbuhan yang maksimal bagi tanaman. Jenis unsur hara Potassium (K) bermanfaat untuk membantu pembentukan protein, karbohidrat, dan gula. Membantu pengangkutan gula dari daun ke buah, memperkuat jaringan tanaman, serta meningkatkan daya tahan terhadap penyakit.

Bila tanaman kekurangan K, maka banyak proses yang tidak berjalan dengan baik, misalnya terjadinya kumulasi karbohidrat, menurunnya kadar pati, dan akumulasi senyawa nitrogen dalam tanaman. Apabila kegiatan enzim terhambat, maka akan terjadi penimbunan senyawa tertentu karena prosesnya menjadi terhenti.

pada garis besarnya, fungsi kalium di dalam tanaman antara lain: membentuk dan mengangkut karbohidrat, sebagai katalisator dalam pembentukan protein, mengatur kegiatan berbagai unsur mineral, memperkuat tegaknya batang sehingga tidak mudah roboh, meningkatkan kadar karbohidrat dan gula dalam buah, biji tanaman menjadi lebih berisi dan padat, kualitas buah karena bentuk, kadar, dan warna yang lebih baik (Syamsir, 2009).

Tanaman ubi jalar amat tanggap (respon) terhadap pemberian pupuk N (urea) dan K (KCl). Hasil penelitian Balittan Pangan Malang menunjukkan bahwa pemberian pupuk urea dan KCl masing-masing 100 kg/ha memberi hasil

31,26 ton ubi/ha peningkatan dosis urea dan KCl masing-masing menjadi 200 kg/ha dapat menaikkan hasil menjadi 33,83 ton/ha. Pemupukan bertujuan menggantikan unsur hara yang tersangkut saat panen, menambah kesuburan tanah, dan menyediakan unsur hara bagi tanaman. Dosis pupuk anjuran yang tepat bagi tanaman ubi jalar berdasarkan penelitian Balittan Pangan Malang adalah 100-200 kg urea + 100-200 kg KCl/ha (Primanti, 2006).

Fungsi utama unsur kalium dalam tanaman adalah mempertahankan turgor (tegangan) di dalam merman sel. Selain itu, unsur ini juga berperan penting dalam proses fotosintesis, produksi makanan di dalam tanaman, reaksi enzim, meningkatkan mekanisme ketahanan tanaman terhadap penyakit, dan menjaga agar tanaman tetap berdiri tegak. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa peranan utama unsur kalium sangat erat kaitannya dengan kualitas tanaman. Pemberian pupuk K pada tanaman ubi jalar dapat meningkatkan produksi secara nyata terutama pupuk K. Hal ini disebabkan unsur K sangat membantu pembentukan umbi. Pemupukan berkorelasi positif dengan umbi yang dihasilkan. Semakin banyak karbohidrat yang terbentuk akan meningkatkan pemupukan karbohidrat pada umbi dan akhirnya dapat semakin memperbesar umbi. Pada keadaan unsur K cukup tersedia maka ukuran bobot dan mutu umbi yang dihasilkan akan meningkat. Ubi jalar membutuhkan unsur kalium yang banyak untuk pertumbuhan umbinya (Muchtadi, 2010).

Kalium sangat penting untuk produksi dan translokasi karbohidrat serta protein. Unsur ini erat kaitannya dengan pembentukan gula, pati, selulosa, dan protein dalam tanaman, namun K tidak terdapat dalam bahan tersebut. Jumlah K yang diserap tanaman tergantung pada jenis dan besarnya produksi tanaman. Tanaman berumbi membutuhkan unsur K lebih banyak dibandingkan unsur lain. Serapan K yang tidak optimal akan menyebabkan proses metabolisme dalam tanaman tidak dapat berjalan optimal karena unsur K dalam tanaman diperlukan sebagai karier dalam proses transportasi unsur hara dari akar ke daun dan translokasi asimilat dari daun ke seluruh jaringan tanaman (Muchtadi, 2010).

Persediaan kalium di dalam tanah dapat berkurang, karena tiga hal yaitu pengambilan kalium oleh tanaman, pencucian kalium oleh air, dan erosi tanah. Biasanya tanaman menyerap kalium lebih banyak daripada unsur hara lain,

kecuali nitrogen. Kalium di dalam jaringan tanaman tetap berbentuk ion K^+ . Secara umum peran kalium berhubungan dengan proses metabolisme, seperti fotosintesis dan respirasi. Beberapa peran kalium yang perlu diketahui sebagai berikut: translokasi (pemindahan) gula pada pembentukan pati dan protein. Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Memperbaiki ukuran dan kualitas buah pada masa generatif. Menambah rasa manis pada buah (Muchtadi, 2010).

Penggunaan pupuk kalium (K) di Indonesia kurang mendapat perhatian bila dibandingkan dengan penggunaan pupuk Nitrogen (N) dan Fosfor (F). Hal ini tidak berarti bahwa pupuk K tidak digunakan bagi pertanian, mungkin pada pertanian rakyatlah yang kurang, sebab kurang adanya respons. Sedangkan pada perkebunan-perkebunan penggunaan pupuk K ternyata cukup banyak, dapat dikatakan bahwa perkebunan-perkebunan merupakan konsumen pupuk K yang terbanyak. Pupuk K sesungguhnya sangat baik atau sangat nyata bagi pertanian umbi-umbian (Muchtadi, 2010).

Untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman ubi jalar disamping membutuhkan unsur N dan P, unsur K sangat dibutuhkan untuk meningkatkan aktivitas kambium dalam akar umbi yang menyimpan pati di dalamnya dan juga untuk meningkatkan aktivitas sintetase pati dalam umbi. Menurut Khan (1991), bahwa kadar karbohidrat umbi dapat mencapai 80-90% dari bobot kering atau 18-35% dari bobot basah umbi. Khan (1991) menyatakan bahwa karbohidrat dan gula umbi dipengaruhi oleh faktor lingkungan, lingkungan yang dingin pada masa prapanen dapat meningkatkan kadar gula pada umbi. Kadar pati umbi tidak menunjukkan perbedaan di antara semua dosis K. Hal tersebut berbeda dengan hasil yang dilaporkan oleh Muchtadi, (1992), bahwa pemupukan NPK dengan dosis yang tinggi dapat meningkatkan kadar pati umbi (Ottaway, 1999).

Kalium berfungsi sebagai activator enzim dalam proses fotosintesis dan respirasi, translokasi karbohidrat, sintesis protein dan pati. Berperan dalam proses buka tutup stomata karena fungsinya dalam pengaturan potensi osmotiksel-sel. unsur hara kalium diambil tanaman dalam bentuk ion K^+ . Unsur K rata-rata menyusun 1,0% bagian tanaman. Unsur ini berperan berbeda disbanding N, S, dan P karena sedikit berfungsi sebagai penyusun komponen tanaman,

seperti protoplasma, lemak, dan selulosa, tetapi terutama berfungsi dalam pengaturan mekanisme (bersifat katalitik atau katalisator) seperti fotosintesis, translokasi karbohidrat, sintesis protein, dan lain-lain (Galyano, 2005).

2.3 Komposisi Kimia Ubi Jalar

Komposisi kimia yang berbeda dari beberapa varietas/klon ubi jalar akan menghasilkan mutu tepung yang bervariasi pula. Tingginya kadar abu pada bahan menunjukkan tingginya kandungan mineral namun dapat juga disebabkan oleh adanya reaksi enzimatik (*browning enzymatic*) yang menyebabkan turunnya derajat putih tepung. Menurut Honestin, (2007) bahwa kadar abu yang tinggi pada bahan tepung kurang disukai karena cenderung memberi warna gelap pada produknya. Semakin rendah kadar abu pada produk tepung akan semakin baik, karena kadar abu selain mempengaruhi warna akhir produk juga akan mempengaruhi tingkat kestabilan tepung akan semakin baik, karena kadar abu selain mempengaruhi warna akhir produk juga akan mempengaruhi tingkat kestabilan adonan.

Komposisi zat gizi dari varietas ubi jalar yang berbeda (putih, kuning dan ungu) hampir sama namun varietas ubi jalar ungu lebih kaya akan kandungan vitamin A yang mencapai 7.700 mg per 100 g. Jumlah ini ratusan kali lebih besar dari kandungan vitamin A bit dan 3 kali lipat lebih besar dari tomat. Setiap 100 g ubi jalar ungu mengandung energi 123 kkal, protein 1.8 g, lemak 0.7 g, karbohidrat 27.9 g, kalsium 30 mg, fosfor 49 mg, besi 0.7 mg, vitamin A 7.700 SI, vitamin C 22 mg dan vitamin B1 0.09 mg. Kandungan betakaroten, vitamin E dan vitamin C bermanfaat sebagai antioksidan pencegah kanker dan beragam penyakit kardiovaskuler. Ubi juga kaya akan karbohidrat dan energi yang mampu mengembalikan tenaga. Kandungan serat dan pektin di dalam ubi jalar sangat baik untuk mencegah gangguan pencernaan seperti wasir, sembelit hingga kanker kolon (Subagio, 2006). Komposisi kimia ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Ubi Jalar Dalam Bahan 100 gr Bahan Segar

Senyawa	Komposisi
Energi (kj/100gram)	71,1
Protein (%)	1,43
Lemak (%)	0,17
Pati (%)	22,4
Gula (%)	2,4
Serat Makanan (%)	1,6
Kalsium (mg/100gram)	29
Fosfor (mg/100gram)	51
Besi (mg/100gram)	0,49
Vitamin A (mg/100gram)	0,01
Vitamin B (mg/100gram)	0,09
Vitamin C (mg/100gram)	24
Air (gram)	83,3

Sumber : *Honestin, (2009)*

2.4 Pati

Pati secara alami terdapat di dalam senyawa-senyawa organik di alam yang tersebar luas seperti di dalam biji-bijian, akar, batang yang disimpan sebagai energi selama dormansi dan perkecambahannya. Ketika tanaman menghasilkan molekul-molekul pati, tanaman akan menyimpannya di dalam lapisan-lapisan di sekitar pusat hilum membentuk suatu granula yang kompak.

Pati merupakan polimer kondensasi dari suatu glukosa yang tersusun dari unit-unit anhidroglukosa. Unit-unit glukosa terikat satu dengan lainnya melalui C1 Oksigen yang dikenal sebagai ikatan glikosida (Subagio, 2006).

Pati merupakan campuran dari amilosa dan amilopektin yang tersusun di dalam granula pati. Amilosa merupakan polimer linier yang mengandung 500-2000 unit glukosa yang terikat oleh ikatan α -(1,4) sedangkan amilopektin selain mengandung ikatan α -(1,4) juga mengandung ikatan α -(1,6) sebagai titik percabangannya.

Pati memegang peranan penting dalam industri pengolahan pangan secara luas juga dipergunakan dalam industri seperti kertas, lem, tekstil, lumpur pemboran, permen, glukosa, dekstrosa, sirup fruktosa, dan lain-lain. Dalam perdagangan dikenal dua macam pati yaitu pati yang belum dimodifikasi dan pati yang telah dimodifikasi. Pati yang belum dimodifikasi atau pati biasa adalah semua jenis pati yang dihasilkan dari pabrik pengolahan dasar misalnya tepung tapioka (Honestin, 2009).

Kualitas pati dan tepung ubi jalar tidak terlepas dari bahan baku yang bermutu termasuk ukuran umbi. Untuk tujuan konsumsi langsung, ukuran umbi yang diperlukan mempunyai bobot 100-200 g per umbi (sedang sampai besar), sementara untuk tujuan industri diperlukan umbi berukuran di atas 200 g per umbi.

2.5 Pati Ubi Jalar

Ubi jalar (*Ipomea batatas L*) termasuk dalam famili *Cavulvuloceae*. Varietas ubi jalar sangat beragam. Dua kelompok ubi jalar yang umum dibudidayakan adalah jenis ubi jalar yang memiliki daging ubi keras (padat), kering dan berwarna putih; dan jenis ubi jalar dengan daging umbi lunak, kadar air tinggi dan warnanya kuning – *oranye*. Karbohidrat merupakan kandungan utama dari ubi jalar. Selain itu, ubi jalar juga mengandung vitamin, mineral, fitokimia (antioksidan) dan serat (pektin, selulosa, hemiselulosa). Kadar pati di dalam ubi jalar ubi jalar segar sekitar 20%. Pati ubi jalar berbentuk bulat sampai oval, dengan diameter 3 – 40 μm dengan kandungan amilosa sekitar 15 – 25%. Penelitian Syamsir (2009) menunjukkan bahwa tepung ubi jalar dari varietas sukuh yang dibuat dengan pengeringan sinar matahari memiliki suhu gelatinisasi yang tinggi (80.3°C), viskositas puncak tinggi (540 BU), dengan *breakdown* dan *set back* yang tinggi (berturut-turut 75 BU dan 165 BU). Pasta pati ubi jalar terbentuk pada kisaran suhu 66.0-84.6°C, dengan viskositas puncak sekitar 480 BU, volume pengembangan pati sekitar 20-27 ml/g dengan kelarutan 15- 35% (Syamsir, 2009).

Kandungan pati yang terdapat didalam pati ubi jalar berkisar antara 88.1 sampai 99.8% dan kandungan amilosa sekitar 8.5 sampai 37.4%. Ukuran kedalaman granula diantara 2.1 sampai 30.7 μm dan ukuran titik tengahnya dimulai dari 9.2 sampai 11.3 μm .

2.6 Tepung Telo Ungu

Dalam perkembangan industri pangan, ubi jalar banyak digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan saos ataupun sebagai bahan pokok tepung ubi jalar. Memperhatikan prospek dan aspek teknologi yang ada pada ubi jalar, apabila usaha diversifikasi pangan akan terus digalakkan, maka pengembangan ubi jalar dapat dimasukkan dalam prioritas utama. Tepung ubi jalar dibuat melalui tahap

pengepresan, pengeringan dan penggilingan. Sebagai larutan perendam dapat dipakai larutan Na-bisulfit 0,3%. Pemberdayaan tepung ubi jalar sebagai bahan substitusi terigu untuk bahan baku industri pangan olahan tentunya akan meningkatkan peran komoditas ubi jalar dalam sistem perekonomian nasional. Proses pembuatan tepung dapat dikatakan relatif sederhana, mudah dan murah. Proses ini dapat dilakukan oleh industri rumah tangga sampai ke industri besar. Peralatan utama yang diperlukan adalah alat pembuat sawut atau chip dan alat penepung, dapat dalam bentuk manual atau mekanis. Salah satu bentuk olahan ubi jalar yang cukup potensial dalam kegiatan industri adalah tepung ubi jalar. Pengolahan ubi jalar menjadi tepung dapat meningkatkan nilai tambah pendapatan dan menciptakan industri pedesaan. Tepung ubi jalar yang merupakan bahan baku industri setengah jadi, mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pada industri pangan yang fungsinya dapat mensubstitusi tepung terigu. Komposisi kimia tepung ubi jalar hasil penelitian Antarlina (1999) adalah sebagai berikut: kadar air 7%, protein 3%, lemak 0.54%, serat kasar 2%, abu 2% dan pati 60%. Kadar protein tepung ubi jalar ini dapat ditingkatkan dengan menambah tepung kacang-kacangan atau konsentrat proteinnya (kacang hijau, tunggak, gude, komak). Sedangkan sifat fisik dan kimia tepung ubi jalar berdasarkan PT Sorini corporation (1998) dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Sifat Fisik dan Kimia Tepung Ubi Jalar dari PT Sorini Corporation 1998

Analisa	Tepung ubi jalar
pH (30% solution)	6,5
Elec.conduct (S/cm)	3630
Kadar air (%)	5,499
Kadar abu (%)	1,982
Kadar serat (%)	2,483
Kadar pati (%)	77,629

Sumber : PT Sorini Corporation, 1998 dalam antarlina dan J.S. Utomo, 1999.

2.7 Kandungan Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu mengandung senyawa antisianin, yakni suatu pigmen yang memiliki manfaat sebagai antioksidan, antibakteri, dan hebatnya lagi senyawa ini berfungsi untuk mencegah penyakit kanker, jantung, dan stroke. Ubi jalar ungu dapat menjadi pencegah menjangkitnya penyakit kanker dalam tubuh seseorang

dikarenakan ada kandungan zat aktif berupa iodin dan selenium yang kapasitasnya mengungguli ubi lain kira-kira lebih banyak 20 kali. Sebagai antioksidan dan antibakteri, ubi jalar ungu bahkan mampu mengungguli sebanyak 2,5 hingga 3,2 kali *blueberry*.

Selain kandungan senyawa dan zat aktif, ubi ungu juga memiliki kandungan nutrisi lainnya yang tidak sedikit. Beberapa zat penting yang terkandung di dalam ubi ungu diantaranya adalah vitamin A, vitamin C, vitamin B1, Zat besi, Kalsium, Lemak, protein, Serat kasar, fosfor, dan riboflavin. Senyawa antosianin yang tinggi pada umbi ini memiliki tingkatan kestabilan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan umbi atau bahkan sumber makanan lain.

Ubi ungu diketahui memiliki kandungan betakaroten dalam jumlah yang cukup banyak. Yang mencengangkan dari ubi jalar ungu ini ialah, selama proses pengolahan dengan cara direbus hingga matang, kadar betakaroten yang rusak hanya sekitar 10% dari total keseluruhan. Apabila dimasak dengan cara digoreng atau memanggang, kadar betakaroten yang terkandung dalam ubi hanya rusak sekitar 20%. Kerusakan paling banyak, yakni dengan jumlah 50% didapatkan ketika dilakukan penjemuran hingga kering.

2.8 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. Panas ditransfer mengenai sediaan untuk mengeliminasi zat cair dimana zat cair diubah menjadi massa uap yang dibawa oleh udara keluar. Transfer massa dan panas merupakan suatu proses yang tak terpisahkan. 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 terkontrol dan sirkulasi udara yang terkontrol, tingkat pengeringan yang tinggi dapat dicapai.

2.8.1 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)

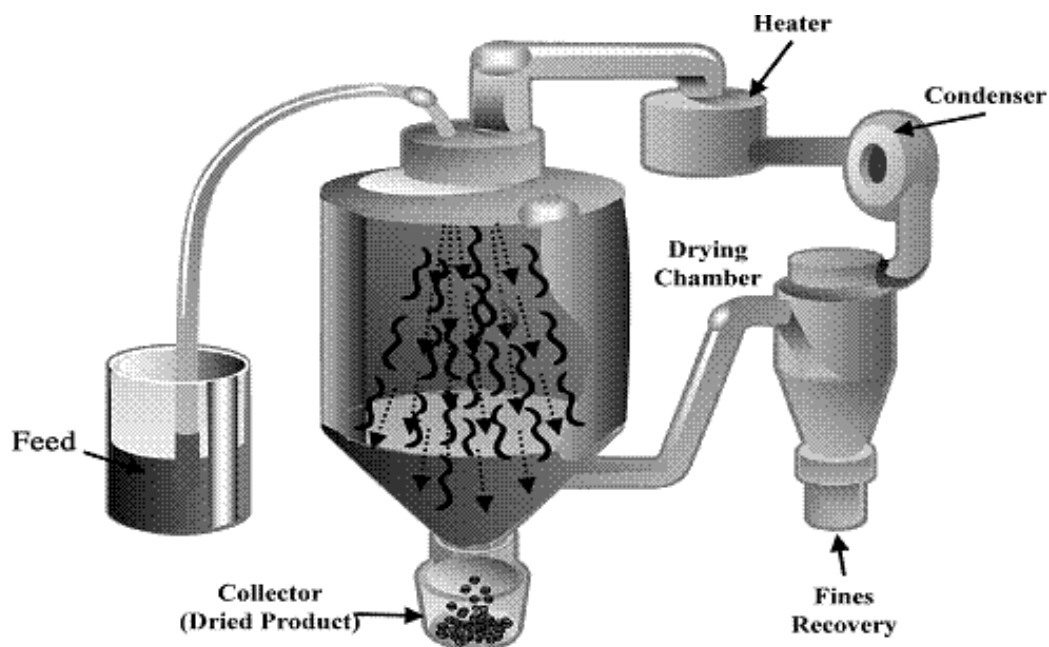
Untuk mengkarakterisasi zat berbentuk serbuk (daya mengalir, kemampuan aglomerasi, kemampuan bercampur) dan dalam seluruh fase pembuatan tablet dan tablet bersalut (granulasi, komprimasi, penyekimutan komprimat, kehancuran, kekerasan daya simpan) serta dalam banyak pembuatan obat lainnya, penentuan kelembaban 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.

2.8.2 Macam – Macam Alat Pengering

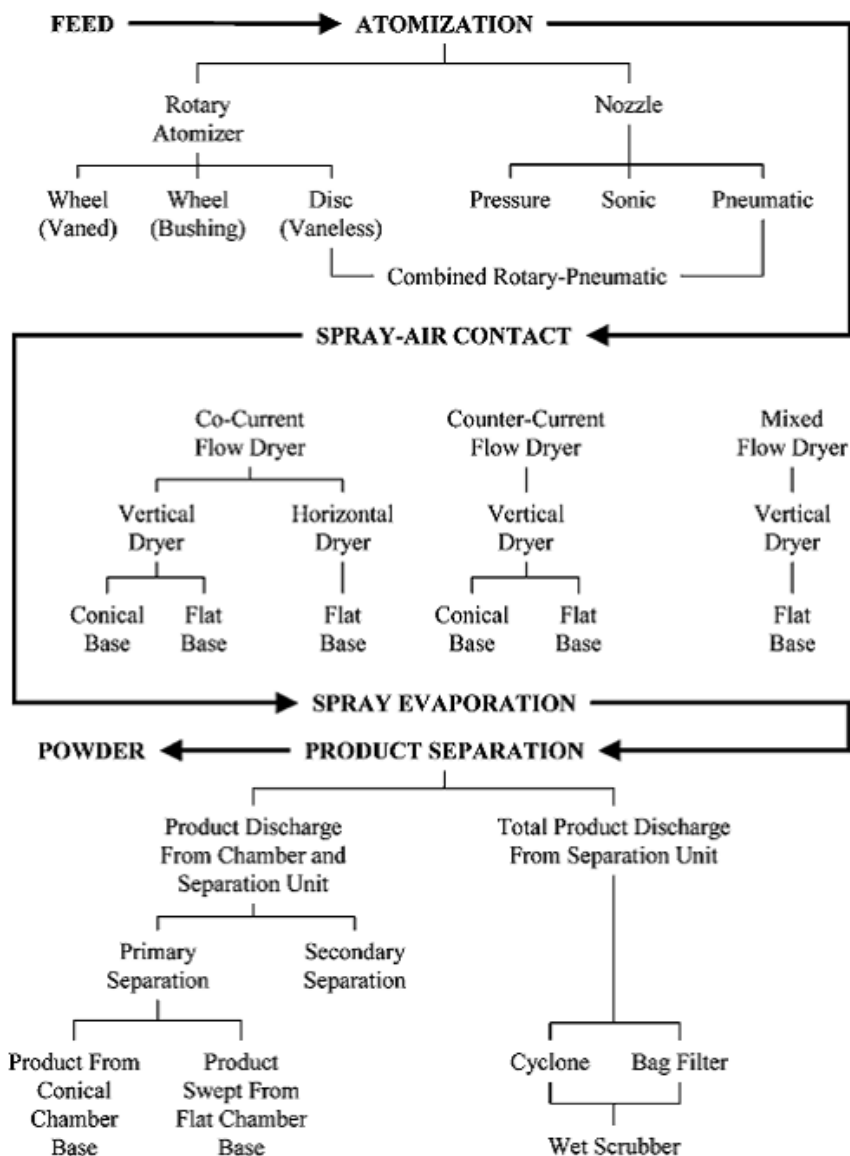
1. *Spray dryer*

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 Ilustrasi Proses Pengeringan Dengan Cara Pengeringan Semprot

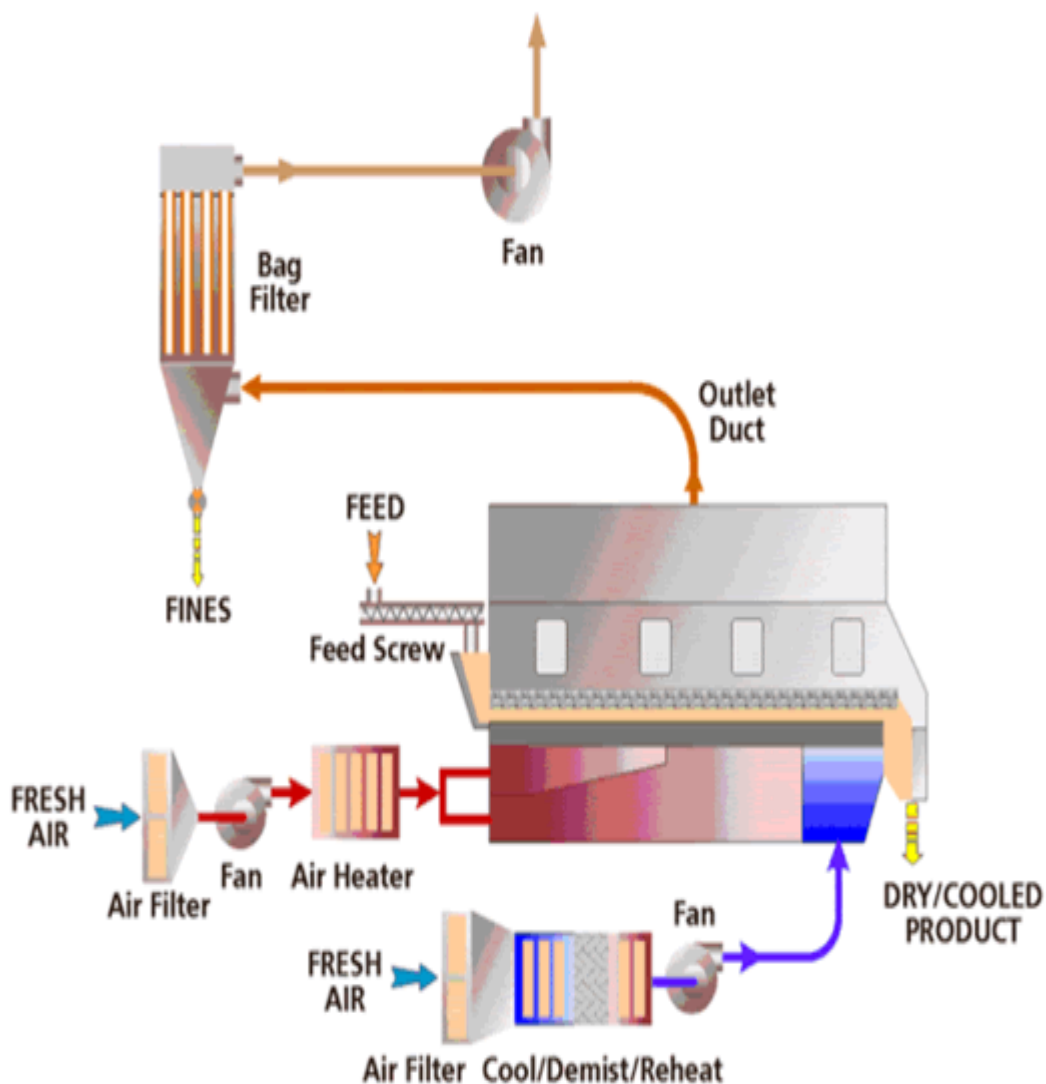


Gambar 3. Skema Proses Pengeringan Dengan Cara Pengeringan Semprot

2. *Fluidized Bed Dryer*

Fluidized Bed Dryer adalah sistem pengeringan yang diperuntukan 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.



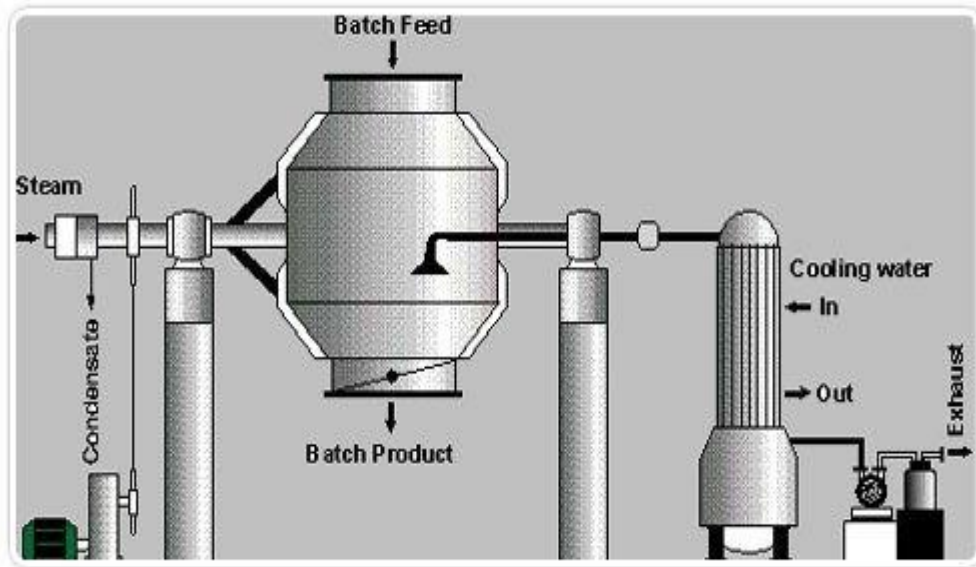
Gambar 4. Skema Kerja *Fluidized Bed Dryer*



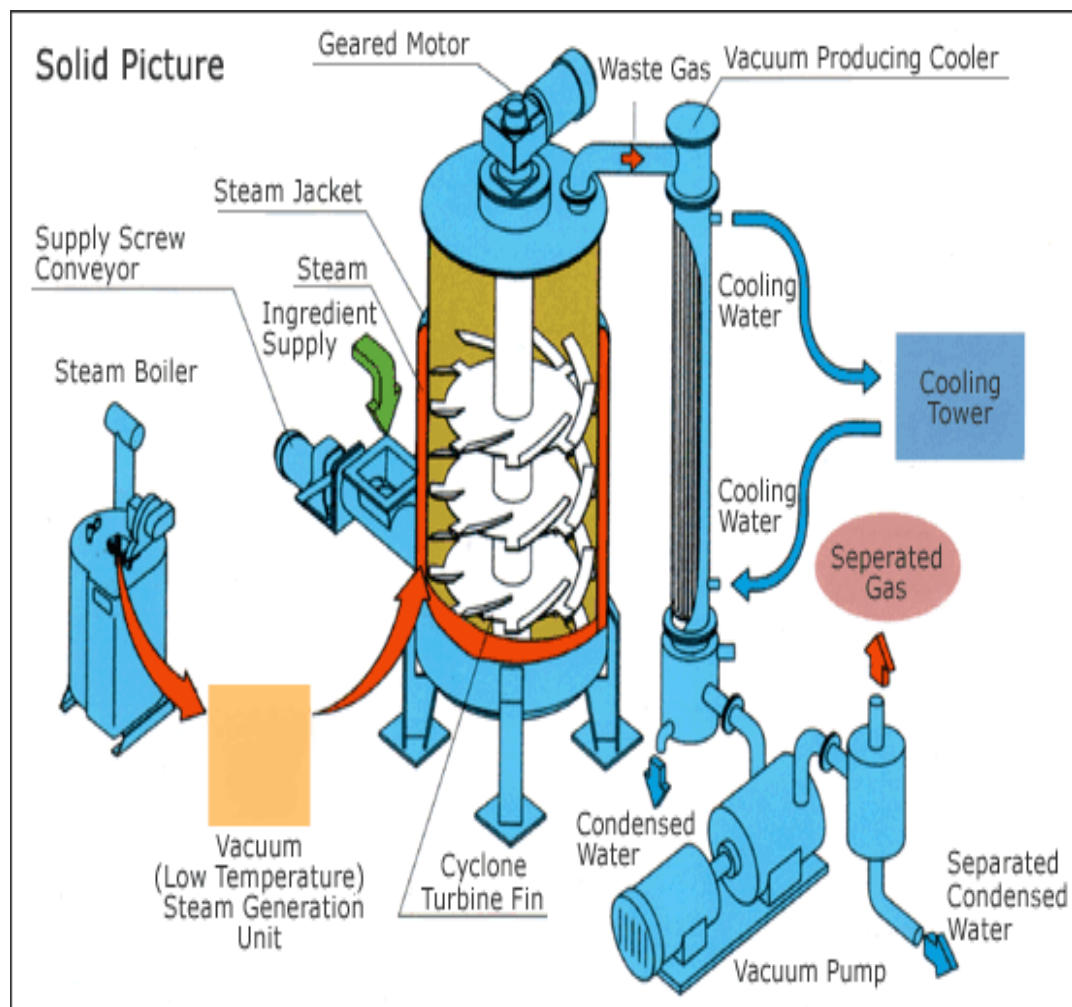
Gambar 5. Penampang *Fluidized Bed Dryer*

3. *Vacum 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 6. Penampang *Double Cone Rotary Vacuum Dryer*



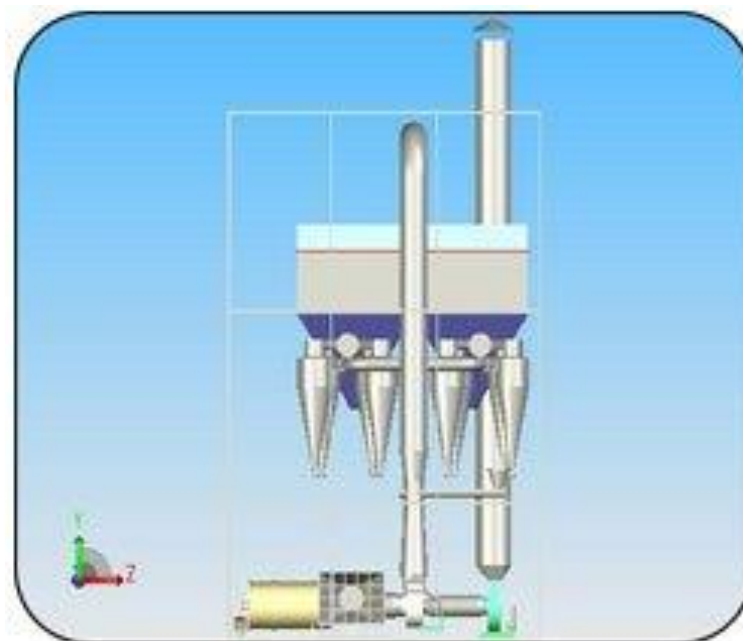
Gambar 7. Penampang *Cylindrical Shell Rotary Vacuum Dryer*

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 8. *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 9. *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 10. *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 mamungkinan 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 11. 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 12. Knalpot udara pada oven *Nabertherm*

2.8.3 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.

2.8.4 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

2.8.5 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 tersebut). 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.