

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Filtrasi**

##### **2.1.1 Pengertian Filtrasi**

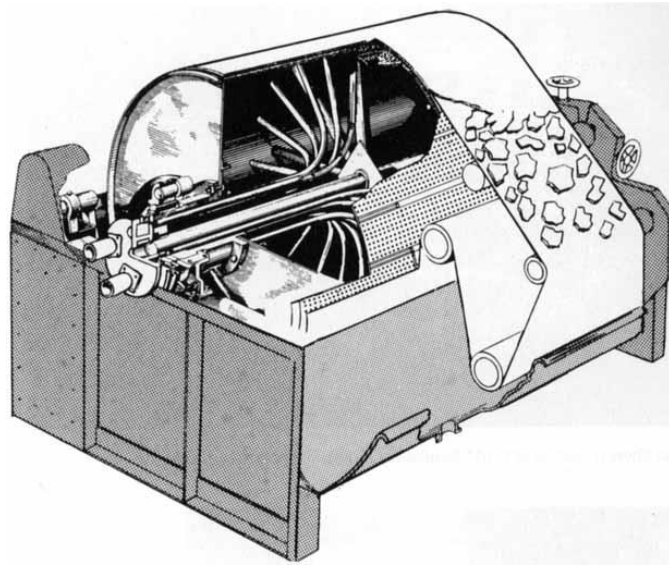
Filtrasi adalah proses penyaringan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari air melalui media berpori. Filtrasi dapat juga diartikan sebagai proses pemisahan liquid-liquid dengan cara melewatkan liquid melalui media berpori atau bahan-bahan berpori untuk menyisahkan atau menghilangkan sebanyak-banyaknya butiran-butiran halus zat padat tersuspensi dari liquid.

Filtrasi juga memiliki banyak tipe seperti Filter Gravitasi (Gravity Filter), Filter Plat dan Bingkai (Plate and Frame), Batch Leaf Filter, dan Filter Bertekanan (Filter Press). Namun, banyak industri yang lebih memilih untuk menggunakan sistem filter bertekanan (filter press) untuk proses penyaringan dan pemurnian bahan. Filter press tipe plate and frame menggunakan susunan plate pejal pada satu sisi dan plate berlubang pada sisi lainnya.

##### **2.1.2 Macam-macam Filtrasi**

###### **1. Rotary Vacuum Drum Filter**

Filter drum vakum putar terdiri dari drum kompartemen tertutup kain yang ditangguhkan pada poros aksial di atas bak umpan yang mengandung suspensi, dengan sekitar 50 hingga 80% dari area layar terbenam dalam suspensi. Drum biasanya dibagi menjadi tiga bagian yang dikenal sebagai pembuatan cake, zona penghapusan dan penyiraman cake. Dua zona pertama berada di bawah vakum, di mana air dalam material yang ditangani disedot melalui kain saringan, dan padatan partikel menumpuk seperti kue di atas kain. Di zona ketiga vakum dilepaskan dan jet udara terkompresi dapat digunakan untuk menghilangkan cake. Udara terkompresi juga bisa digunakan untuk membersihkan kain penyaring (Sutherland, 2008).



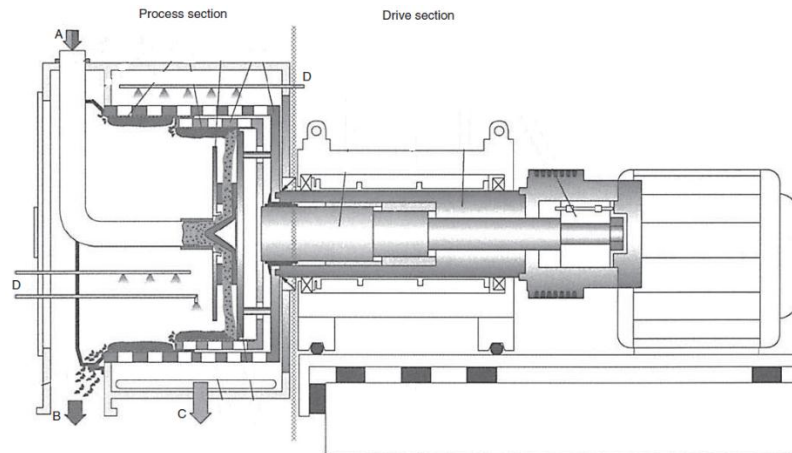
**Gambar 1. Rotary Vacuum Drum Filter**

## **2. Vacuum belt filters**

Filter sabuk vakum menggunakan sabuk filter horisontal yang terus bergerak sedang, umumnya dari anyaman kawat, bergerak di antara dua rol. Dalam arah maju, suspensi, konsentrasi padatan sedang hingga tinggi, diumpankan ke permukaan atas sabuk yang dekat dengan satu rol. Cake terbentuk dalam pakan Zona dilakukan melalui zona pengeringan, pencucian dan pengeringan, sebelum dibuang saat ikat pinggang memutar rol lainnya. Sabuk kembali ke roller pertama melalui perangkat pembersih dari beberapa jenis. Vakum diterapkan di bawah filter media untuk menyedot serat melalui kue dan media, serat meninggalkan serat melalui koneksi vakum, untuk ditangkap di penerima filtrate. Perbedaan utama di antara jenis-jenis filter sabuk vakum terletak pada cara di mana vakum itu diterapkan (Sutherland, 2008).

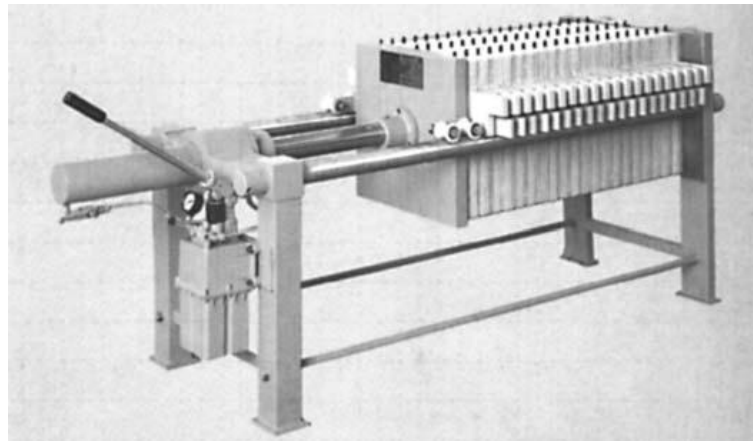
## **3. Centrifugal Filters**

Pemisahan sentrifugal terdiri dari dua jenis, yaitu menggunakan filtrasi dan pemisahan beroperasi dengan sedimentasi. Semua sentrifugal penyaring terdiri dari keranjang berputar, silinder atau kerucut dibentuk, dari ujung terbuka di mana padatan yang dipisahkan habis. Keranjang didukung di ujung lain pada poros drive, berasal dari variabel atau variabel motor kecepatan. Dinding keranjang terbuat dari media filter berpori, biasanya anyaman kawat, pelat berlubang atau layar kawat-baji yang dilas, dengan lintasan serat melalui keranjang dari dalam ke luar ke casing sekitarnya, meninggalkan padatan di belakang sebagai kue pada media filter (Sutherland, 2008).



**Gambar 2. Centrifugal Filters. A: Slurry, B: solids, C: filtrate, D: wash liquid**

## 2.2 Plate And Frame Filter Press



**Gambar 3. Plate and frame filter press**

Plate dan frame filter press terdiri dari plate dan frame yang tergabung menjadi satu dengan kain saring pada tiap sisi plate. Plate memiliki saluran sehingga filtrat jernih dapat melewati tiap plate. Slurry dipompa menuju plate dan frame dan mengalir melalui saluran pada frame sehingga slurry memenuhi frame. Filtrat mengalir melalui kain saring dan padatan menumpuk dalam bentuk cake pada kain. Filtrat mengalir antara kain saring dan plate melalui saluran keluar. Filtrasi terus dilakukan hingga frame dipenuhi padatan. Kebanyakan filter memiliki saluran pengeluaran yang terpisah untuk tiap frame sehingga dapat dilihat apakah filtrat jernih atau tidak. Bila filtrat tidak jernih, mungkin disebabkan kain saring rusak atau sebab lainnya. Ketika frame sudah benar-benar terpisah plate dan frame dipisahkan dan cake dihilangkan, lalu filter dipasang lagi dan digunakan.

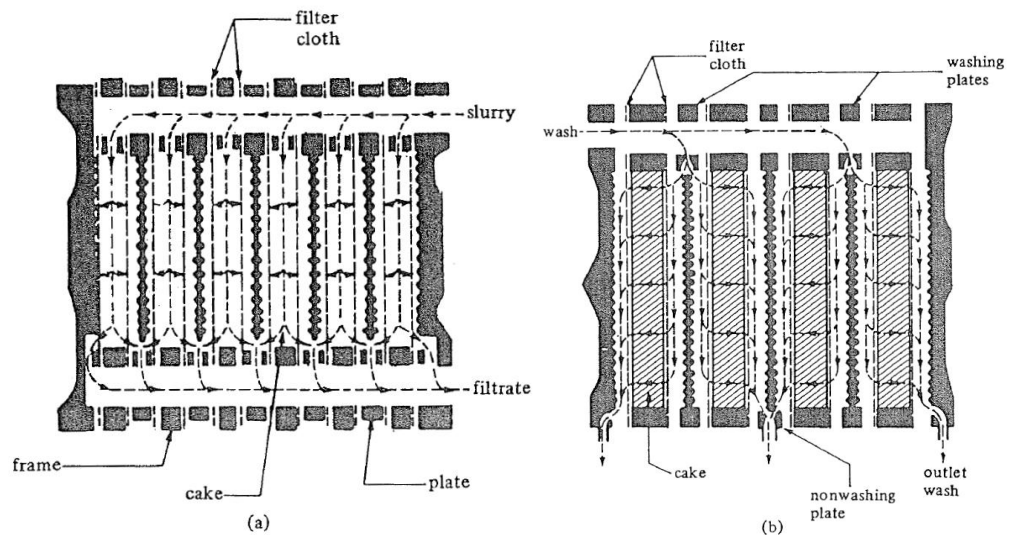
Plate and frame filter press banyak digunakan di industri makanan, misalnya industri minyak. Ada beberapa macam tipe filter press, seperti washing, non washing, open delivery, dan closed delivery. Pada filter ini, filter cloth menutupi tiap sisi dari tiap plate, kemudian

ditahan bersama-sama menjadi satu dengan tenaga mekanis dengan memakai suatu screw atau hidrolis. Cake kadang dicuci untuk membersihkannya dari solven dan impurities yang menempel pada cake. Sistem yang demikian disebut open-delivery. Plate memiliki saluran yang melewati filter cloth sehingga cairan filtrat yang bersih menuruni plate. Slurry dipompa masuk dan mengalir melalui saluran ke frame yang terbuka sehingga slurry mengisi frame. Filtrat akan melalui filter cloth dan padatan membentuk cake di sisi frame pada filter cloth. Filtrat mengalir di antara filter cloth dan permukaan plate ke arah saluran keluar. Proses filtrasi berlangsung sampai frame dipenuhi dengan padatan. Ketika frame sudah penuh dengan padatan, plate dan frame dipisahkan, dan cake dipindahkan. Kemudian filter dirangkai lagi dan proses dilakukan lagi. Apabila cake tidak dicuci, sistemnya dikenal sebagai closed-delivery.

Ada juga filter yang dilengkapi dengan plate pencuci, tujuannya untuk melakukan pencucian pada cake, sehingga bisa diperoleh kembali sisa filtrat yang berharga yang tertahan di dalam cake (seperti di pabrik minyak) atau bertujuan untuk memperoleh cake yang lebih bersih. Pada waktu pencucian, air cucian masuk dari plate pencuci, melalui kain saringan lalu melalui cake, terakhir melalui kain saringan lagi dan keluar melalui lubang yang ada di bawah plate. Pada hasil pencucian kadang-kadang terdapat sesuatu yang berharga dan ingin diambil, seperti pabrik minyak. Untuk kasus seperti ini, air cucian tersebut tidak dibuang tetapi dilakukan pengolahan lebih lanjut.

Keuntungan dari plate and frame filter press yaitu pekerjaannya mudah hanya memerlukan tenaga terlatih biasa karena cara operasi alatnya sederhana, dapat langsung melihat hasil penyaringan yaitu keruh atau jernih, dapat digunakan pada tekanan yang tinggi, penambahan kapasitas mudah cukup dengan menambah jumlah plate dan frame tanpa menambah unit filter press, dapat digunakan untuk penyaringan larutan yang mempunyai viskositas yang tinggi, dan dapat dipakai untuk penyaringan larutan yang mengandung kadar koloid (kotoran) relatif rendah.

Kerugian dari plate and frame filter press ini adalah kemungkinan bocor banyak dan operasinya tidak kontinyu. Kerugian lain dari plate and frame filter press adalah tenaga kerja yang dibutuhkan banyak karena dibutuhkan untuk membongkar dan memasang filter, selain itu membutuhkan waktu yang lama (Geankoplis, 1993).



**Gambar 4. Plate and frame filter press: (a) Close Delivery, (b) Open Delivery**

### 2.3 Pengoperasian Plate and Frame Filter Press

Pada filtrasi dengan pres filter horizontal, suspensi masuk pada bagian kepala melalui saluran yang terbentuk oleh lubang - lubang di bagian atas plat. Pada press filter bingkai, suspensi mengalir melalui bingkai - bingkai, sedangkan pada press filter kamar, suspensi mengalir di antara plat - plat yang masuk ke dalam ruang filtrasi yang sesungguhnya. Filtrat menerobos kedua sisi kain filter, kemudian mengalir ke belakang kain filter sepanjang alur - alur plat turun ke dalam saluran. Saluran ini terbentuk dari lubang - lubang pada plat. Pada sistem tertutup filtrat keluar di bagian kepala, sedangkan pada sistem terbuka filtrat mengalir dari masing - masing plat melalui sebuah kran atau selang ke dalam saluran terbuka yang terletak di luar alat pres.

Seringkali cara kerja sistem tertutup maupun sistem terbuka dapat diterapkan pada alat yang sama dengan memasang saluran pembuangan khusus dan kran bercabang tiga. Keuntungan filtrasi dengan saluran keluar yang terbuka adalah bila suatu kain filter mengalami kerusakan, maka gangguan ini segera dapat diatasi, sedangkan filtrasi dengan pembuangan tertutup sesuai untuk bahan - bahan yang mengandung racun dan berbau menyengat (Nicholas, P. Cheremisinoff, 1998).

## 2.4 Dasar Teori Proses Filtrasi Batch pada Tekanan Konstan

$$\frac{dt}{dV} = \frac{(\mu \alpha Cs)}{A^2 (-\Delta P)} V + \frac{(\mu R_m)}{A(-\Delta P)} = Kp + B \quad (\text{SI}) (2-1)$$

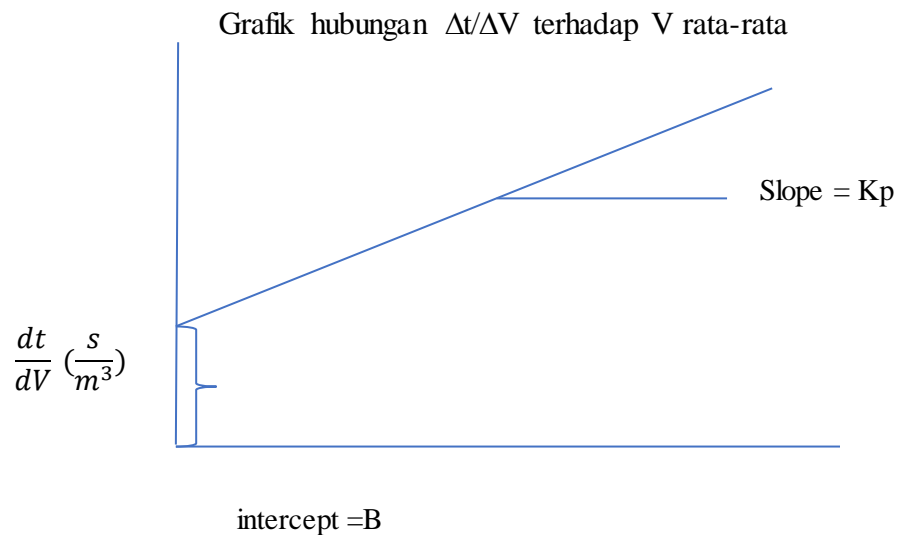
Dimana :  $Kp$  dalam  $(s/m^6)$  (SI) dan  $B$  dalam  $(s/m^3)$  (SI)

$$Kp = \frac{\mu \alpha Cs}{A^2 (-\Delta P)} \quad (\text{SI}) (2-2)$$

$$B = \frac{\mu R_m}{A (-\Delta P)} \quad (\text{SI}) (2-3)$$

Keterangan :

- $t$  = waktu filtrasi ( s )
- $V$  = volume filtrat yang dihasilkan saat  $t$  (  $m^3$  )
- $\alpha$  = koefisien tahanan *cake* (  $m/kg$  )
- $R_m$  = koefisien medium filter (  $m^{-1}$  )
- $\mu$  = viskositas filtrat (  $Pa \cdot s$  atau  $kg/m \cdot s$  )
- $A$  = luas total medium filter (  $m^2$  )
- $\Delta P$  = perbedaan tekanan (  $N/m^2$  atau  $kg/m \cdot s^2$  )
- $Cs$  = konsentrasi slurry (  $kg/m^3$  )



Volume filtrat rata-rata

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2}{2} \quad (m^3)$$

Untuk tekanan konstan,  $\alpha$  konstan dan cake yang tidak dapat dimampatkan (incompressible), maka variabelnya hanya  $V$  dan  $t$ , sehingga integrasi :

$$\int_0^t dt = \int_0^V (Kp.V + B)dV \quad (2-4)$$

$$t = \frac{Kp}{2} V^2 + B.V \quad (2-5)$$

$$\frac{t}{V} = \frac{Kp}{2} V + B \quad (2-6)$$

### Laju Filtrasi ( $\frac{dV}{dt}$ )

Variabel-variabel yang mempengaruhi laju filtrasi :

- ✓ Perbedaan Tekanan aliran umpan masuk dan tekanan filtrat keluar ( $-\Delta P$ )
- ✓ Viskositas cairan ( $\mu$ )
- ✓ Luas media filter / frame ( $A$ )
- ✓ Tahanan cake ( $R_c$ ) dan tahanan medium filter ( $R_m$ )

Laju Filtrasi :

$$\frac{dV}{dt} = \frac{A(-\Delta P)}{(R_c + R_m)\mu} \quad (2-7)$$

(Geankoplis, 1993)

## 2.5 Jahe

### 2.5.1 Pengertian Jahe

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan rempah-rempah atau tanaman obat dari tumbuhan rumpun berbatang semu yang kaya manfaat. Jahe termasuk dalam suku temu-temuan (*Zingiberaceae*), sefamili dengan temu-temuan lainnya seperti temu lawak (*Curcuma domestica*), kencur (*Kaempferia galanga*), lengkuas (*Languas galanga*) dan lain-lain (Maspariy, 2011).

Klasifikasi jahe adalah sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta

Sub-divisi : Angiospermae

Kelas : Monocotyledoneae

Ordo : Zingiberales

Famili : Zingiberaceae

Genus : Zingiber

Spesies : *Zingiber officinale*

Rimpang jahe mengandung minyak menguap (*volatile oil*), minyak tidak menguap (*non-volatile oil*), dan pati. Minyak menguap yang disebut juga minyak atsiri,

merupakan komponen pemberi aroma (bau) khas pada jahe. Minyak atsiri tersusun dari beberapa komponen yang meliputi kamfen, sineol, bornewol, geraniol, zingiberen, dan zingiberol (Prasetyo, 2012).

Minyak tidak menguap atau oleoresin, merupakan komponen pemberi rasa pedas dan pahit pada jahe. Oleoresin tersebut tersusun dari beberapa komponen yang meliputi gingeriol (senyawa turunan fenol), zingeron, shogaol, amilum, dan tannin (Prasetyo, 2012). Kandungan minyak di atas berbeda pada setiap varietas dan dipengaruhi juga oleh umur jahe. Semakin tua umur jahe, kandungan minyak dan rasa pedasnya akan semakin meningkat, dan akan mencapai optimal pada saat jahe berumur 12 bulan (Prasetyo, 2012).

Berdasarkan SNI 01-7087-2005, yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional (2005), terdapat persyaratan umum dan khusus dalam menentukan mutu jahe segar yang layak untuk diolah atau dikonsumsi. Persyaratan mutu jahe yang dibuat oleh CV. Intrafood telah didasari dengan Standar Nasional Indonesia, sehingga spesifikasinya hampir sama dengan persyaratan umum mutu jahe yang dikeluarkan SNI. CV. Intrafood tidak menguji langsung persyaratan, tetapi mengecek di laboratorium yang telah terakreditasi. Persyaratan khusus dalam menentukan mutu jahe dapat dilihat pada Tabel 4.1., sedangkan persyaratan umum dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1. Persyaratan Khusus Mutu Jahe (SNI 01-7087-2005)

No.	Jenis Uji		Persyaratan
1	Rimpang yang terkelupas kulitnya (R/jml R), maks.	%	5
2	Rimpang busuk (R/jml R)	%	0
3	Kadar abu, maks.	%	5
4	Kadar ekstrak yang larut dalam air, maks.	%	15,6
5	Kadar ekstrak yang larut dalam etanol, min.	%	4,3
6	Benda asing, maks.	%	2
7	Kadar minyak atsiri, min.	%	1,5
8	Kadar timbal maks.	mg/kg	1
9	Kadar arsen Kadar	mg/kg	negatif 30
10	tembaga	mg/kg	$1 \times 10^7$
11	Angka lempeng total	koloni/g	0
12	Telur nematode	butir/g	Maks $10^4$
13	Kapang dan khamir	koloni/g	

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2005)



Tabel 4.2. Persyaratan Umum Mutu Jahe (SNI 01-7087-2005)

No.	Jenis Uji	Persyaratan
1	Kesegaran jahe	Segar
2	Rimpang bertunas	Tidak ada
3	Kenampakan irisan melintang	Cerah
4	Bentuk rimpang	Utuh
5	Serangga hidup dan hama lain	Bebas

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2005)

Jahe dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan ukuran, bentuk, dan warna rimpangnya. Umumnya dikenal dua varietas jahe, yaitu jahe emprit, dan jahe merah.

a. Jahe emprit



**Gambar 5 Jahe Emprit**

Sumber: Cicetti (2013)

Jahe putih/kuning kecil atau disebut juga jahe sunti atau jahe emprit. Jahe emprit dapat dilihat pada Gambar 4.1. Rimpang jahe emprit lebih besar daripada jahe merah, akan tetapi lebih kecil daripada jahe putih besar. Bentuknya agak pipih, berwarna putih, seratnya lembut dan aromanya tidak tajam. Jahe ini mengandung minyak atsiri 1,5-3,3% dari berat keringnya. Jahe emprit selalu dipanen setelah berumur tua. Kandungan minyak atsirinya lebih besar daripada jahe gajah, sehingga rasanya lebih pedas, disamping seratnya tinggi. Jahe ini cocok untuk ramuan obat-obatan, atau untuk diekstrak oleoresin dan minyak atsirinya (Santoso, 2005).

Mutu jahe emprit segar dapat ditentukan dari kenampakan, bau, rasa, warna, tidak adanya cemaran benda asing ataupun kapang, serta kondisi penyimpanan jahe. Kenampakan jahe meliputi ruas jahe sedang, tidak banyak tanah yang menempel, rimpang utuh, tidak mengelupas atau lebam, dan warnanya coklat. Jahe harus berbau segar, tidak ada bau busuk, dan rasanya pedas.

Jahe harus disimpan dalam kondisi suhu kamar, terhindar dari cahaya matahari secara langsung, bersih, bebas dari hama dan serangga, dan karung jahe di atas palet (tidak menyentuh lantai). Batas masa waktu kadaluarsa jahe maksimal tujuh hari sejak disimpan.

b. Jahe merah



**Gambar 6. Jahe Merah**

Sumber: Bina Bahtera Mandiri (2006)

Jahe merah memiliki ciri rimpangnya berwarna merah sampai jingga muda, seratnya kasar, dan lebih kecil dari pada jahe emprit dan jahe gajah. Jahe merah dapat dilihat pada Gambar 4.2. Jahe merah memiliki aroma tajam dan rasanya sangat pedas. Sama seperti jahe emprit, jahe merah selalu dipanen setelah tua. Kandungan minyak atsirinya 2,58-2,72% dihitung atas dasar berat kering. Penggunaannya lebih banyak untuk industri obat-obatan (Santoso, 2005).

Kriteria jahe merah dapat ditentukan dari kenampakan, bau, rasa, warna, tidak adanya cemaran benda asing ataupun kapang, dan kondisi penyimpanan jahe. Kenampakan jahe meliputi ruas jahe sedang, tidak banyak tanah yang menempel, rimpang utuh, tidak mengelupas atau lebam, dan warnanya kemerahan. Jahe harus berbau segar, tidak ada bau busuk, dan rasanya pedas. Jahe harus disimpan dalam kondisi suhu kamar, terhindar dari cahaya matahari secara langsung, bersih, bebas dari hama dan serangga, dan karung jahe di atas palet (tidak menyentuh lantai). Batas masa waktu kadaluarsa jahe maksimal tujuh hari sejak disimpan.

Rimpang jahe dapat digunakan sebagai bumbu masak, pemberi aroma dan rasa pada makanan dan minuman. Jahe dapat digunakan pada industri obat, minyak wangi, industri jamu tradisional, diolah menjadi asinan jahe, dan sirup. Dalam perdagangan jahe dijual dalam bentuk segar, kering, jahe bubuk dan awetan jahe. Adapun manfaat secara farmologi antara lain adalah sebagai anti muntah, pereda kejang, anti pengerasan pembuluh darah, anti inflamasi, anti mikroba dan parasit, anti rematik, serta merangsang pengeluaran getah lambung dan getah empedu (Maspariy, 2011).

### 2.5.2 Kandungan Senyawa Kimia Jahe

Senyawa kimia rimpang jahe menentukan aroma dan tingkat kepedasan jahe. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi komposisi kimia rimpang jahe adalah antara lain: jenis jahe, tanah sewaktu jahe ditanam, umur rimpang saat dipanen, pengolahan rimpang jahe (dijadikan bubuk, manisan, atau kristal jahe), dan ekosistem tempat jahe berada (Rismunandar, 1988).

Tabel 3. Komponen zat gizi jahe (*Zingiber officinale*) per 100 gram

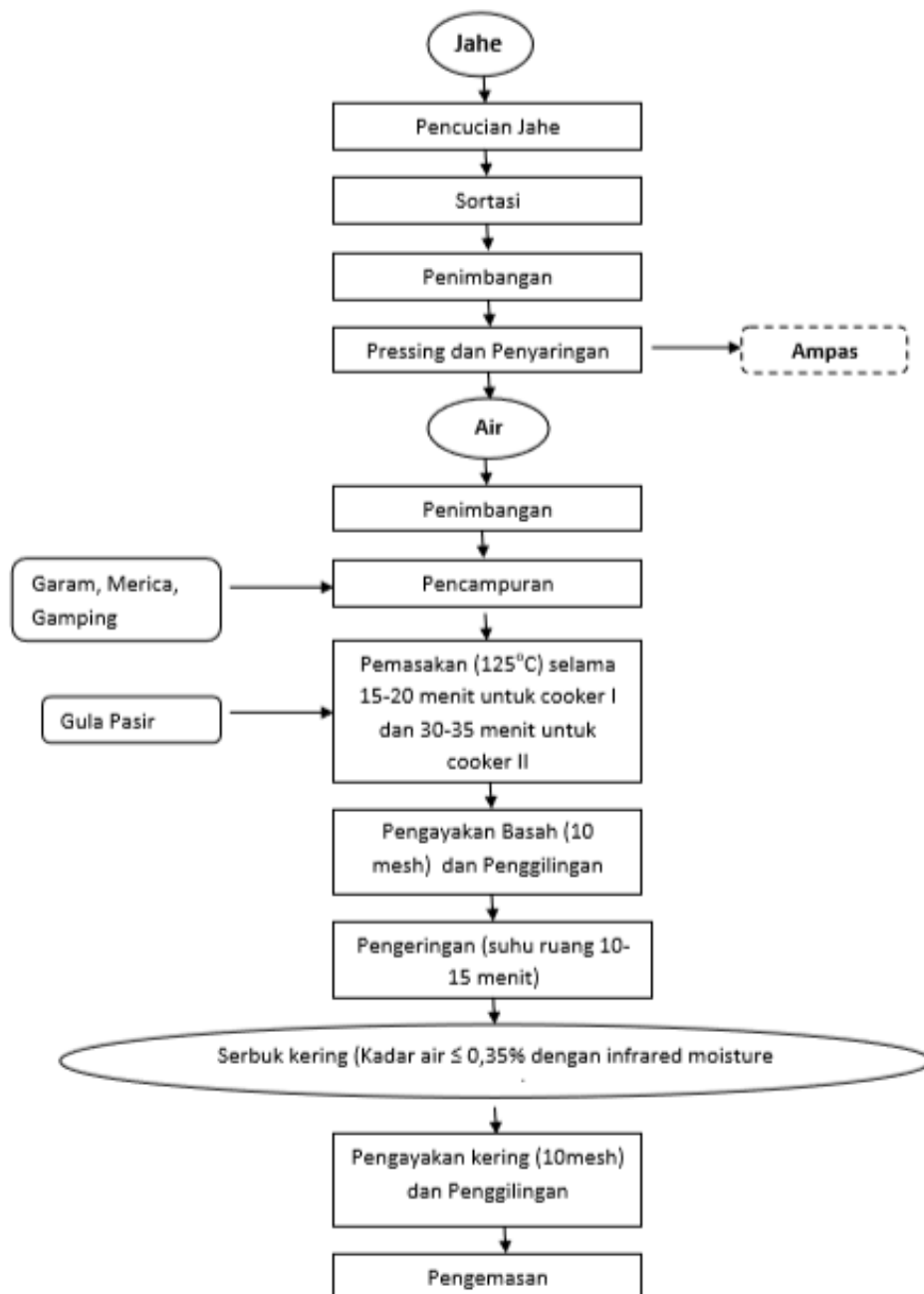
Komponen	Jumlah	
	Jahe segar (bb)	Jahe kering (bk)
Energi (KJ)	184,0	1424,0
Protein (g)	1,5	9,1
Lemak (g)	1,0	6,0
Karbohidrat (g)	10,1	70,8
Kalsium (mg)	21	116
Phospat (mg)	39	148
Besi (mg)	4,3	12
Vitamin A (SI)	30	147
Thiamin (mg)	0,02	-
Niasin (mg)	0,8	5
Vitamin C (mg)	4	-
Serat kasar (g)	7,53	5,9
Total abu (g)	3,70	4,8
Magnesium (mg)	-	184
Natrium (mg)	6,0	32
Kalium (mg)	57,0	1342
Seng (mg)	-	5

Sumber: Koswara (1995)

Kandungan senyawa kimia jahe yang dilaporkan oleh Natarajam *et al.* (1972), yaitu 1-2.7% minyak esensial, 3.9-9.3% ekstrak aseton, 4.8-9.8% serat kasar, 40.4-59% pati. Menurut Nybe *et al.* (2007), komponen-komponen ini berbeda pada tiap jahe tergantung dari kesegaran jahe (jahe segar atau jahe kering) dan juga usia jahe ketika dipanen. Jahe yang berumur 5-7 bulan mengandung sedikit serat dan komponen *pungent* pada jahe tidak tajam, sementara pada usia 9 bulan, komponen volatil dan *pungent* jahe mencapai maksimum begitu juga dengan kandungan serat jahe yang semakin bertambah seiring dengan bertambahnya usia jahe.

### 2.5.3 Pengolahan Serbuk Jahe

Proses produksi minuman serbuk jahe yaitu produk Jahe Wangi terdiri dari beberapa tahap, yaitu pengepresan jahe, penimbangan dan pencampuran, pemasakan, pengayakan basah, pengeringan, pengayakan kering, dan pengemasan. Proses pengepresan jahe berguna untuk mendapatkan air perasan jahe selanjutnya dilakukan proses mixing untuk mencampur bahan-bahan lain. Proses evaporasi dilakukan untuk mengubah air perasan jahe dan bahan-bahan lain menjadi bentuk serbuk basah yang kemudian akan diayak basah dan dikeringkan untuk mendapatkan serbuk kering dan pengemasan untuk mendapatkan produk minuman serbuk yang diinginkan (Eunike dkk, 2105) . Gambar 7. menunjukkan urutan proses pengolahan jahe wangi.



**Gambar 7. Proses Pengolahan Jahe Wangi**

#### 2.5.4 Ampas Jahe

Ampas jahe merupakan limbah industri jamu maupun minuman kesehatan ataupun jahe instan. Industri- industri tersebut kebanyakan merupakan industri kecil atau menengah, sehingga kapasitas produksinya kecil. Mengingat tingginya potensi ekonomi minyak jahe, maka Indonesia harus berusaha untuk masuk ke dalam pasar minyak jahe dunia. Saat ini penyulingan minyak jahe yang ada di Indonesia menggunakan bahan baku jahe segar maupun jahe kering. Namun, dibalik itu semua, masih ada permasalahan yang belum sepenuhnya teratasi. Selama ini ampas jahe hanya dibuang atau digunakan sebagai pupuk. Ampas jahe yang dibuang langsung ini lah yang menyebabkan lingkungan sekitar industri tercemar.

Tujuan utama pengolahan limbah ialah untuk mengurai kandungan bahan pencemar di dalam limbah terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme yang terdapat di alam. Berdasarkan cara pengolahannya maka sistem pengolahan limbah dibagi menjadi pengolahan limbah secara fisika, kimia dan biologi. (Yulastuti,2017)

Filtrasi menggunakan filter press plate and frame merupakan salah satu jenis pengolahan limbah secara fisika dan merupakan sistem pengolahan limbah yang merupakan suatu proses pemisahan zat padat dari fluida yang membawanya menggunakan medium berpori. Tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel yang tersuspensi dan koloidal dengan cara menyaringnya dengan media filter. (Said, 2005).