

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Filtrasi

2.1.1 Pengertian Filtrasi

Filtrasi adalah salah satu aplikasi paling umum dari aliran cairan yang biasa digunakan di industri, filtrasi dilakukan di laboratorium kimia dengan menggunakan pemisahan padatan dari fluida. Pemisahan dilakukan dengan menggunakan cairan melalui membran berpori, partikel padat tertangkap didalam pori-pori membran sehingga terbentuk lapisan pada permukaan membran, Cairan yang bisa berupa gas atau liquid.

Filtrasi di industri berbeda dengan filtrasi di laboratorium. sebagian besar peralatan di industri dapat mengurangi hambatan aliran dengan membuat area penyaringan sebesar mungkin tanpa meningkatkan seluruh ukuran peralatan filter. Pilihan peralatan filter sangat tergantung pada ekonomi, tetapi keuntungan ekonomi akan bervariasi tergantung pada yang berikut:

1. Viskositas cairan, densitas, dan reaktivitas kimia
2. Ukuran partikel padat, kecenderungan flokulasi bentuk, dan deformabilitas
3. Konsentrasi Slurry
4. Jumlah material yang akan digunakan
5. Nilai absolut dan relatif produk cair dan padat
6. Kelengkapan pemisahan yang diperlukan
7. Biaya relatif tenaga kerja, modal, dan listrik

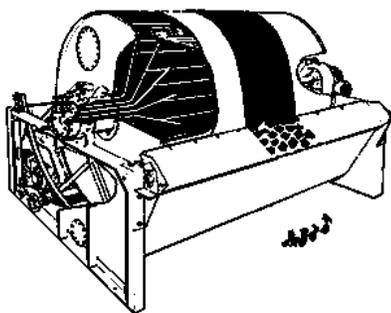
(Foust.As, 1981)

2.1.2 Macam-macam Filtrasi

1. Rotary Vacuum Drum Filter

Rotary Drum Vacuum Filter merupakan filter yang sering digunakan untuk mempercepat penyaringan atau untuk mengumpulkan partikel. Rotary Drum Vacuum Filter Terdiri dari padatan yang terstruktur dan keras yang tidak dapat di kompres. Pada alat ini terdapat kain saring yang berfungsi untuk menyaring partikel padat yang sangat halus dari slurry.pada Filter ini terdiri dari drum kompartemen tertutup kain yang ditangguhkanpada 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, dimana 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.

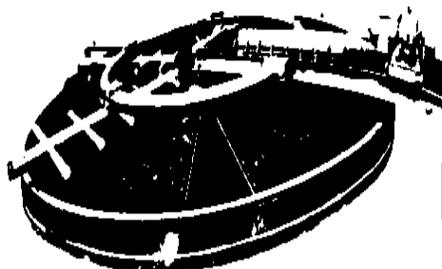


Gambar 1. Rotary Drum Vacuum Filter

2. Horizontal Rotary Vacuum Filter

Horizontal Rotary Vacuum Filter digunakan untuk menyaring padatan kristal yang cepat kering, pada permukaan Horizontal Rotary Vacuum Filter berfungsi untuk mencegah benda padat agar tidak jatuh. Filter ini berbentuk horizontal melingkar yang berputar disekitar sumbu tengah dan terdiri dari sejumlah segmen berbentuk potongan yang berlubang dengan atasan logam berlubang, masing-masing bagian ditutupi dengan media yang sesuai dan terhubung pada mekanisme katup pusat. Setiap segmen akan menerima slurry kemudian disemprotkan dengan cairan, cake dikeringkan dengan cara menarik udara kemudian cake diambil dari permukaan.

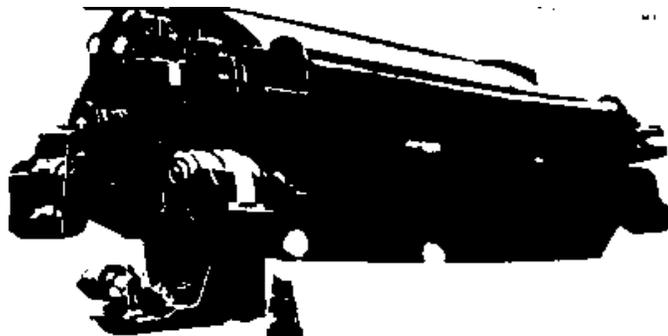
Filter ini memberikan laju filtrasi yang sangat tinggi, Horizontal Rotary Vacuum Filter Merupakan media penyaring berupa daun berbentuk baji yang ditutup dengan media filter, pada filter ini daun berputar dalam bidang vertikal disekitar sumbu horizontal. Bahan yang akan disaring akan mengisi bak filter sampai penuh, saat daun berputar dalam bidang vertikal maka cake akan terkumpul pada bagian permukaan.



Gambar 2. Horizontal Rotary Vacuum Filter

3. Continous Vacum Filter

Filter ini merupakan Filter berkelanjutan yang mana slurry diumpankan secara kontinyu yaitu cake dan filtrat diproduksi terus menerus.

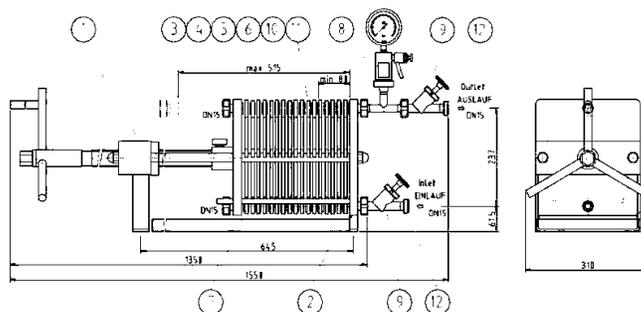


Gambar 3. Continous Vacum Filter

(Foust.As, 1981)

4. 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.



Gambar 4. Plate and Frame Filter Press

- **Keuntungan Filtrasi Plate and Frame Filter Press**

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 Filtrasi Plate and Frame Filter Press**

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, 1983)

2.2 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).

2.3 Dasar Teori Proses Filtrasi Batch pada Tekanan Konstan

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

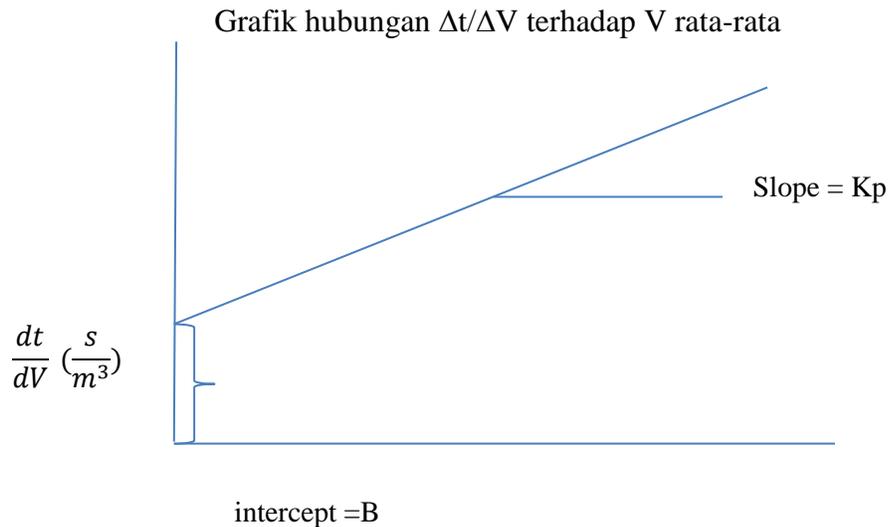
Dimana : Kp dalam (s/m^6) (SI) dan B dalam (s/m^3) (SI)

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

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

Keterangan :

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



Volume filtrat rata-rata

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

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

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

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

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

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

Variabel-variabel yang mempengaruhi laju filtrasi :

- ✓ Perbedaan Tekanan aliran umpan masuk dan tekanan filtrat keluar ($-\Delta P$)
- ✓ Viskositas cairan (μ)
- ✓ 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)

2.4 Viskositas

Perhitungan kekentalan dari setiap sampel dihitung dengan menggunakan alat viskosimeter oswald berdasarkan persamaan poisseulle, dengan membandingkan waktu alir cairan sampel dan cairan pembanding (air) menggunakan alat yang sama. Cairan sampel dimasukkan ke dalam viskosimeter Ostwald, kemudian ditarik dengan bola hisap sampai batas atas, lalu dihitung waktu alirnya saat mencapai batas bawah.

$$\mu_x: \mu_0 \cdot \frac{t_x \times \rho_x}{t_0 \times \rho_0}$$

Keterangan :

- μ_x : viskositas sampel (Cp)
- μ_0 : viskositas air (Cp)
- t_x : waktu sampel (s)
- t_0 : waktu air (s)
- ρ_x : densitas sampel (g/ml)
- ρ_0 : densitas air (g/ml)

(Delvina, 2016)

2.5 Industri Tahu

2.5.1 Pengertian Kedelai

Kedelai (*Glycine max* L. Mer) merupakan salah satu komoditi pangan dari famili leguminoseae yang dibutuhkan dalam pelengkap gizi makanan. Kedelai memiliki kandungan gizi tinggi yang berperan untuk membentuk sel-sel tubuh dan menjaga kondisi sel-sel tersebut. Kedelai mengandung protein 75-80% dan lemak mencapai 16-20 serta beberapa asam-asam kasein. Klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta

Classis : Dicotyledoneae

Ordo : Rosales

Familia : Papilionaceae

Genus : *Glycine*

Species : *Glycine max* (L.) Merrill

(Suhardi, 2002)

2.5.2 Pengertian Tahu

Tahu adalah makanan padat yang dicetak dari sari kedelai dengan proses pengendapan protein pada titik isoelektriknya, tanpa atau dengan penambahan zat lain yang diizinkan. Pembuatan tahu pada prinsipnya dibuat dengan mengekstrak protein, kemudian mengumpulkannya, sehingga terbentuk padatan protein.

Tahu memiliki daya simpan yang singkat dan cepat menjadi busuk. Tahu memerlukan perendaman, sehingga mudah terkontaminasi oleh air perendaman dan udara. Keadaan ini menjadikan tahu menjadi asam dan busuk. Dengan demikian, masalah sanitasi air menjadi masalah besar dalam menentukan mutu tahu. Oleh karenanya, tahu harus dijual segera dan harus habis terjual semuanya. Tahu yang tidak terjual merupakan masalah tersendiri dan perlu dipecahkan agar tidak basi. Tahu yang baik memiliki kualitas sensoris dan mikrobiologis sesuai standar mutu yang telah ditetapkan. Syarat mutu tahu menurut SNI 01-3142-1998 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Tahu Menurut SNI 01-3142-1998

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan:		
	Bau		Normal
	Rasa		Normal
	Warna		Putih normal atau kuning normal
	Penampakan		Normal tidak berlendir, tidak berjamur
	Abu	% (b/b)	Maksimal 1,0
	Protein	% (b/b)	Minimal 9,0
	Lemak	% (b/b)	Minimal 0,5
	Serat Kasar	% (b/b)	Maksimal 0,1
2.	Cemaran Logam:		
	Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 2,0
	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 30,0
	Seng (Zn)	mg/kg	Maksimal 40,0
	Timah (Sn)	mg/kg	Maksimal 40,0 atau 250,0 (dalam kaleng)
	Raksa (Hg)	mg/kg	Maksimal 0,03
	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maksimal 1,0
3.	Cemaran Mikroorganisme:		
	E-coli	APM1 /g/25g	Maksimal 10 Negatif
	Salmonella		

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (1998)

2.5.3 Kandungan Senyawa Kimia Tahu

Tahu sebagai produk olahan dari kedelai mempunyai kandungan gizi yang cukup tinggi terutama protein. Dengan demikian selain tempe, tahu dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein terutama protein nabati. Sebagai hasil olahan kacang kedelai, tahu merupakan makanan andalan untuk perbaikan gizi karena tahu mempunyai mutu protein nabati terbaik karena mempunyai komposisi asam amino paling lengkap dan diyakini memiliki daya cerna yang tinggi.. Pada tahu terdapat berbagai macam kandungan gizi, seperti protein, lemak, karbohidrat, kalori dan mineral, fosfor, vitamin B-kompleks seperti thiamin, riboflavin, vitamin E.

Tabel 2. Komponen zat gizi tahu

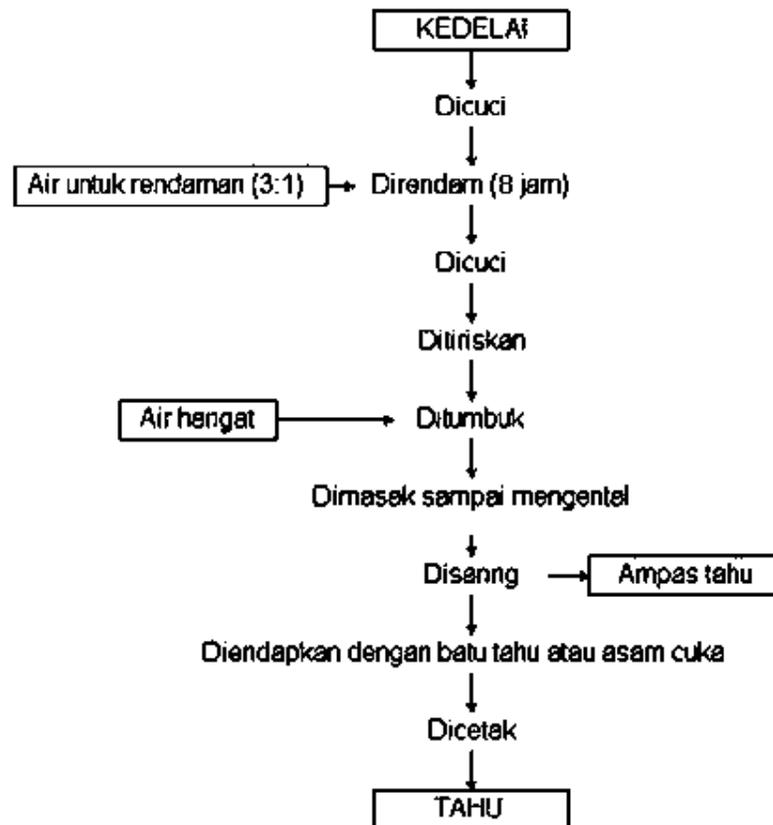
No.	Komposisi	Jumlah
1	Protein	5-15%
2	Lemak	4-8%
3	Air	70-90%
4	Karbohidrat	2-5%
5	Asam Amino	85-98%

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (1998)

Tahu dapat menurunkan kolesterol, tahu juga terbukti dapat mencegah kanker payudara. Mereka yang mengonsumsi tahu 25 persen lebih banyak mengalami peningkatan pembentukan estrogen dibanding yang tidak. Tekanan darah mereka juga lebih rendah ketimbang kelompok yang tidak mengonsumsi tahu. Rahasia khasiat tahu ternyata ada pada kandungan isoflavon yang mengandung hormon estrogen. Selain mencegah kanker payudara, isoflavon juga memperlambat proses penuaan pada perempuan. Isoflavon bukan hanya terkandung dalam tahu melainkan juga pada semua makanan berbahan dasar kedelai seperti tempe, susu kedelai, kecap, dan sejenisnya.

2.5.4 Proses Pengolahan Tahu

Pembuatan tahu membutuhkan teknologi yang sederhana, yaitu hanya membutuhkan peralatan rumah tangga seperti alat-alat untuk perendaman, panci perebus. Selain itu, membutuhkan alat khusus seperti, kain penyaring yang besar, mesin penggiling, bak atau box untuk menampung bubur tahu yang telah direbus, juga pemberat. Untuk menjaga kualitas tahu maka penggunaan air yang bersih merupakan persyaratan, karena air yang tidak bersih akan menurunkan mutu tahu. Air ini digunakan saat pencucian, perendaman kedelai, dan tahu yang sudah siap. Di samping itu, kebersihan diri, alat dan lingkungan kerja harus mendapat perhatian. Pengelolaan yang baik dari faktor-faktor di atas penting mengingat sumber kontaminan berasal manusia, benda, tanah atau debu, udara, makanan, air, dan binatang peliharaan. Proses pembuatan tahu diawali dengan pemilihan mutu kedelai yaitu dengan cara memilih yang berbiji besar, kemudian dicuci dengan air bersih lalu direndam dalam air yang banyak selama enam jam. Proses selanjutnya dilakukan pencucian, pengupasan, penghancuran, sampai menjadi bubur kedelai yang baik. Berikutnya pemberian zat pengental, pemadatan, dan pemotongan.



Gambar 5. Proses Pengolahan Tahu

2.5.5 Ampas Tahu

Ampas tahu merupakan limbah dalam bentuk padatan dari bubur kedelai yang diperas dan tidak berguna lagi dalam pembuatan tahu dan cukup potensial dipakai sebagai bahan makanan karena ampas tahu masih mengandung gizi yang baik. Penggunaan ampas tahu masih sangat terbatas bahkan sering sekali menjadi limbah yang tidak termanfaatkan sama sekali (Winarno, 2003). Dalam proses pembuatan tahu akan diperoleh hasil lain, yakni ampas tahu (limbah padat) dan sari tahu (limbah cair). Bahan dasar pembuatan tahu adalah dengan menggunakan kedelai, kedelai tersebut digiling menggunakan alat penggiling dan dicampurkan dengan air panas. Penggilingan dengan air panas akan menghasilkan bubur kedelai, kemudian bubur kedelai tersebut dipanaskan hingga muncul gelembung-gelembung kecil lalu diangkat dan

biarkan agak dingin setelah itu bubur kedelai tersebut disaring sehingga diperoleh sari kedelai dan ampas kedelai atau lebih dikenal dengan sebutan Ampas Tahu.

Ampas tahu sebagai bahan sisa dari ekstraksi kedelai nilai gizinya relatif tinggi. Penggunaan ampas tahu masih sangat terbatas, hal ini mungkin disebabkan rasanya yang kurang enak yaitu pahit dan getir serta tidak terjamin kebersihannya, karena sanitasi perusahaan pada umumnya tidak baik. Bila produksi berlebihan ampas tahu ini sering dibuang begitu saja, sehingga akan dapat menambah beban pencemaran lingkungan.

(Fitri, 2013)