

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Filtrasi

2.1.1 Pengertian Filtrasi

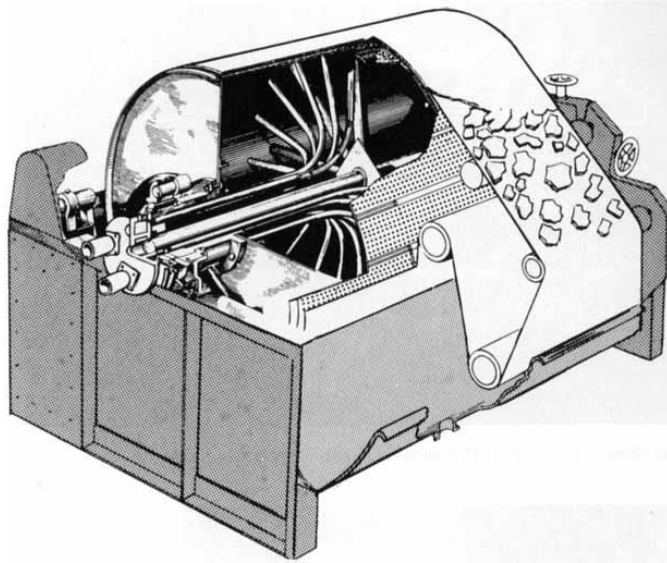
Filtrasi adalah proses penyaringan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari air melalui media berpori. Filtrasi dapat juga diartikan sebagai proses pemisahan liquid-liquid dengan cara melewatkan liquid melalui media berpori atau bahan-bahan berpori untuk menyisihkan atau menghilangkan sebanyak-banyaknya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

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

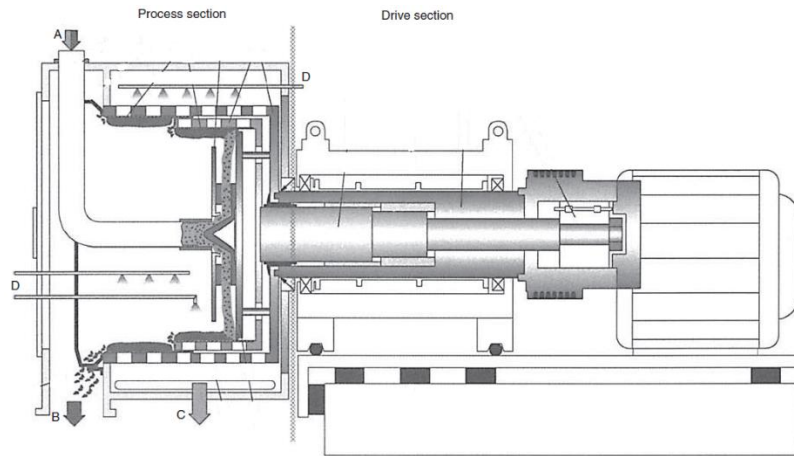
2. Vacuum belt filters

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

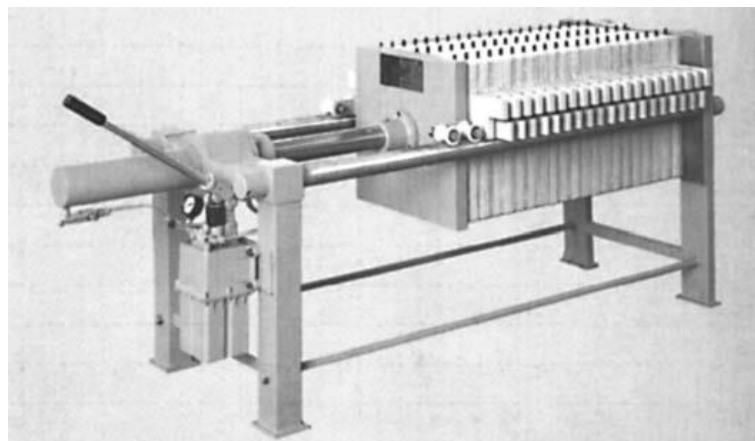
Pemisahan sentrifugal terdiri dari dua jenis, yaitu menggunakan filtrasi dan pemisahan beroperasi dengan sedimentasi. Semua sentrifugal penyaring terdiri dari keranjang berputar, silinder atau kerucut dibentuk, dari ujung terbuka di mana padatan yang dipisahkan habis. Keranjang didukung di ujung lain 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.

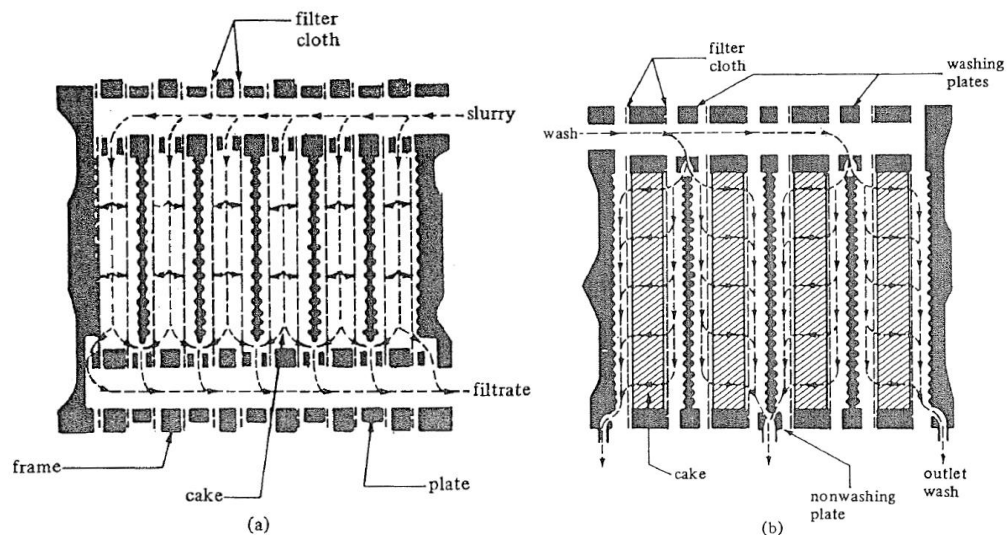
Plate and frame filter press banyak digunakan di industri makanan, misalnya industri minyak. Ada beberapa macam tipe filter press, seperti washing, non washing, open delivery, dan closed delivery. Pada filter ini, filter cloth menutupi tiap sisi dari tiap plate, kemudian ditahan bersama-sama menjadi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

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

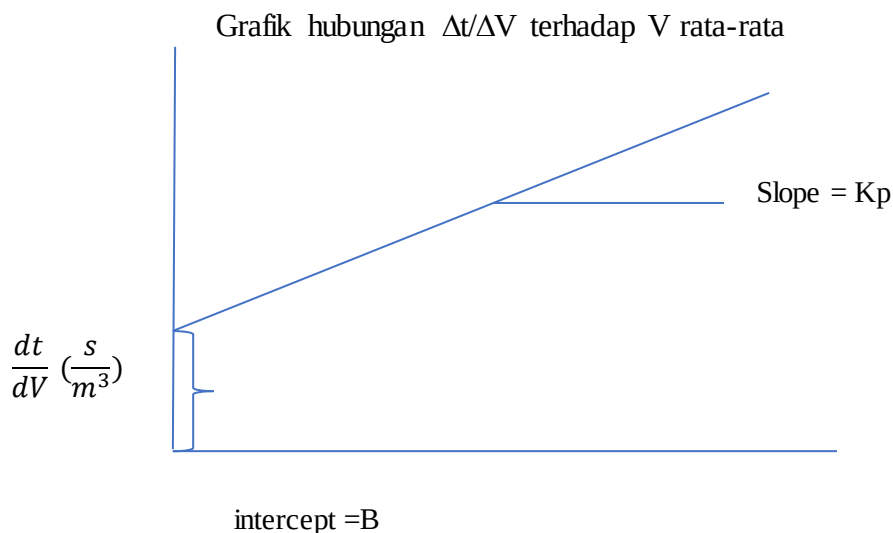
Dimana : Kp dalam (s/m^6) (SI) dan B dalam (s/m^3) (SI)

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

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

Keterangan :

- t = waktu filtrasi (s)
- V = volume filtrat yang dihasilkan saat t (m^3)
- 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 $kg/m \cdot s^2$)
- Cs = konsentrasi slurry (kg/m^3)



Volume filtrat rata-rata

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

Untuk tekanan konstan, α konstan dan cake yang uak 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)

2.5 Industri Tahu

2.5.1 Pengertian Kedelai

Kedelai (*Glycine max* L. Mer) merupakan salah satu komoditi pangan dari famili leguminosae 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

Jenis uji	Satuan	Persyaratan
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
Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 2,0
Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 30,0
Seng (Zn)	mg/kg	Maksimal 40,0
Raksa (Hg)	mg/kg	Maksimal 40,0 atau 250,0 (dalam kaleng
Ceraman Arsen (As)	mg/kg	Maksimal 0,03
Cemarean Mikroorganisme :		
E-Coli	AMPI/g/25g	Maksimal 1,0
Salmonella		Maksimal 10 negatif

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%

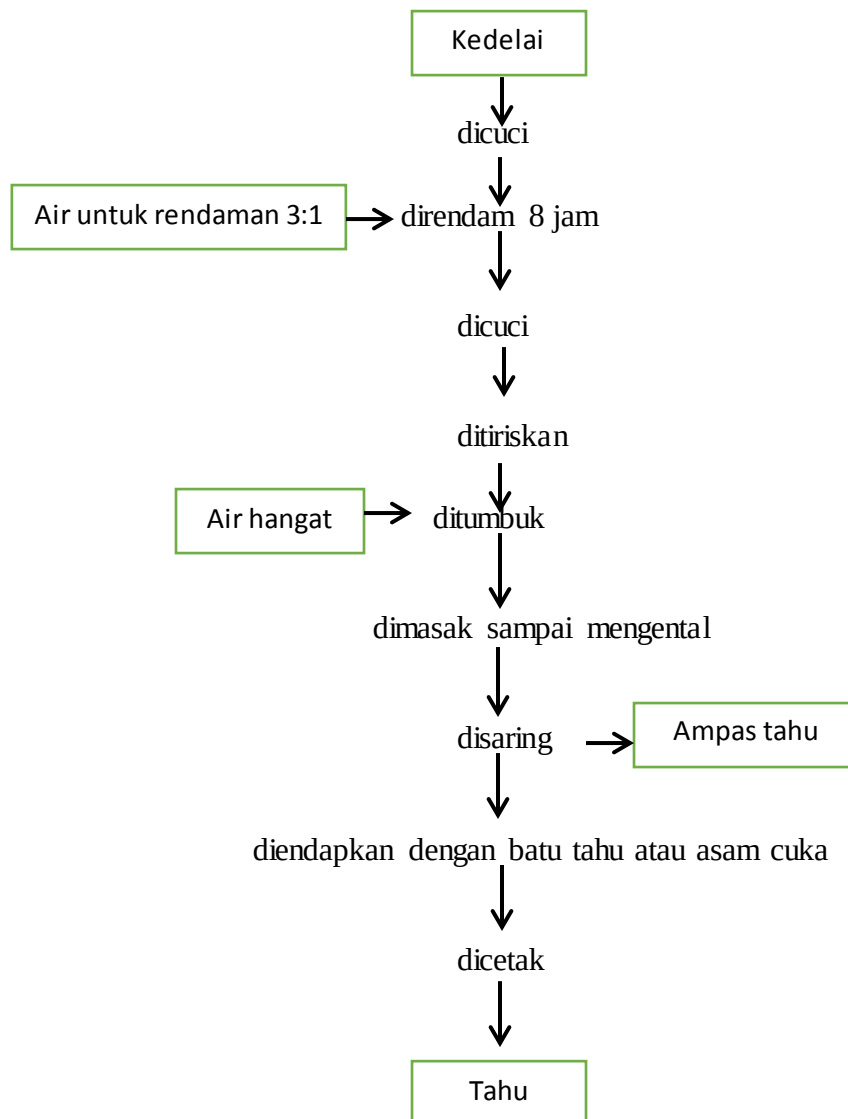
Sumber: Badan Standarisasi Nasional (1998)

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 dimanfaatkan 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)