

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Syarat Tumbuh Kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao*, L.) termasuk famili Sterculiaceae. Tanaman ini berasal dari Amerika Selatan. Pada tahun 1560 di Sulawesi Utara telah diperkenalkan tanaman kakao yang berasal dari Filipina. Terdapat banyak jenis kakao, namun yang paling banyak ditanam untuk produksi kakao secara besar-besaran hanya tiga jenis yaitu varietas Criollo, varietas Forastero, dan varietas Trinitario (hibrida) yang merupakan hasil persilangan Criollo dan Forastero (Sunanta, 1992).

Dari ketiga jenis tersebut, varietas Trinitario paling banyak dikembangkan di Indonesia. Varietas Trinitario ini antara lain adalah Hibrida Djati Runggo dan *Uppertimazone hybride* (Kakao Lindak). Kakao lindak ini memiliki keunggulan antara lain: (1) Pertumbuhannya cepat, (2) Berbuah setelah dua tahun, (3) Bentuk buah panjang, (4) Sebagian besar buahnya berwarna hijau, (5) Masa panen sepanjang tahun, dan (6) Tahan terhadap penyakit VSD (*Vascular Steak Dieback*) (Sunanta, 1992).

Menurut Tjitrosoepomo (1993), sistematika tanaman kakao adalah sebagai berikut:

Divisio : Spermatophyta

Sub division : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Sub kelas : Apetalae

Ordo : Malvales

Famili : Sterculiaceae

Genus : Theobroma

Spesies : *Theobroma cacao*, L.

Tanaman kakao merupakan tumbuhan tahunan (*perennial*) berbentuk pohon, di alam dapat mencapai ketinggian 10 m. Meskipun demikian, dalam pembudidayaan tingginya dibuat tidak lebih dari 5 m, tetapi dengan tajuk menyamping yang meluas. Hal ini dilakukan untuk memperbanyak cabang produktif. Tanaman kakao tumbuh di daerah tropika basah, memiliki akar tunggang dan berbatang lurus. Tanaman kakao bersifat *Cauliflorous* yaitu bunga tumbuh langsung dari batang ataupun cabang-cabang. Bunga sempurna berukuran kecil (diameter maksimum 3 cm), tunggal, namun nampak terangkai karena muncul dari satu titik tunas. Bunga berwarna putih kemerah-merahan dan tidak berbau. Kakao secara umum adalah tumbuhan menyerbuk silang dan memiliki sistem inkompatibilitas sendiri. Walaupun demikian, beberapa varietas kakao mampu melakukan penyerbukan sendiri dan menghasilkan jenis komoditi dengan nilai jual yang lebih tinggi. Buah tumbuh dari bunga yang diserbuki. Ukuran buah jauh lebih besar dari bunganya, dan berbentuk bulat hingga memanjang. Buah

terdiri dari 5 daun buah dan memiliki ruang dan di dalamnya terdapat biji. Warna buah berubah-ubah. Sewaktu muda berwarna hijau hingga ungu. Apabila masak kulit luar buah biasanya berwarna kuning (Muljana, 2001).

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh faktor genetis dan faktor lingkungan. Faktor genetis merupakan faktor yang terdapat dalam tanaman seperti benih, varietas, hormon serta lainnya. Sedangkan faktor lingkungan adalah faktor seperti keadaan tanah, iklim, (curah hujan, temperatur, sinar matahari), air dan udara.

a. Keadaan tanah

Tanaman kakao dapat tumbuh sampai ketinggian tempat maksimum 1200 m dpl, ketinggian tempat optimum adalah 1-600 m dpl dengan kemiringan lereng maksimum 40° . Tanaman kakao sangat sensitif bila kekurangan air, sehingga tanahnya harus memiliki penyimpanan/ketersediaan air maupun saluran (drainase) yang baik. Tanaman kakao tumbuh baik pada solum > 90 cm tanpa ada lapisan padas. Tekstur lempung liat berpasir komposisi pasir 50%, debu 10-20%, liat 30-40%. Kakao memerlukan tanah dengan struktur kasar yang berguna untuk memberi ruang agar akar dapat menyerap nutrisi yang diperlukan sehingga perkembangan sistem akar dapat optimal. Kemasaman tanah (pH) optimum 6.0-6.5 dan sesuai pada tanah regosol, sedangkan tanah latosol kurang baik (Muljana, 2001).

b. Iklim

a) Curah hujan

Curah hujan merupakan unsur iklim terpenting. Curah hujan yang dibutuhkan harus tinggi dan terdistribusi dengan baik sepanjang tahun. Untuk tanaman

kakao tingkat curah hujan yang baik per tahun berkisar antara 1500 mm-2500 mm. Curah hujan saat musim kemarau sebaiknya lebih kurang dari 100 mm per bulan dan tidak lebih dari tiga bulan. Curah hujan yang terlalu tinggi (>4500 mm/th) akan menyebabkan penyakit busuk buah (Nuraeni, dkk., 2003).

b) Temperatur

Faktor suhu pada tanaman kakao sangat erat hubungannya dengan ketersediaan air, sinar matahari, dan kelembaban. Suhu sangat berpengaruh pada pembentukan *flush* atau tunas muda, pembungaan dan kerusakan daun.

Tanaman kakao akan tumbuh baik pada suhu 18⁰-32⁰C. Temperatur maksimum 30⁰-32⁰ C, minimum 18⁰-21⁰ C. Suhu yang lebih rendah dari 18⁰ C akan mengakibatkan gugurnya daun serta mengeringnya bunga. Sedangkan suhu tinggi mengakibatkan gugurnya bunga (Nuraeni, dkk., 2003).

c) Sinar matahari

Kakao merupakan tanaman tropis yang suka akan naungan. Jika tanaman kakao mendapatkan sinar matahari terlalu banyak akan mengakibatkan tanaman relatif pendek dan batang menjadi kecil (Poedjowidodo, 1996).

2.2. Pembibitan Tanaman kakao

Tanaman kakao dapat dikembangkan secara vegetatif maupun generatif.

Perkembangbiakan generatif adalah bahwa tanaman tersebut berkembang biak secara kawin, yaitu bertemunya sel jantan yang terdapat pada benang sari dan sel betina yang terdapat pada putik. Bertemunya 2 sel ini nantinya akan menghasilkan

buah yang berkotil 2 yaitu dikotil. Tanaman yang dikembangbiakan melalui cara ini biasanya memiliki sifat genetis yang berbeda dari tanaman induk dan biasanya mengalami kemunduran. Perkembangbiakan generatif adalah yang paling sering dilakukan karena cepat menghasilkan bibit dalam jumlah yang besar.

Perkembangbiakan secara vegetatif dapat terbentuk dari sel jaringan nukleus, serta terbentuknya tanaman dari bagian-bagian khusus. Perkembangbiakan secara vegetatif jarang dilakukan karena jumlah bibit yang dihasilkan sedikit dan membutuhkan waktu yang lama. Benih kakao dikecambahkan selama 4-7 hari hingga keping benih terbuka (Sunanta, 1992).

2.3. Pemupukan Tanaman Kakao

2.3.1. Pemupukan Bibit

Pemupukan bibit kakao dapat dilakukan dengan pupuk ZA sebanyak 2 gram/bibit tanaman atau dengan pupuk Urea sebanyak 1 gram/bibit tanaman. Pemupukan dapat pula dilakukan dengan pupuk NPK sebanyak 2 gram/bibit tanaman (Sunanta, 1992).

2.3.2. Pemupukan Tanaman Belum Menghasilkan (TBM)

Pemupukan pada tanaman belum menghasilkan (TBM) atau tanaman muda dilakukan berdasarkan umur tanaman dan diberikan sampai tanaman berumur 24 bulan dengan dosis seperti Tabel 2.

Tabel 2. Dosis pemupukan tanaman belum menghasilkan (TBM) atau tanaman muda

Umur (bulan)	Pupuk (gram per tanaman)			
	ZA	TSP	KCl	Kieserit
2	50	-	-	-
6	75	50	30	25
12	100	-	-	-
18	150	100	70	50
24	200	-	-	-

Sumber: Sunanta (1992)

2.3.3. Pemupukan Tanaman Menghasilkan (TM)

Tanah lama kelamaan dapat kehilangan unsur hara, sebab unsur hara tersebut selain selalu diserap oleh tanaman juga dapat hilang karena faktor lain misalnya hujan dan panas matahari. Tujuan pemupukan pada lahan tanaman kakao yang sudah berproduksi adalah untuk menambah unsur hara di dalam tanah supaya produktifitas kakao tinggi, lebih tahan terhadap hama dan penyakit dan agar usia produktif lebih lama (Sunanta, 1992). Dosis pemupukan tanaman kakao yang sudah menghasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Dosis pemupukan tanaman kakao menghasilkan (TM)

Umur (tahun)	Pupuk (gram/tanaman/tahun)			
	ZA	Urea	TSP	KCl
3	2 x 100	2 x 50	2 x 50	2 x 50
4	2 x 200	2 x 100	2 x 100	2 x 100
5	2 x 250	2 x 125	2 x 125	2 x 125
>5	2 x 250	2 x 125	2 x 125	2 x 125

Keterangan: 2 x artinya pemupukan dilakukan dua kali dalam setahun.

Sumber: Sunanta (1992)

2.4. Pupuk Organik Cair

Pemupukan berarti cara-cara atau metode serta usaha-usaha yang dilakukan dalam pemberian pupuk atau unsur hara ke tanah atau ke tanaman yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman normal. Perkembangan terakhir menunjukkan bahwa produksi dan permintaan pupuk organik kian meningkat. Di samping karena harga pupuk kimia yang terus meningkat, petani semakin sadar dampak buruk pupuk kimia pada tanah pertaniannya (Novizan, 2007).

Pupuk organik terbentuk karena adanya kerjasama mikroorganisme pengurai dengan cuaca dan perlakuan manusia. Kegiatan organisme tanah dalam proses penguraian tersebut menjadi sangat penting dalam pembentukan pupuk organik. Sisa tumbuhan dihancurkan oleh organisme dan unsur-unsur yang sudah terurai diikat menjadi senyawa. Senyawa tersebut tentu saja harus larut dalam air sehingga mudah diabsorpsi atau diserap oleh akar tanaman. Secara kualitatif, kandungan unsur hara dalam pupuk organik tidak dapat lebih unggul daripada pupuk anorganik. Namun, penggunaan pupuk organik secara terus menerus dalam rentang waktu tertentu akan menjadikan kualitas tanah lebih baik dibandingkan penggunaan pupuk anorganik. Selain itu juga, penggunaan pupuk organik juga tidak akan meninggalkan residu pada hasil tanaman sehingga aman bagi kesehatan manusia (Effi, 2003b).

2.4.1. Urin Sapi

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kandang ternak, baik berupa kotoran padat (feses) yang bercampur sisa makanan maupun air kencing (urin) (Marsono, 2001). Menurut Sutedjo (1999) pupuk organik mempunyai fungsi yang penting yaitu untuk mengemburkan lapisan tanah permukaan (top soil), meningkatkan populasi jasad renik, mempertinggi daya serapan daya simpan air, yang keseluruhannya dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Pupuk kandang ada yang berbentuk padat dan ada yang berbentuk cair. Pupuk kandang cair merupakan pupuk yang diperoleh dari urin hewan atau ternak. Urin hewan yang digunakan sebagai pupuk kandang berwarna coklat dengan bau menyengat. Bau ini disebabkan oleh kandungan unsur nitrogen. Pengaplikasian pupuk kandang cair berbeda dengan pupuk kandang padat. Pengaplikasian pupuk cair dilakukan setelah tanaman tumbuh. Hal ini dilakukan karena sebagian besar unsur hara dalam urin dapat langsung diserap oleh tanaman dan sebagian lagi masih harus diuraikan (Novizan, 2007).

Pengaplikasian sebelum tanam akan berakibat tujuan pemupukan menjadi tidak efektif. Nitrat yang terbentuk akan hilang oleh faktor cuaca, seperti hujan dan sinar matahari. Bila cuaca berawan dan udara lembab, kehilangan unsur N lebih kecil dibanding kondisi panas, kering dan banyak angin. Pupuk kandang cair ini umumnya diaplikasikan dengan cara disiramkan di sekitar tanaman (Effi, 2003a).

Nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) adalah ion-ion anorganik alami, yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Aktifitas mikroba di tanah atau air menguraikan sampah yang mengandung nitrogen organik pertama-pertama menjadi ammonia, kemudian dioksidasikan menjadi nitrit dan nitrat. Oleh karena nitrit dapat dengan mudah dioksidasikan menjadi nitrat, maka nitrat adalah senyawa yang paling sering ditemukan di dalam air bawah tanah maupun air yang terdapat di permukaan (Effi, 2003b).

Kadar unsur hara pupuk kandang cair lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang padat. Unsur fosfor dalam pupuk kandang sebagian besar berasal dari kotoran padat, sedangkan nitrogen dan kalium berasal dari kotoran cair, kandungan unsur kalium dalam kotoran cair lima kali lebih besar dari kotoran padat. Sementara kandungan nitrogen dalam kotoran cair hanya 2-3 kali lebih besar dari kotoran padat (Novizan, 2007). Komposisi N, P, K dan air pada kotoran ternak sapi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi N, P, K dan air pada kotoran ternak sapi

Jenis Kotoran Ternak	N	P	K	Air	Keterangan
	----- % -----				
Padat	0,33	0,11	0,13	85	Pupuk Dingin
Cair	1,00	1,50	0,50	92	Pupuk Dingin

Sumber: Hadisuwito (2012)

Dalam pupuk kandang, dikenal istilah pupuk panas dan pupuk dingin. Pupuk panas adalah pupuk kandang yang proses penguraiannya berlangsung cepat sehingga terbentuk panas, misal pupuk kandang dari kotoran kuda, kambing, ayam dan domba. Sedangkan pupuk dingin terjadi sebaliknya. C/N rasio yang

tinggi menyebabkan pupuk kandang terurai lebih lama dan tidak menyebabkan panas misalnya pada kotoran sapi, kerbau dan babi (Novizan, 2007).

Urin hewan-hewan pemakan tumbuhan dan urin manusia banyak mengandung auksin karena berhubungan dengan zat-zat makanan yang berasal dari tumbuhan. Auksin merupakan zat serba guna karena selain membantu mempercepat proses pembentukan akar juga memacu pembentukan bunga, batang, dan daun serta memperpanjang titik tumbuh tanaman. Urin sapi mengandung auksin alami sebagai zat tumbuh. Auksin adalah hormon yang ditemukan pada ujung batang, akar, dan pembentukan bunga yang berfungsi sebagai pengatur pembesaran sel dan memicu pemanjangan sel di daerah belakang meristem ujung. Auksin berperan penting dalam pertumbuhan tumbuhan (Dwidjosepurto, 1994).

Peran fisiologis auksin adalah mendorong perpanjangan sel, pembelahan sel, diferensiasi jaringan xilem dan floem, mempercepat proses pembentukan akar, pembungaan pada Bromeliaceae, pembentukan buah partenokarpi, pembentukan bunga betina pada tanaman dioecious, dominan apikal, respon tropisme serta menghambat pengguguran daun, bunga dan buah (Dwidjosepurto, 1994).

2.4.2. Limbah Cair Industri Tahu

Tahu adalah salah satu makanan tradisional yang biasa dikonsumsi setiap hari oleh orang Indonesia. Secara garis besar, proses pembuatan tahu terdiri dari dua tahap yaitu pembuatan ekstrak (susu kedelai) dan tahap penggumpalan protein dari susu kedelai. Cara penggumpalan susu kedelai yang umum dilakukan adalah dengan penambahan bahan penggumpal berupa asam, sehingga keasaman susu

kedelai mencapai titik isoelektriknya sekitar 4 sampai 5. Bahan penggumpal yang biasa digunakan adalah asam cuka (CH_3COOH), batu tahu ($\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) dan larutan bibit tahu (Pusat Pengembangan Teknologi Pangan, 1983).

Selama proses pembuatan tahu diperlukan air dalam jumlah yang cukup banyak. Jumlah air yang diperlukan berkisar antara 10-30 kali berat kering kedelai yang diolah (1 kg kedelai rata-rata membutuhkan 20 l air) dan hanya sedikit yang terikut dalam produk. Dengan demikian air limbah yang dihasilkan dari industri tahu relatif banyak (Hendra, 1997).

Proses produksi tahu menghasilkan 2 jenis limbah, limbah padat dan limbah cair. Pada umumnya, limbah padat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan di buat kerupuk, sedangkan limbah cair dibuang langsung ke lingkungan. Limbah cair industri tahu ini memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi. Tanpa proses penanganan dengan baik, limbah tahu dapat menyebabkan dampak negatif seperti polusi air, sumber penyakit, bau tidak sedap, meningkatkan pertumbuhan nyamuk, dan menurunkan estetika lingkungan sekitar (Mustapa, dkk., 1998).

Menurut Nurhasan dan Pramudyanto (1987, dalam Herlambang, 2002), karakteristik buangan industri tahu ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu: karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi padatan total, padatan tersuspensi, suhu, warna dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Karakteristik limbah cair industri tahu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik limbah cair industri tahu

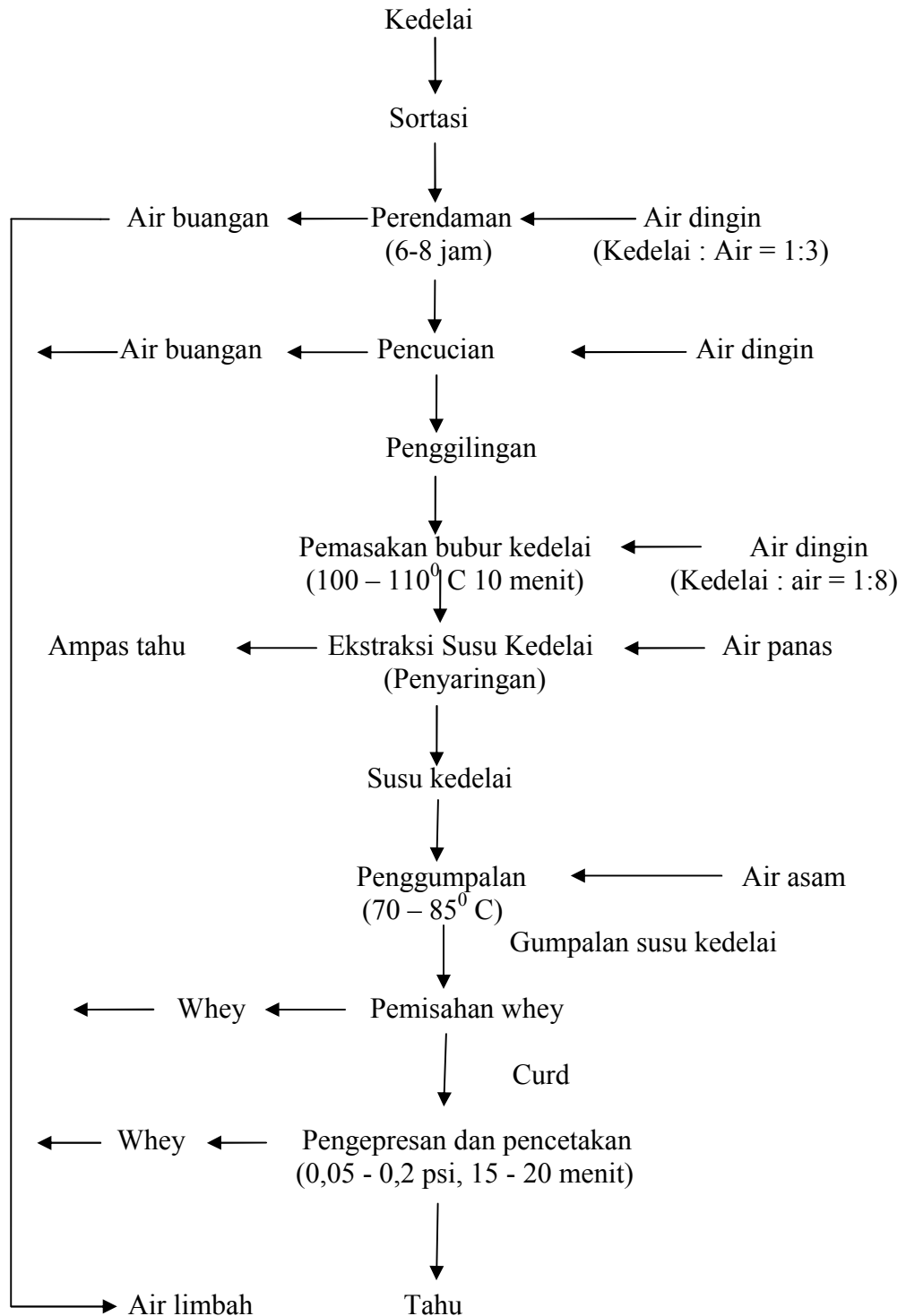
Parameter	Hasil Pengukuran
Suhu	37 – 45 ⁰ C
Padatan terendap	175 – 190 ml/l
Padatan tersuspensi	635 – 660 mg/l
Padatan total	688 – 703 mg/l
Warna	2225 – 2250 Pt.Co
Kekeruhan	535 – 585 FTU
Amonia-nitrogen	23,3 – 23,5 mg/l
Nitrit-nitrogen	0,1 – 0,5 mg/l
Sulfat	Sedikit
pH	4 – 6
BOD	6000 – 8000 mg/l
COD	7500 – 14000 mg/l

Sumber : Nurhasan dan Pramudyanto (1987, dalam Herlambang, 2002)

Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih. Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah cair ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari sungai. Sumber limbah cair lainnya berasal dari pencucian kedelai, pencucian peralatan proses, pencucian lantai dan pemasakan serta larutan bekas rendaman kedelai (Djojowito, 2000).

Tahapan proses pembuatan tahu secara umum menurut Nurhasan dan Pramudyanto (1987, dalam Herlambang, 2002) adalah sebagai berikut:

1. Kedelai yang telah dipilih dibersihkan dan disortasi. Pembersihan dilakukan dengan ditampi atau menggunakan alat pembersih.
2. Perendaman dalam air bersih agar kedelai dapat mengandung dan cukup lunak untuk digiling. Lama perendaman berkisar 4-10 jam.
3. Pencucian dengan air bersih. Jumlah air yang digunakan tergantung pada besarnya atau jumlah kedelai yang digunakan.
4. Penggilingan kedelai menjadi bubur kedelai dengan mesin giling. Untuk memperlancar penggilingan perlu ditambahkan air dengan jumlah yang sebanding dengan jumlah kedelai.
5. Pemasakan kedelai dilakukan di atas tungku dan didihkan selama 5 menit. Selama pemasakan ini dijaga agar tidak berbuih, dengan cara menambahkan air dan diaduk.
6. Penyaringan bubur kedelai dilakukan dengan kain penyaring. Ampas yang kurang lebih 70% sampai 90% dari bobot kering kedelai.
7. Setelah itu dilakukan penggumpalan dengan menggunakan air asam, pada suhu 50⁰ C, kemudian didiamkan sampai terbentuk gumpalan besar. Selanjutnya air di atas endapan dibuang dan sebagian digunakan untuk proses penggumpalan kembali.
8. Langkah terakhir adalah pengepresan dan pencetakan yang dilapisi dengan kain penyaring sampai padat. Setelah air tinggal sedikit, maka cetakan dibuka dan diangin-anginkan.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan tahu

Sumber : Nurhasan dan Pramudyanto (1987, dalam Herlambang, 2002)

Limbah cair industri tahu yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sangat berbahaya apabila dibuang langsung ke perairan. Limbah cair tersebut sebaiknya diolah sampai memenuhi nilai baku mutu yang telah ditetapkan (Tabel 6) agar tidak mencemari perairan. Banyak industri tahu skala rumah tangga di Indonesia tidak memiliki proses pengolahan limbah cair. Ketidakinginan pemilik industri tahu untuk mengolah limbah cairnya disebabkan karena kompleks dan tidak efisiennya proses pengolahan limbah. Meskipun limbah cair industri tahu sedikit mengandung hara tetapi dapat dimanfaatkan dan dikelola sedemikian rupa sehingga tidak terbuang percuma, misalnya dapat memperbaiki kesuburan tanah (Rahayu, 1995).

Tabel 6. Baku mutu limbah cair industri tahu

Parameter	SK Gubernur Propinsi Lampung No. 104 tahun 1999	Peraturan gubernur Propinsi Lampung No. 17 tahun 2006
COD (mg/l)	135	200
BOD (mg/l)	75	75
Suhu ($^{\circ}$ C)	-	Alami
Ph	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0
Padatan Total Tersuspensi (mg/l)	50	50
Kekeruhan (skala Ntu)	100	-
Debit Limbah Cair Maksimum (m^3 /ton bahan baku)	15	15

Industri pembuatan tahu harus berhati-hati dalam program kebersihan dan pemeliharaan peralatan yang baik karena secara langsung hal tersebut dapat mengurangi kandungan bahan protein dan organik yang terbawa dalam limbah cair. Adapun unsur-unsur hara yang terkandung pada limbah cair tahu dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis kandungan unsur hara limbah cair industri tahu

Unsur Hara	Konsentrasi (ppm)
Total N	18,96
Protein	9,84
Ca	0,623
Phosphor	118,53
Sulfur	0,453
Kalium	137,62
Lemak	213,11
Serat	1,333

Sumber: Safitri (2003)