

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.I. Botani Kedelai

Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) merupakan tanaman yang sudah umum ditanam di Indonesia walaupun bukan tanaman asli Indonesia. Tanaman Kedelai dikenal dengan beberapa nama botani, yaitu *Glycine soja* dan *soja max*, namun pada Tahun 1948 telah disepakati bahwa nama botani yang diterima secara ilmiah, yaitu *Glycine max* (L.) Merrill. Secara sistematis tanaman kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut: Kingdom: *Plantae*, Divisio: *Spermatophyta*, Subdivisi: *Angiospermae*, Kelas: *Dicotyledoneae*, Subkelas: *Archichlamydae*, Ordo: *Rosales*, Subordo: *Leguminosinae*, Famili: *Leguminosae*, Subfamili: *Papilionaceae*, Genus: *Glycine*, Spesies: *Glycine max* (L.) Merrill (Adisarwanto, 2005).

Kedelai (*Glycine max* L. Merrill), sampai saat ini diduga berasal dari kedelai liar China, Manchuria dan Korea. Rumphius melaporkan bahwa pada Tahun 1750 kedelai sudah mulai dikenal sebagai bahan pangan di Indonesia (Suprpto, 1999).

Tanaman kedelai merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak dengan ketinggian bisa mencapai 50 cm. Biji tanaman kedelai berbentuk polong seperti kacang-kacangan. Kedelai ternyata mengandung berbagai zat seperti protein dan lemak tak jenuh linoleat, oleat, arakhidat, serta zat lainnya yang sangat penting peranannya dalam kehidupan. Dibandingkan dengan beras, jagung, tepung singkong, kacang hijau, daging, ikan segar, dan telur ayam, kedelai mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi, hampir menyamai kadar protein susu skim kering (Cahyadi, 2007).

Menurut Yusmarini dan Pato (2004) menjelaskan bahwa kedelai mengandung protein 35% dan lemak 18%. Kedelai memiliki protein yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan semua jenis kacang-kacangan tradisional lainnya. Komposisi kimia kedelai secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Biji Kedelai Kering per 100 gram

Komponen	Jumlah
Kalori (kkal)	331,0
Protein (g)	34,9
Lemak (g)	18,1
Karbohidrat (g)	34,8
Kalsium (mg)	227,0
Fosfor (mg)	585,0
Besi (mg)	8,0
Vitamin A (SI)	110,0
Vitamin B1 (mg)	1,1
Air (g)	7,5

Sumber : Koswara (1992)

Nilai protein kedelai jika difermentasi dan dimasak akan memiliki mutu yang lebih tinggi dari jenis kacang-kacangan lain. Di samping itu, protein kedelai merupakan satu-satunya leguminosa yang mengandung semua asam amino esensial (jumlahnya 8 atau 10 asam amino esensial apabila dimasukkan sistein dan tirosin). Kandungan asam amino esensial biji kedelai disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Asam Amino Esensial Biji Kedelai

Asam Amino	Jumlah (mg/g N)
Isoleusin	340
Leusin	480
Lisin	400
Fenilalanin	310
Tirosin	200
Sistin	110
Treonin	250
Triptopan	90
Valin	330
Metionin	80

Sumber : Cahyadi (2007)

Asam amino tersebut tidak dapat disintesis oleh tubuh, jadi harus dikonsumsi dari luar. Meskipun kadar lemaknya tinggi (sekitar 18%), tetapi ternyata kadar lemak jenuhnya rendah dan bebas terhadap kolesterol serta rendah nilai kalorinya.

Kedelai juga paling rendah kadar racunnya serta residu pestisidanya dan dapat digunakan sebagai penopang kesehatan dan umur panjang. Kedelai banyak dikonsumsi oleh orang sebagai salah satu alternatif untuk menggantikan protein hewani yang relatif lebih mahal (Cahyadi, 2007).

## 2.2. Limbah Cair Tahu (*Whey*)

Menurut Nisa dkk (2001) dalam Fitri (2004) menjelaskan bahwa *whey tahu* merupakan sumber medium yang baik untuk pertumbuhan *Acetobacter xylinum* dalam hal ini bakteri pembentuk nata. Tetapi untuk memperoleh hasil nata yang optimal diperlukan nutrisi berupa sumber karbon dan nitrogen.

Limbah cair tahu sesungguhnya masih mengandung nutrisi-nutrisi seperti vitamin B, lesitin, dan oligosakarida. Pada pembuatan tahu, 74% protein kedelai akan terdapat pada tahu, sedangkan 9% protein akan terbuang bersama air limbah. Setiap 0,5 kg kedelai yang dibuat tahu, akan menghasilkan 4 liter limbah cair tahu sehingga perlu dipikirkan cara pemanfaatannya (Astuti dan Prabasari, 1994).

Pengolahan limbah cair industri tahu sampai saat sekarang kebanyakan hanya menampung limbah cair kemudian dibiarkan beberapa saat lalu dibuang ke sungai. Cara ini memerlukan kapasitas penampungan limbah cair yang sangat besar. Terlebih lagi apabila kapasitas industri tahu cukup besar, maka dihasilkan limbah cair industri tahu yang sangat banyak. Kondisi ini sangat tidak menguntungkan dan harus mendapat perhatian yang serius (Darsono, 2007).

## 2.3. Nata

Nata adalah makanan khas rakyat Philipina yang biasa digunakan sebagai *dessert* (makanan penyetar). Jenis nata yang sudah dikenal yaitu nata de coco yang dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dengan menggunakan air kelapa sebagai medium (Suryani dkk, 2005).

Menurut Pato dkk (2008) menjelaskan bahwa produk nata dinamai berdasarkan bahan baku yang digunakan seperti nata de coco terbuat dari air kelapa, nata de pina yang terbuat dari nanas. Jika menggunakan limbah cair pengolahan tahu sebagai medium fermentasi, nata yang dihasilkan dinamakan nata de soya.

Secara kimia nata adalah biomassa yang sebagian besar terdiri dari selulosa, berbentuk agar dan berwarna putih. Massa ini berasal pertumbuhan *Acetobacter xylinum* pada permukaan media cair yang asam dan mengandung gula (Tarwiyah dan Kemal, 2001).

Karakteristik nata yang berkualitas baik dapat diketahui berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nata dalam kemasan. Adapun syarat-syarat mutu nata dalam kemasan menurut SNI dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat Mutu Nata dalam Kemasan Menurut SNI

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Kedaaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
1.3	Warna	-	Normal
1.4	Tekstur	-	Normal
2.	Bahan asing	-	Tidak boleh ada
3.	Bobot tuntas	%	Min. 50
4.	Jumlah gula (dihitung sebagai - Sakrosa	%	Min. 15
5.	Serat makanan	%	Maks. 4,5
6.	<i>Bahan Tambahan Makanan</i>		
6.1	Pemanis buatan :		
	- Sakarin		Tidak boleh ada
	- Siklambat		Tidak boleh ada
6.2	Pewarna tambahan		Sesuai SNI 01-0222-1995
6.3	Pengawet (Na Benzoat)		Sesuai SNI 01-0222-1995
7	Cemaran Logam :		
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,2
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2
7.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 5,0
7.4	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0/250,0
8	Cemaran Arsen (As)		Maks. 0,1
9	Cemaran Mikroba :		
9.1	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. $2,0 \times 10^2$
9.2	Coliform	APM/g	< 3
9.3	Kapang	Koloni/g	Maks. 50
9.4	Khamir	Koloni/g	Maks. 50

Sumber: SNI 01-4317-1996 (1996)

#### 2.4. Bakteri Pembentuk Nata

Bakteri pembentuk nata yaitu *Acetobacter xylinum* termasuk genus *Acetobacter* yang mempunyai ciri-ciri gram negatif, obligat aerobik, berbentuk batang, membentuk kapsul, bersifat non motil, dan tidak membentuk spora. Genus *Acetobacter* yang telah dikenal antara lain *Acetobacter aceti*, *Acetobacter orleanensis*, *Acetobacter liquefaciens*, dan *Acetobacter xylinum*. Meskipun ciri-ciri yang dimiliki hampir sama dengan spesies lainnya, tetapi *Acetobacter xylinum*

tetap dapat dibedakan dengan spesies lainnya karena sifatnya yang unik yaitu mampu membentuk selulosa bila berada pada media yang mengandung gula (Fardiaz, 1992).

Menurut Djumarti (1993) menjelaskan bahwa pembuatan nata tergantung aktivitas *Acetobacter xylinum*. Derajat keasaman (pH) merupakan faktor paling penting dalam pertumbuhan bakteri, terutama kerja enzim dari bakteri tersebut. *Acetobacter xylinum* tergolong bakteri asam asetat yang menyukai suasana asam dan pH rendah, di mana kondisi pH optimum untuk menghasilkan nata adalah pH 3-4.

Pada awal fermentasi setelah kultur *Acetobacter xylinum* diinokulasi pada medium fermentasi maka bakteri ini akan tumbuh dengan baik dan membelah diri secara eksponensial sampai jumlah maksimum dimana didukung oleh kondisi lingkungan medium yang baik sehingga dapat mensintesis polisakarida berupa selulosa. Selulosa tersebut terbentuk oleh *Acetobacter xylinum* sebagai suatu produk dari metabolisme (Astuti dan Prabasari, 1994).

## 2.5. Starter Nata

Starter (bibit) sangat memegang peranan penting dalam keberhasilan pembuatan nata. Starter atau inokulum adalah kultur mikroba aktif yang diinokulasikan ke dalam medium fermentasi pada saat berada di fase pertumbuhan eksponensial. Pada pembuatan nata, starter yang digunakan biasanya berasal dari kultur cair *Acetobacter xylinum* yang telah diinkubasi selama 3 sampai 4 hari. Jumlah starter yang ditambahkan berkisar antara 10-25% dari volume medium fermentasi. Tujuan pembuatan starter nata adalah untuk memperbanyak bakteri *Acetobacter xylinum*, sehingga enzim yang dihasilkan lebih banyak dan reaksi pembentukan nata akan berjalan lebih lancar (Fardiaz, 1992).

## 2.6. Sukrosa

Sukrosa adalah fruktosa yang berikatan dengan glukosa. Sukrosa merupakan gula yang biasa digunakan sehari-hari sebagai pemanis, dan berasal dari tebu atau bit. Selain itu sukrosa terdapat juga pada tumbuhan lain, misalnya dalam buah nenas dan dalam wortel (Poedjiadi, 1994). Untuk industri-industri makanan biasanya digunakan sukrosa dalam bentuk kristal halus atau kasar dan banyak juga digunakan dalam bentuk cairan sukrosa (Winarno, 1997).

## 2.7. Sumber Nitrogen

Sumber nitrogen yang digunakan dalam pembuatan nata adalah pupuk nitrogen, termasuk pupuk kimia dan tunggal. Pada pembuatan nata de soya sumber nitrogen yang digunakan adalah Urea dan ZA. Urea terbuat dari gas amoniak dan gas asam arang. Persenyawaan kedua zat ini melahirkan pupuk urea dengan kandungan N sebanyak 46%. Urea termasuk pupuk yang higroskopis (mudah menarik air). Pada kelembaban 73%, urea sudah mampu menarik uap air dari udara. Oleh karena itu, urea mudah larut dalam air dan mudah diserap oleh tanaman. Kalau diberikan ke tanah, urea akan mudah berubah menjadi amoniak dan karbondioksida. Sifat lainnya adalah tercuci oleh air dan mudah terbakar oleh sinar matahari (Lingga dan Marsono, 2001).

Zwavelzure amoniak yang lebih dikenal dengan sebutan ZA, mengandung unsur N antara 20-21%. Pupuk ini biasanya berbentuk kristal, berwarna putih kekuningan, dan sedikit higroskopis. ZA merupakan pupuk N buatan sebelum urea diproduksi secara massal. Unsur utamanya adalah  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  yang akan bereaksi membentuk amonium dan asam sulfat (Marsono dan Sigit, 2001). Sifat pupuk ZA sedikit higroskopis, tetapi baru menarik uap air pada kelembaban 80% dan suhu  $30^\circ\text{C}$ . Kendati demikian ZA harus disimpan ditempat kering (Lingga dan Marsono, 2001).

### 2.8. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan faktorial yang terdiri dari 2 (dua) faktor yaitu:

Faktor I. Pemberian konsentrasi sukrosa

S<sub>1</sub> : Konsentrasi sukrosa 8% dari volume medium

S<sub>2</sub> : Konsentrasi sukrosa 10% dari volume medium

S<sub>3</sub> : Konsentrasi sukrosa 12% dari volume medium

Faktor II. Pemberian sumber nitrogen

N<sub>1</sub> : Pemberian urea sebanyak 0,5% dari volume medium

N<sub>2</sub> : Pemberian ZA sebanyak 0,5% dari volume medium

Dari 2 faktor tersebut akan diperoleh kombinasi perlakuan sebanyak 6 perlakuan sebagai berikut: S<sub>1</sub>N<sub>1</sub>, S<sub>1</sub>N<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>N<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>N<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>N<sub>1</sub>, S<sub>3</sub>N<sub>2</sub>. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan.