

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Susu Sapi

Susu didefinisikan sebagai sekresi dari kelenjar susu binatang yang menyusui anaknya. Dipandang dari segi gizi, susu merupakan makanan yang hampir sempurna dan merupakan makanan alamiah bagi binatang menyusui yang baru lahir, dimana susu merupakan satu-satunya sumber makanan pemberi kehidupan segera sesudah kelahiran. Susu merupakan cairan bersifat koloid, agak kental, berwarna putih sampai kuning (tergantung jenis hewan, makanan dan jumlah lemaknya), rasa sedikit manis, baunya agak harum. Susu sapi mempunyai komposisi yang lengkap meliputi karbohidrat, lemak, protein, vitamin dan mineral (Eckles, dkk, 1986).

Kandungan nutrisi dari susu tertera pada Tabel 1., berikut ini :

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Susu

Komposisi	% abu	% dalam susu
Air		87,25%
Bahan Kering		12,75%
Lemak	3,80%	
Protein	3,50%	
Gula	4,80%	
Abu	0,65%	
Total		100,00%

(Eckles, dkk, 1986).

Protein merupakan senyawa organik kompleks yang tersusun oleh C, H, O, N, S dan P. Susu mengandung 10 asam amino esensial dan asam amino yang lain, meliputi : arginin (6,7%), sistin (1,8%), histidin (2,0%), isoleusin (4,1%), leusin (6,6%), lisin (7,5%), metionin (1,8%), fenilalanin (4%), treonin (4%), triptofan (0,8%), tirosin (2,5%), valin (1,7%), (Sudarmoyo, 1994).

Laktosa, sitrat dan lemak susu adalah senyawa dalam susu yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Lemak susu mengandung beberapa macam asam lemak, sebagian besar terdiri dari: asam lemak 'non volatile' (82,7%), misalnya: palmitat, stearat, oleat, laurat, miristat dan asam lemak 'volatile' (17%) misalnya: asam butirrat, kaprilat dan kaproat (Eckles, dkk, 1982).

Garam mineral yang terkandung antara lain adalah garam-garam : K, C, Mg, Cl, P, S yang relatif besar jumlahnya, sedang garam-garam Fe, Cu, Zn, Al, Mn, Co, dan Iod tersedia dalam jumlah kecil (Murdwiwanti, 1982).

Kerusakan pada air susu ditandai oleh beberapa perubahan antara lain :

A.1. Perubahan rasa susu

Terjadi akibat peningkatan kadar asam pada air susu yang disebabkan oleh aktifitas bakteri-bakteri pembentuk asam, yang mengubah gula susu (laktosa) menjadi asam laktat. Menurut Eckles, dkk (1986)

timbulnya asam laktat terutama disebabkan oleh aktifitas bakteri pembentuk asam laktat, dari jenis *Streptococcus lactis* dan *Lactobacillus*, meskipun demikian mikroorganisma tersebut tidak mampu untuk mengubah semua laktosa menjadi asam laktat. Setelah 1/6 dari jumlah laktosa diubah menjadi asam laktat, maka asam yang terbentuk akan menghambat pertumbuhan dan pertambahan sel selanjutnya (Ressang dan Nasution, 1963). Keasaman susu juga dapat disebabkan oleh beberapa hal lain, misalnya adanya asam fosfat, asam sitrat, sifat kasein dan terlarutnya CO₂.

A.2. Perubahan bau susu

Ketengikan terutama ditimbulkan oleh enzim lipase yang terdapat secara alami didalam susu dan juga disebabkan oleh proses hidrolisa gliserida dan pelepasan asam lemak (Murdwiwanti, 1982).

A.3. Pembentukan tekstur pekat dan lekat

Timbulnya asam dan lendir dalam susu yang dihasilkan oleh bakteri, akan menyebabkan susu berubah menjadi padat, terjadi lapisan tebal dan putih di permukaan yang menunjukkan adanya penggumpalan kasein/protein. Air susu yang berlendir disebabkan oleh *Streptococcus*, *Micrococcus* dan kelompok bakteri *Coli*.

A. 4. Terbentuknya gas

Khamir (yeast) dan bakteri berspora dapat menghasilkan gas dalam air susu, contohnya pada reaksi antara lain :

asam sitrat \longrightarrow asam oksaloasetat + asam asetat

asam oksaloasetat \longrightarrow asam piruvat + CO_2

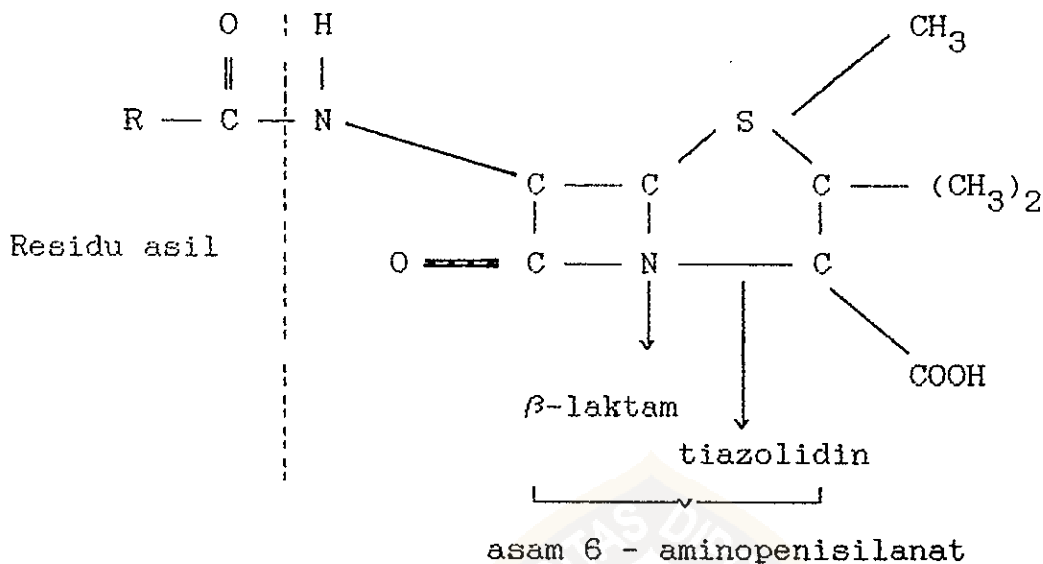
(Keenan dan Bills, 1968 dalam Salle, 1993).

B. Antibiotik

Antibiotik adalah suatu senyawa kimia yang dihasilkan melalui suatu proses biosintesis alamiah dari suatu mikroorganisma, yang membunuh atau menghambat pertumbuhan spesies mikroorganisma lain (Nester, dkk, 1982). Aktifitas antibiotik dapat bersifat antibakteri, antifungi atau antimikrobia (Prescott dan Dunn, 1977). Pada tahun 1928 Alexander Fleming, telah mengamati bahwa suatu koloni kapang *P. chrysogenum* dan *P. notatum* mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococ.* Zat yang disekresikan oleh *Penicillium* ini mampu berdifusi ke dalam media agar dan disebut sebagai penisilin (Schelegel, 1994).

Penisilin termasuk antibiotik yang penting, karena sifat aktifitas antibakterinya yang luar biasa, relatif aman dan murah harganya. Bangun dasar semua senyawa penisilin adalah asam 6-aminopenisilamat, suatu dipeptida bisiklik dari sistein dan valin (Mutschler, 1991). Sedang menurut Schunack, dkk, (1990) sistim

cincin penisilin merupakan suatu cincin β -laktam segi 4 dan satu cincin tiazolidin segi 5, dengan rumus bangun sebagai berikut :



Penisilin diberi nama sesuai dengan rantai sampingnya (R) (Muschler, 1991; Schunack, dkk, 1990 ; Prescott dan Dunn, 1977). Beberapa contoh dari tipe penisilin tertera pada Tabel 2., berikut ini :

Tabel 2. Contoh - Contoh Tipe Penisilin

Tipe penisilin	Rantai R
Penisilin F (Pentenil-penisilin)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2-$
Penisilin G (Benzil-penisilin)	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-$
Penisilin K (n-heptilpenisilin)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6-$
Penisilin V (Asam fenoksiasetat)	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{O}-\text{CH}_2-$
Penisilin x (p-hydroxybenzilpenisilin)	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-$

(Schunack, dkk, 1990).

Penisilin merupakan suatu penghambat selektif sintesa dinding sel yang menyebabkan membran sel mekah

dan sel menghamburkan isinya. Penghambatan sintesa dinding sel terjadi karena enzim transpeptidase akan bereaksi dengan penisilin, sehingga tidak tersedia untuk menyelesaikan reaksi pembentukan jembatan pentaglisin antara polimer-polimer linear N-asetil glukosamin dan asam asetil muramat (Volk dan Wheeler, 1988).

Penisilin merupakan suatu metabolit sekunder dari mikroorganisma yang bukan merupakan kebutuhan pokok mikroba untuk tumbuh dan hidup, meskipun penisilin tidak dibutuhkan untuk pertumbuhan namun dapat berfungsi sebagai sumber nutrisi darurat untuk mempertahankan hidup (Yudoamijoyo, dkk, 1992).

Produksi penisilin dapat dihasilkan melalui suatu proses fermentasi. Faktor yang mempengaruhi proses fermentasi, antara lain (Prentis, 1990) :

B.1. Media

Media harus memenuhi kebutuhan dasar untuk pertumbuhan biomassa, pembentukan metabolit, dan mampu memasok cukup energi untuk biosintesis dan pemeliharaan sel.

Sumber karbon. Sumber energi yang digunakan, misalnya karbohidrat, lipida selain itu minyak nabati dapat juga ditambahkan ke dalam media dengan dua alasan, sebagai sumber C dan sebagai zat antibusa (Tarigan, 1988).

Sumber Nitrogen. Dapat diberikan dalam bentuk senyawa anorganik, misalnya amonium sulfat, sedang dari senyawa organik dapat diberikan dalam bentuk asam amino, protein maupun urea (Prescott dan Dunn, 1977).

Mineral. Disamping C dan N, sel-sel hidup memerlukan sejumlah mineral lain untuk pertumbuhannya, misalnya belerang, sebagian besar terdapat sebagai gugus sulfhidril (-SH) dalam protein. Potasium dan fosfor biasanya dalam bentuk potasium dihidrogen fosfat (Jawetz, dkk, 1990).

B.2. Kebutuhan Oksigen

Oksigen yang cukup merupakan salah satu faktor utama yang harus dipenuhi untuk memperoleh hasil penisilin yang optimum, bagi kapang aerobik. Dan sebagai energi dalam proses sintesa, hal ini dapat dipenuhi dari labu kocok yang berputar (Prescott dan Dunn, 1977; Yudoamijoyo, dkk, 1992), dikemukakan juga oleh Hockenhull (1981) bahwa oksigen yang cukup digunakan sebagai bantuan untuk pertumbuhan dan biosintesa.

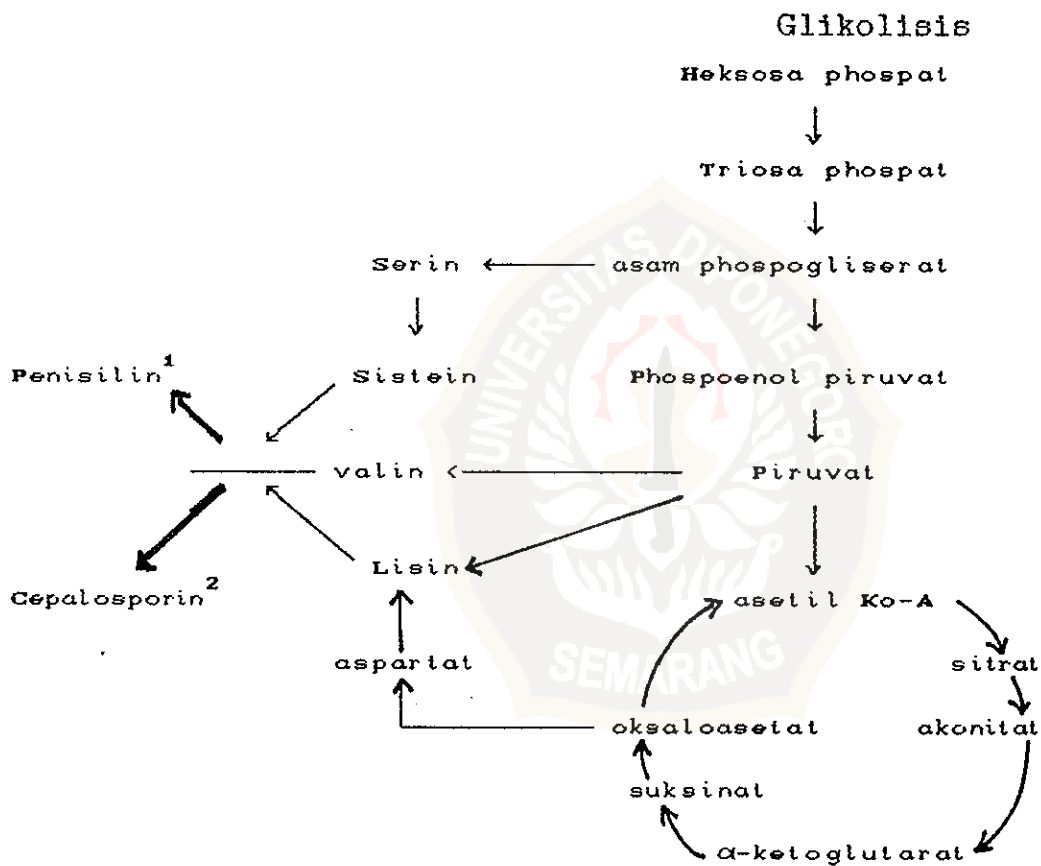
B.3. Suhu dan pH

Suhu optimum yang diperlukan untuk fermentasi penisilin adalah sekitar 24°C, sedangkan pH adalah ± 4-8.

B.4. Prekursor

Prekursor adalah suatu zat kimia yang digunakan untuk menaikkan hasil produksi antibiotik atau mendorong pembentukan tipe dari suatu senyawa metabolit (Prescott dan Dunn, 1977).

Jalan pembentukan penisilin menurut Turner (1971 dalam Smith dan Berry, 1979) :



keterangan kapang yang menghasilkan :

1. *Penicillium chrysogenum*
2. *Cephalosporium acremonium*

Menurut Domsch, dkk (1980) *P. chrysogenum* merupakan kapang tanah yang penyebarannya sangat luas, dikenal sebagai salah satu kapang penghasil penisilin yang terbaik. Alexopoulos dan Mims (1979) menyebutkan bahwa, *P. chrysogenum* adalah salah satu kapang yang hidup dimana-mana, pada buah-buahan, sayur-sayuran dan di dalam tanah.

C. *Penicillium chrysogenum*

C.1. Klasifikasi

Kedudukan *Penicillium chrysogenum* dalam klasifikasi menurut Alexopoulos dan Mims (1979), adalah sebagai berikut :

Divisio : Amastigomycota
Sub divisio : Ascomycota
Klasis : Ascomycetes
Sub klassis : Plectomycetes
Ordo : Eurotiales
Familia : Eurotiaceae
Genus : *Penicillium*

C.2. Morfologi Dan Peranannya

P. chrysogenum bila ditumbuhkan pada media Czapek Agar pada suhu 25°C koloninya akan tumbuh dengan cepat, diameternya mencapai 4-5 cm dalam waktu inkubasi 10 hari. Beberapa strain tumbuh

sedikit terbatas dengan diameter 2,5-4,0 cm, terdiri dari banyak konidiofor tunggal yang tegak lurus. Koloni tebal seperti beludru dengan pinggir rata (Samson, dkk, 1981).

Konidiofornya mempunyai 2-3 cabang yang agak sedikit lebar, konidia berdinding halus, berbentuk elip. Hifa bersepta, miselium bercabang dan biasanya tidak berwarna. Badan buah secara keseluruhan berbentuk seperti sapu (*penicillus*), dan pada cabang-cabang konidiofor menghasilkan sterigma yang mendukung konidia. Tumbuh baik pada kondisi lingkungan yang sedang dengan suhu optimum 24-28°C (Domsch, dkk, 1980).

P. chrysogenum merupakan kapang penghasil antibiotik (penisilin) yang bekerja menghambat biosintesa dinding sel dan bersifat bakterisidal, bakteri sasaran mencakup kokus Gram positif, basil Gram positif, kokus Gram negatif dan kelompok *Spirochaeta* (Mutschler, 1991). Salah satu metoda yang dapat digunakan untuk penentuan potensi penisilin adalah metoda 'Cylinder-plate'. Sedang bakteri uji yang sering digunakan adalah *Staphylococcus aureus* yang merupakan bakteri penghasil nanah, yang peka terhadap penisilin (Holt, dkk, 1984; Volk dan Wheeler, 1988; Nester, dkk, 1982).

C.3. Pertumbuhan Kapang

Kapang tumbuh secara karakteristik terjadi dengan perpanjangan seperti rantai bercabang. Pertumbuhan berlangsung di ujung miselium serta pertumbuhan septa antar sel. Sangatlah sukar untuk mengikuti pertumbuhan atas jumlah sel pada kapang, karena sel-sel tidak mudah terpisah. Dengan alasan ini, pengukuran terhadap pertumbuhan dilakukan dengan mengamati penambahan atau peningkatan massa selnya. Metoda yang umum digunakan untuk mengukur massa sel adalah metoda langsung, yaitu dengan mengukur berat kering sel, dimana sampel disaring, kemudian dicuci, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada 110°C selama 8 jam (Yudoamijoyo, dkk, 1992).

D. Metoda Pengujian Antibiotik

Pengujian suatu antibiotik dapat dilakukan dengan beberapa metoda, antara lain metoda difusi. Metoda difusi yang umum digunakan adalah 'Cylinder Disk Method', metoda ini telah digunakan secara luas untuk penentuan potensi dari penisilin (Prescott dan Dunn, 1977; Volk dan Wheeler, 1988). Pengujian secara sederhana dilakukan dengan menggunakan media agar pada cawan petri steril, kemudian ditambahkan media yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. 'Cylinder disk' diletakkan diatas cawan yang telah diinokulasi dengan media uji, kemudian setiap 'Cylinder disk' diisi

dengan larutan antibiotik yang akan diuji. Cawan petri diinkubasikan dalam inkubator selama 24 jam, pada suhu 37°C. Setelah inkubasi selesai diameter daerah hambatan yang terjadi diukur dengan menggunakan jangka sorong (Prescott dan Dunn, 1977; Volk dan Wheeler, 1988).

E. *Staphylococcus aureus*

Klasifikasi *Staphylococcus aureus* menurut Holt, dkk (1984) adalah sebagai berikut:

- Divisio : Protophyta
- Klassis : Schyzomycetes
- Ordo : Eurobacteriales
- Familia : Micrococcaceae
- Genus : *Staphylococcus*
- Spesies : *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram positif, yang bersifat patogen, menyebabkan infeksi pada luka, bisul dan infeksi kulit lain. Selain itu juga menyebabkan bisul bernanah dalam tulang dan jaringan lain. Sel-selnya secara khas tersusun dalam kelompok, kadang tunggal, berpasangan atau membentuk kumpulan sel seperti buah anggur. Koloni berwarna krem (Nester, dkk, 1982). Bersifat tidak motil, tidak berspora, anaerob fakultatif dan kemoorganotrof. Hidup optimum pada suhu 30-37°C (Holt, dkk, 1986).