

**LAKTASI PADA SAPI PERAH  
SEBAGAI LANJUTAN PROSES REPRODUKSI**

**Oleh :  
Tita Damayanti Lestari**



**FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS PADJADJARAN  
2006**

## PENDAHULUAN

Laktasi adalah karakteristik yang spesifik bagi ternak mamalia. Susu adalah produk yang dihasilkan oleh glandula mammae dan merupakan nutrisi bagi anaknya untuk mendapatkan imunitas pasif. Susu mempunyai susunan kimia yang kompleks. Konstituen utamanya adalah air yaitu sebesar 46 – 90 %, tergantung spesies ternaknya. Komposisi susu juga bervariasi tergantung spesies (Tabel 1). Komponen utama lainnya adalah protein, lemak dan laktosa. Susu juga merupakan sumber berbagai mineral seperti Ca, Mg dan P serta berbagai vitamin. Air susu yang pertama keluar setelah proses kelahiran mengandung *maternal immunoglobulin* atau antibody yang dapat bertindak sebagai imunitas terhadap penyakit, disebut kolostrum.

Tabel 1. Komposisi susu sapi dan beberapa spesies lain

	Sapi	Kambing	Manusia	Domba	Kuda	Babi
Air	87,70	86,0	88,2	81,3	89,9	81,9
Lemak	3,61	4,6	3,3	6,9	1,2	6,8
Laktosa	4,65	4,2	6,8	5,2	6,9	5,5
Protein (N x 6,38)	3,29	4,4	1,5	5,6	1,8	5,1
Abu	0,75	0,8	0,2	1,0	0,3	0,7

Sumber : Pearson, D.1971. Dalam Ensminger 1993.

Protein dan lemak merupakan komposisi penting pada susu. Protein dalam susu disebut casein. Casein ini hadir dalam berbagai bentuk pada spesies yang berbeda. Molekul casein beragregasi membentuk ikatan disebut micelles, dan distabilkan oleh komponen lain yaitu Ca, Phosphate, Citrat dan lain-lain. Casein terdiri dari berbagai asam amino. Casein mengandung asam amino yang dibutuhkan oleh manusia, oleh

karena itu susu merupakan nutrisi yang tinggi kualitas proteinnya. Sementara lemak hadir sebagai globul-globul kecil dekat dengan membrane yang berasal dari sel-sel yang mengeluarkannya yaitu membrane globul lemak susu. Membrane ini mudah rusak selama pemerahan menggunakan mesin. Hal ini menyebabkan lemak mudah pecah oleh enzim-enzim susu. Peristiwa ini disebut lipolisis dan menyebabkan rasa yang basi.

Susu diproduksi oleh glandula mammae dari kumpulan sel-sel epithelial sekretori yang spesifik. Sel-sel ini membentuk struktur yang disebut alveoli. Sel-sel alveoli dikelilingi oleh sel-sel kontraktile yang disebut sel-sel myoepithelial. Sel-sel berkontraksi sebagai respon dari hormone yang dikeluarkan oleh kelenjar pituitary yaitu oxytocin. Kelenjar mammae adalah kelenjar eksokrin dimana sekresi eksternal dari alveoli dialirkan melalui system pembuluh ke puting yang dapat dihisap oleh anaknya. Kelenjar mammae ini adalah perkembangan dari kelenjar keringat.

Spesies yang penting secara ekonomi sebagai penghasil susu adalah ruminansia seperti domba, sapi dan kambing. Unta merupakan ternak perah yang penting di timur tengah, sedangkan susu kuda banyak digunakan sebagai susu fermentasi atau yoghurt yang banyak dikonsumsi di Asia.

Tiga alasan mengapa ternak ruminansia diperuntukkan sebagai penghasil susu adalah 1. Mereka dapat merubah rumput dan hijauan yang tidak kita konsumsi sebagai sumber pakan ke dalam susu, nutrisi yang dapat kita konsumsi. Hal ini dapat terjadi berkat adanya fermentasi mikroba dalam rumennya. 2. Mereka memiliki pembuluh puting yang dapat memfasilitasi pengeluaran susu. 3. Mereka memproduksi susu dalam jumlah besar secara efisien.

Pertama kali ternak ruminansia yang didomestikasi adalah domba dan kambing. Sekitar abad ke 14 - 15, susu sapi dan keju mulai digemari di Eropa. Secara bertahap berbagai breed yang berkembang dan terseleksi sebagai penghasil susu adalah sapi, domba dan kambing yang kita miliki saat ini. Breed utama sebagai sapi perah adalah Holstein, dan breed lainnya adalah Brown Swiss, Jersey, Guernsey and Ayrshire.

### **Bangsa Sapi Perah**

Secara garis besar, bangsa-bangsa sapi (Bos) yang terdapat di dunia ada dua, yaitu (1) kelompok yang berasal dari sapi Zebu (Bos indicus) atau jenis sapi yang berpunuk, yang berasal dan tersebar di daerah tropis serta (2) kelompok dari Bos primigenius, yang tersebar di daerah sub tropis atau lebih dikenal dengan Bos Taurus. Jenis sapi perah yang unggul dan paling banyak dipelihara adalah sapi Shorthorn (dari Inggris), Friesian Holstein (dari Belanda), Jersey (dari selat Channel antara Inggris dan Perancis), Brown Swiss (dari Switzerland), Red Danish (dari Denmark) dan Drought master (dari Australia). Sebagai perbandingan, di Amerika Serikat ada 5 jenis sapi perah yang dipelihara yaitu Fries Holstein, Jersey, Brown Swiss, Guernsey and Ayrshire dimana Fries Holstein (FH) jumlahnya 5 kali lebih banyak dari pada Jersey.

### **Brown Swiss**

Bangsa sapi perah ini sangat digemari karena tingginya kandungan protein dalam air susunya. Hal ini sangat penting bagi pembuatan keju.



Gambar 1. Sapi perah Brown Swiss

### **Aryshire**

Bangsa sapi ini berasal dari Scotlandia, pertama kali diperkenalkan pada tahun 1822. Produksi susunya mencapai 14.000 lbs dengan kandungan lemak 3,8 %.



Gambar 2. Sapi perah Aryshire

### **Guernsey**

Berasal dari Guernsey Inggris dan pertama kali di import masuk ke Amerika Serikat pada 1831. Secara fisik bangsa sapi ini kecil namun lebih awal mencapai dewasa kelamin. Susunya mengandung lemak dan protein tinggi. Warna susunya cenderung

kuning karena kandungan vitamin A nya yang tinggi. Rata-rata produksi susunya 13.400 lbs dan mengandung 4,5 % lemak dan sangat cocok untuk pembuatan mentega.

Gambar 3. Sapi perah Guernsey

### **Holstein**

Berasal dari negeri Belanda dan saat ini merupakan bangsa sapi perah terbesar yaitu 90 % dari jumlah total sapi perah yang ada di dunia. Sapi ini merupakan bangsa sapi besar (keturunan Eropa), pertama kali diperkenalkan pada awal tahun 1600. FH cukup baik beradaptasi pada segala lingkungan dan memproduksi susu dalam jumlah besar. Rata-rata produksi susunya mencapai lebih dari 19.000 lbs dengan kandungan lemak 3,7 %. Produksi terbesar dari bangsa sapi perah FH ini pernah tercatat melebihi 60.000 lbs dalam 365 hari. Itu artinya lebih dari 20 galon per hari.



Gambar 4. Sapi perah Holstein

### **Jersey**

Bangsa sapi ini berasal dari kepulauan Inggris, Jersey, pertama kali diperkenalkan pada awal tahun 1800 an. Secara isik Jersey adalah bangsa sapi perah terkecil dan memproduksi susu dalam jumlah terkecil dibandingkan breed yang lain. Namun demikian sapi ini tetap berharga karena kandungan lemak susunya yang tinggi yang sangat dibutuhkan untuk pem-buatan mentega. Rata-rata produksi susunya adalah 13.400 lbs dengan kandungan lemak 4,7 %.

Gambar 5. Sapi perah Jersey

Hasil penelitian oleh berbagai peneliti dan institusi selama bertahun-tahun, jenis sapi perah yang paling cocok dan menguntungkan untuk dibudidayakan di Indonesia adalah Frisien Holstein. Komposisi susu dari masing-masing breed terlihat pada table 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Komposisi susu dari berbagai breed sapi perah

Breed	Lemak (%)	Protein (%)	Laktosa (%)	Abu (%)	Total solid (%)	SNF
Ayrshire	4,1	3,6	4,7	0,7	13,1	8,52
Brown Swiss	4,0	3,6	5,0	0,7	13,3	8,99
Guemsey	5,0	3,8	4,9	0,7	14,4	9,01
Holstein	3,7	3,1	4,9	0,7	12,4	8,45
Jersey	5,1	3,9	4,9	0,7	14,6	9,21

Sumber : Dairy Guide, The Ohio State University, Columbus dalam Ensminger,1993.

### **Siklus perkembangan pada peternakan sapi perah**

Laktasi dimaksudkan untuk memberi nutrisi pada anak segera setelah kelahiran. Pada peternakan sapi perah, siklus reproduksi dimanipulasi dengan tujuan setiap ekor harus beranak setiap tahun dengan masa laktasi sekitar 10 bulan. Betina yang belum matang secara seksual belum memiliki kelenjar mammae yang berkembang namun secara structural pembuluh mammae dan alveolinya tumbuh. Kelenjar mammae ini tumbuh dan berkembang selama terjadinya kebuntingan. Banyak hormone yang mempengaruhi hal ini namun estrogen dan progesterone adalah hormone yang paling berpengaruh. Kedua hormone itu diproduksi oleh ovarium dibawah pengaruh follicle stimulating hormone (FSH) dan luteinizing hormone (LH). Sapi memiliki siklus reproduksi normal yaitu 21



hari. Sapi berahi selama 12 jam kemudian ovulasi terjadi menyusul terlihatnya tanda-tanda berahi tersebut. Lama kebuntingan yang normal pada sapi adalah 285 hari.

Sebagian besar peternak mengawinkan sapi dara mereka sekitar 15 – 18 bulan untuk memperoleh pedet pada 24 – 27 bulan. Sapi dara dapat saja dikawinkan lebih dini namun ada resiko mempunyai problem pada saat melahirkan terutama bila ukuran anaknya besar. Hal ini lebih tergantung pada berat badan daripada umur sapi dara tersebut untuk dapat beranak pertama kali. Perkembangan sapi dara perlu diperhatikan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan kelenjar mammae. Sinkronisasi estrus dengan injeksi hormone biasa dilakukan untuk mendapatkan pola beranak yang lebih pendek. Hormone yang biasa digunakan disini adalah prostaglandin.

Selama kebuntingan, perkembangan kelenjar mammae yang maksimal terjadi untuk mempersiapkan produksi susu (laktogenesis), yang dimulai pada saat pedet lahir. Susu yang diproduksi pertama kali disebut colostrum and kaya akan antibody. Colostrum ini diberikan pada pedet dan tidak dikonsumsi oleh manusia. Komposisi dari colostrums tertera pada table 3.

Tabel 3. Komposisi colostrums dari sapi Holstein

<b>Nutrien</b>	<b>Colostrum (%)</b>
Total solid	23,9
Abu	1,11
Lemak	6,7
Laktosa	2,7
Protein	14,0

Sumber : Ensminger, 1993.

Setelah kelahiran, laktasi berlangsung pada periode tertentu. Pada sapi laktasi berlangsung selama 305 hari. Hormon yang mempengaruhi pada proses laktasi ini adalah prolactin, insulin, thyroid hormones dan growth hormone (BST). Beberapa minggu setelah kelahiran, sapi kembali dengan siklus estrus dan menunjukkan tandanya. Sapi kemudian di inseminasi buatan (IB) pada saat estrus yang tepat sekitar 70 – 90 hari setelah kelahiran. Tujuan dari perlakuan ini adalah untuk mendapatkan kelahiran sekali dalam setahun. Produksi susu menurun pada saat terjadi kebuntingan. Perubahan hormone yang terjadi selama kebuntingan dan meningkatnya penyerapan nutrisi ke fetus menyebabkan menurunnya pengaturan pengeluaran air susu. Sekitar 305 hari masa laktasi kemudian berhenti sapi mengalami kering kandang atau "dried off". Rata-rata beranak dan laktasi per sapi adalah tiga kali. Bila pedet adalah betina digunakan sebagai induk pengganti (replacement). Sekitar 25 – 30 % pada kelompok ternak diganti setiap tahunnya. Sementara sapi jantan dapat dijual sebagai anakan atau sapi daging.

### **Pakan sapi perah**

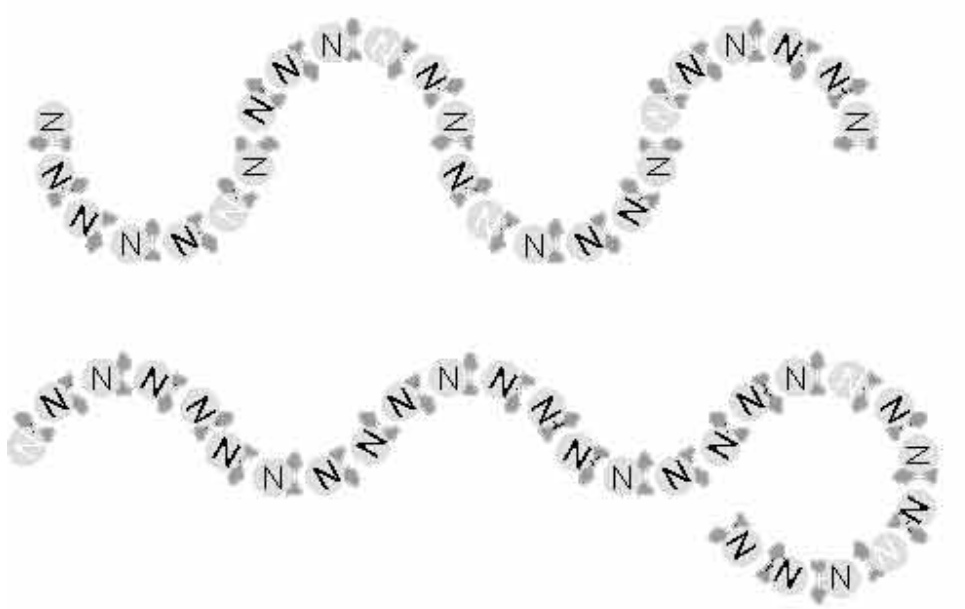


Pada peternakan modern, sapi perah dapat memproduksi 15.000 kg susu/laktasi atau 50 kg susu/hari. Hal ini sangat memerlukan nutrisi dan manajemen pakan yang efektif. Di Amerika hal ini dapat dicapai melalui penggunaan campuran hijauan, biji-

bijian dan mineral yang disebut total mixed ration (TMR) yang seimbang untuk kebutuhan memproduksi susu dan pemeliharaan tubuh. Bila input pakan tidak cukup maka sapi akan memobilisasi cadangan tubuhnya untuk produksi susu dan akan kehilangan berat badan serta kondisi tubuhnya. Untuk memproduksi 40 kg susu per hari seekor sapi memerlukan 2,5 kali energi untuk produksi susunya daripada yang dia butuhkan untuk pemeliharaan tubuhnya. Ransum harus mengandung keseimbangan yang benar dari protein, energi, hijauan dan mineral.

### **Crude Protein dan True Protein**

Secara umum, ada 3 jenis komponen organik yang utama dalam setiap formulasi diet / pakan hewan ruminansia. Ketiga komponen tersebut adalah karbohidrat (misal: *celulosa* dan zat tepung), *lipid* (lemak dan minyak), serta protein. Protein dapat kita bagi menjadi 2 kelas utama, yaitu protein kasar (*Crude Protein*) dan protein sejati (*True Protein*). Protein sejati tersusun atas asam amino (*Amino Acids*) berantai panjang dan setiap proteinnya menjadi berbeda karena tersusun atas 20 Asam Amino. Di dalam laboratorium pakan, protein dipisahkan dari karbohidrat dan lipid karena kandungan nitrogen (N) pada protein tersebut – secara umum, protein pakan biasanya mengandung 16% N. Pemisahan ini memungkinkan peneliti untuk mengestimasi kandungan protein dari sebuah bahan pakan dengan cara melakukan pengukuran terhadap kandungan N-nya untuk kemudian dikalikan dengan bilangan 6,25 (perbandingan terbalik dari 16%). Meskipun demikian, tidak semua N di dalam bahan pakan adalah protein, N yang bukan protein disebut Non-protein Nitrogen (NPN). NPN dapat kita temukan dalam komponen pakan seperti urea, garam ammonium dan asam amino tunggal. Oleh sebab itu, nilai yang didapat dari hasil perkalian total N dengan 6,25 biasa disebut Protein Kasar.



Gambar 6: Diagram skematik dari Protein Sejati. Setiap protein memiliki karakteristik yang unik karena bentuk dan urutan asam aminonya. Kebanyakan protein terdiri dari beberapa ratus sampai sekian ribu rantai asam amino (Dairy Research & Technology Centre, University of Alabama).

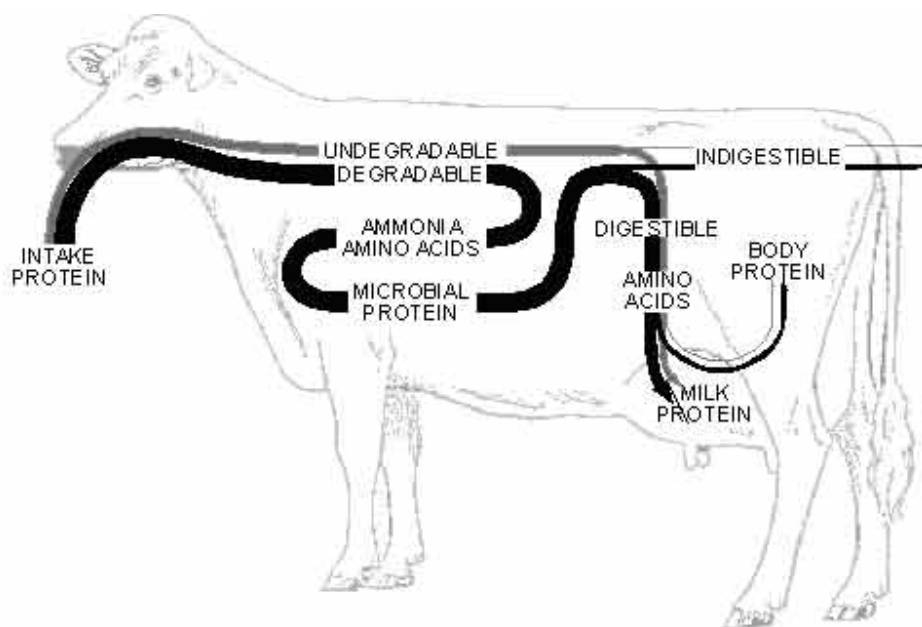
### **Penguraian Protein**

Sekian persen dari protein kasar yang terdapat di dalam bahan pakan yang di konsumsi oleh sapi (disebut juga Intake Protein) di uraikan oleh mikroba di dalam rumen sapi. Pada sistem NRC (National Research Centre - badan di Amerika yang mengeluarkan standar dan tabel kebutuhan nutrisi ternak) hal ini di beri nama *Degradable Intake Protein (DIP)*.

Pada True Protein yang berbeda, kecepatan penguraiannya tidak sama. Beberapa jenis dapat diuraikan secara penuh hanya dalam waktu 30 menit setelah mencapai rumen, sedangkan jenis lainnya dapat memakan waktu beberapa hari sebelum dapat di uraikan. Apabila dibandingkan dengan komponen NPN pada Protein Kasar yang dapat diuraikan dengan seketika ketika memasuki rumen.

Protein pada bahan pakan yang dapat terurai dengan cepat kebanyakan memiliki sifat mampu larut (*soluble*), pengukuran protein terlarut (*soluble protein*) pada skala laboratorium dapat dianggap menunjukkan proporsi dari protein kasar yang terurai, yang mana protein tersebut adalah zat yang paling cepat diuraikan di dalam rumen. Beberapa sumber protein terlarut (mis: tepung darah) relatif terurai lebih lambat.

Pada gambar 8 di bawah, hasil keluaran dari penguraian DIP ( sebagian besar adalah ammonia dan asam amino) digunakan untuk pembuatan sel mikroba untuk menggantikan sel sel mikroba lain yang tersapu bersama bahan pakan lain dari rumen, dan terutama, menuju usus kecil (*small intestine*).



Gambar 7. Aliran protein pada sapi laktasi. (Dairy Research & Technology Centre, University of Alabama).

Pada saat protein sedang diuraikan di dalam rumen, sisa bahan pakan (*feed residue*) juga mengalir keluar dari rumen menuju omasum, abomasum untuk selanjutnya

tiba di usus kecil. Oleh sebab itu, manakala kecepatan penguraian protein (di dalam rumen) kalah cepat dengan aliran keluar sisa bahan pakan, bahan protein tersebut lolos dari penguraian mikroba rumen. Hal ini disebut protein lepas (*escape atau bypass protein*). NRC menyebutnya sebagai UIP (*undegradable intake protein*).

Pada bahan pakan yang merupakan bahan protein lambat terurai, makin lambat tingkat perjalanan bahan (*passage rate*) tersebut melalui rumen, mikroba semakin memiliki kesempatan untuk menguraikan bahan tersebut dan membuat nilai UIP makin kecil. Passage rate akan meningkat manakala asupan makanan ditingkatkan. Oleh sebab itulah, nilai UIP akan lebih rendah manakala sumber bahan pakan protein lepas seperti tepung sereal jagung (*corn gluten meal*) diberikan pada sapi masa kering yang mengkonsumsi bahan kering (*dry matter*) sebanyak 2% bobot tubuh, dibandingkan sapi laktasi yang mengkonsumsi dua kali lebih banyak (4% bobot tubuh). Karena tempo dan irama penyimpanan rumen akan mempengaruhi tingkat kemampuan urai dari rumen, nilai pelepasan dari sebuah bahan pakan tidak konstan, tapi akan berubah ubah seiring dengan tingkat asupan pakan.

## STRUKTUR KELENJAR MAMMAE

### Anatomi

Sapi mempunyai empat kelenjar mammae yang menyatu dalam sebuah struktur, disebut ambing (gambar 8). Kelenjar mammae tersebut terletak di daerah inguinal, setiap kelenjar memiliki sebuah puting. Sebuah saluran langsung melalui puting merupakan perjalanan aliran susu yang telah diproduksi dan disimpan di kelenjar mammae. Walaupun bersatu, namun setiap kelenjar adalah unit unit yang terpisah. Sebagai contoh bila zat warna diinjeksikan pada sebuah puting, maka hanya puting tersebut yang teririgasi oleh zat warna.

Secara zoology, sapi termasuk hewan mamalia-berdarah panas, berbulu dan melahirkan anak yang menyusu pada periode tertentu cairan sekresi yang dikeluarkan oleh kelenjar mammae yang disebut susu. Jumlah kelenjar mammae dan posisinya pada tubuh, spesifik pada masing-masing ternak. Sebagai contoh, sapi memiliki empat kelenjar (quarter), masing-masing mempunyai ambing atau puting di bagian luar, sedang pada babi biasanya memiliki 10 atau lebih kelenjar mammae.

Tabel 4. Perbandingan kelenjar mammae pada beberapa ternak.

Spesies	Jumlah kelenjar mammae	Jumlah puting	Saluran dalam puting	Posisi kelenjar
Sapi	4	4	1	inguinal
Kuda	2	2	2	inguinal
Domba	2	2	1	inguinal
Kambing	2	2	1	inguinal
Babi	4 – 9 pasang	4 – 9 pasang	2	abdominal

Sumber : Beraden and Fuquay, 2004.

Fig.11 – 1 hal 143 foto kopi laktasi

Gambar 8. Diagram system pembuluh dalam satu quarter dari kelenjar mammae pada sapi, dengan ilustrasi sebuah lobus. Empat quarter menyatu pada sebuah kelenjar yang kompleks.

### **Morfologi**

Kelenjar mammae dapat dibagi menjadi jaringan yang mensupport dan jaringan yang terlibat dalam sintesa dan transportasi susu. Struktur jaringan yang menunjang/mensupport adalah kulit, ligamen dan jaringan konektif. Support yang utama berasal dari *ligamentum suspensory lateral* yang tidak elastis dan *ligamentum suspensory median* yang elastis.

Jaringan konektif terbagi dalam sintesa susu dan system transportnya ke beberapa bagian. Bagian yang paling besar disebut lobus. Lobus ini terbagi pula atas beberapa lobulus yang lebih kecil. Setiap lobulus terdiri dari 150 – 225 alveoli. Alveoli-alveoli itu kecil dan strukturnya menyerupai kantung yang bulat (gambar 9). Alveoli mempunyai lumen dan sejalan dengan sel-sel epithelial. Sel-sel epithelial adalah unit dasar sekresi susu dalam kelenjar mammae. Lebih dari setengah jumlah susu yang diproduksi



disimpan dalam lumen-lumen alveoli. Sisanya disimpan dalam pembuluh-pembuluh yang menuju lobulus dan lobus seperti terlihat pada gambar 8.

**Fig. 11 – 4. hal 145**

Gambar 9. Diagram alveolus yang menunjukkan lumen, sel-sel epithelial, sel-sel myoepithelial dan kapiler.

Suplay darah yang cukup kepada kelenjar mammae adalah sangat diperlukan untuk produksi susu. Nutrient yang dimanfaatkan dalam sintesa susu, berasal dari darah. Kira-kira 400 volume darah harus mengalir ke dalam kelenjar mammae untuk mensintesa 1 volume susu. ( Akers and Capuco, 2002). Suplay darah yang utama untuk kelenjar mammae pada sapi, kuda, domba dan kambing adalah dari arteri *pudic eksterna*. Pada babi, kelenjar mammaenya disuplay oleh arteri *pudic eksterna* dan arteri *thoracis ekstern*. Arter-arteri yang mempenetrasi cabang-cabang kelenjar mammae dan mengikuti jaringan konektif inilah yang membentuk lobus dan lobulus. Alveoli dikelilingi oleh sebuah network dari kapiler- kapiler arteri yang mentransfer nutrient yang digunakan dalam sintesa susu.

Network sel-sel myoepithelial meliputi seluruh permukaan alveoli dan pembuluh-pembuluh kecil yang mengalir lobulus. Sel-sel tersebut lembut, berfungsi seperti otot tetapi berasal dari ectodermal bukan mesodermal. Sel-sel tersebut berasal dari sel-sel epitelial. Sel-sel myoepithelial adalah jaringan kontraktile yang memegang peran penting dalam *milk ejection/ milk let down* (pengeluaran susu). Serat otot halus ditemukan pula di kelenjar mammae. Serat-serat tersebut berhubungan dengan ukuran arteri dan vena yang kecil serta mengontrol suplai darah kepada sel-sel sekretori.

### **Histologi Kelenjar Ambing**

Struktur kelenjar ambing tersusun dari jaringan parenkim dan stroma (*connective tissue*). Parenkim merupakan jaringan sekretori berbentuk kelenjar *tubulo-alveolar* yang mensekresikan susu ke dalam lumen alveol. Lumen alveol dibatasi oleh selapis sel epitel kuboid. Lapisan sel epitel ini dikelilingi oleh sel-sel myoepitel yang bersifat kontraktile sebagai responnya terhadap hormon *oxytocin* dan selanjutnya dikelilingi oleh stroma berupa jaringan ikat *membrana basalis*. Pembuluh darah dan kapiler terdapat pada jaringan ikat di antara alveol-alveol ini. Beberapa alveol bersatu membentuk suatu struktur lobulus dan beberapa lobulus bergabung dalam suatu lobus yang lebih besar. Penyaluran susu dari alveol sampai ke glandula sistemik melalui suatu sistem duktus yang disebut *ductus lactiferus* (Hurley 2000).

Sel yang melapisi alveol bervariasi penampilannya, tergantung aktivitas fungsionalnya. Pada keadaan kelenjar tidak laktasi, sel berbentuk kuboid. Bila aktif menghasilkan sekret (susu), selnya berbentuk silindris. Dan bila susu dicurahkan ke dalam lumen, meregang, sel-sel kembali berbentuk kuboid dengan ukuran yang jauh

lebih besar dan sel-sel penuh berisi sekret (Singh 1991). Sel-sel sekretoris alveol kaya akan ribosom, kompleks golgi dan droplet lemak serta banyak memiliki vakuol sekretoris (Russo dan Russo 1996).

### **Pengaturan hormone pada perkembangan dan fungsi kelenjar mam mae**

#### **Perkembangan mammae**

Perkembangan mamme (mammogenesis) dapat dibagi menjadi empat fase, yaitu perkembangan embrionik, perkembangan fetus, perkembangan pada periode pertumbuhan postnatal dan perkembangan selama kebuntingan. Perkembangan pertama pada embrio terlihat adanya mammary band yaitu area sel-sel epithelial yang kecil dan tebal, yang pada sapi dapat terlihat kira-kira pada umur 30 hari. Kelenjar mamme ini berasal dari ectodermal. Pada tahap perkembangan selanjutnya adalah garis mammae (*mammary line*), pusat mamme (*mammary crest*), tonjolan mammae (*mammary hillock*) dan pucuk mammae (*mammary bud*). Pucuk atau kuncup mammae ini dapat terlihat pada bagian awal periode fetus. Pada sapi, pucuk mammae dapat ditemukan di bagian tengah garis ventral dari embrio dan selanjutnya tumbuh ke bagian depan dan belakang quarter. Sedikit bukti yang menunjukkan bahwa perkembangan mamme embrional ini dibawah control hormonal. Pucuk/kuncup mammae ini terlihat pada kedua jenis embrio jantan dan betina maka hal ini juga sebagai tanda awal dari pola perkembangan kelenjar jantan dan betina.

Pada individu betina, tahap pucuk mammae ini diikuti dengan perkembangan puting. Kecambah primer ( *primary sprout* ) akan membentuk jaringan mamme fetus pada tiga bulan kebuntingan. Kecambah primer ini merupakan awal jaringan sekresi susu terbentuk. Sebelum akhir masa kebuntingan kecambah sekunder dan tertier juga

terbentuk. Pengaturan pada fase ini belum sepenuhnya dimengerti, namun ada bukti adanya pengaruh endokrin. Prolaktin yang bekerja sinergis dengan insulin, hormone steroid dari cortex adrenal dan progesterone adalah hormon-hormon yang mungkin menstimulasi perkembangan ini.

Setelah lahir, mammae tumbuh terus dengan kecepatan tumbuh seperti umumnya pertumbuhan badan sampai kira-kira umur 3 bulan. Dari umur tiga bulan sampai sebelum pubertas, kecepatan tumbuh mammae lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan badan. Growth hormone terlibat sebagai regulator pada pertumbuhan ini.

Setelah pubertas, kelenjar mammae akan dihadapkan pada siklus yang membutuhkan peningkatan estrogen dan progesterone. Efek dari estrogen adalah pada perkembangan pembuluh, sedang progesterone menstimulus perkembangan lobulus.

Setelah kebuntingan, perkembangan mammae akan berlanjut, dengan kecepatan perkembangan yang tinggi pada akhir masa kebuntingan, yang paralel dengan kecepatan pertumbuhan fetus. Konsentrasi progesteron tinggi sepanjang masa kebuntingan, walaupun lebih tinggi pada awal kebuntingan, sementara konsentrasi estrogen lebih tinggi pada akhir masa kebuntingan yaitu pada periode pertumbuhan terbesar dari kelenjar mammae. Kedua hormone tersebut adalah sebagai regulator yang penting bagi perkembangan fungsi jaringan mammae yang potensial untuk sekresi susu. Secara demonstrasi menunjukkan bahwa sapi yang tidak bunting dan sapi dara dapat diinduksi menjadi laktasi

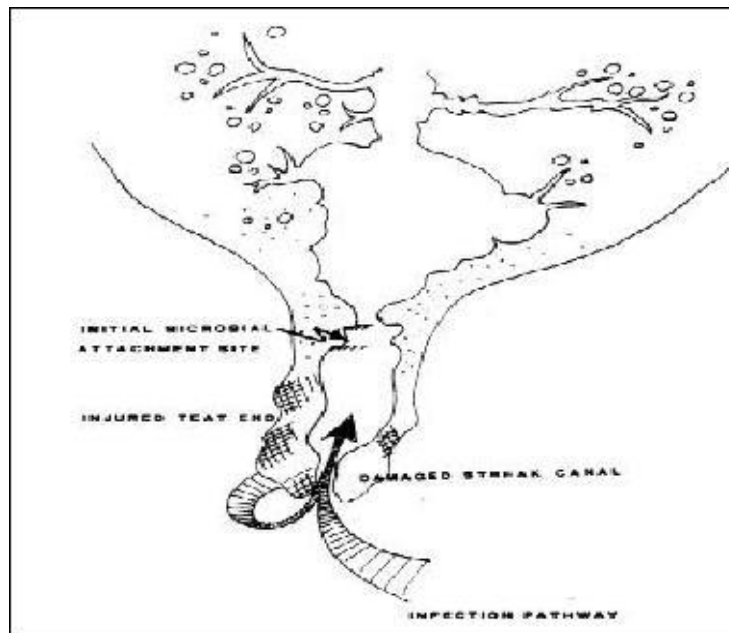
## **Sekresi susu**

### ***Milk ejection***

## Masalah yang sering timbul pada sapi laktasi

### Mastitis

Duval (1997) menjelaskan bahwa proses infeksi pada mastitis terjadi melalui beberapa tahap, yaitu adanya kontak dengan mikroorganisme dimana sejumlah mikroorganisme mengalami multiplikasi di sekitar lubang puting (*sphincter*), kemudian dilanjutkan dengan masuknya mikroorganisme akibat lubang puting yang terbuka ataupun karena adanya luka (Gambar10). Tahap berikutnya, terjadi respon imun pada induk semang. Respon pertahanan pertama ditandai dengan berkumpulnya leukosit-leukosit untuk mengeliminasi mikroorganisme yang telah menempel pada sel-sel ambing. Apabila respon ini gagal, maka mikroorganisme akan mengalami multiplikasi dan sapi dapat memperlihatkan respon yang lain, misalnya demam.



Gambar 10. Jalan masuk bakteri melalui puting ambing menuju kelenjar susu (Hurley dan Morin 2000).

Hurley dan Morin (2000), menjelaskan bahwa peradangan pada ambing diawali dengan masuknya bakteri ke dalam ambing yang dilanjutkan dengan multiplikasi. Sebagai respon pertama, pembuluh darah ambing mengalami vasodilatasi dan terjadi peningkatan aliran darah pada ambing. Permeabilitas pembuluh darah meningkat disertai dengan pembentukan produk-produk inflamasi, seperti *prostaglandin*, *leukotrine*, *protease* dan metabolit oksigen toksik yang dapat meningkatkan permeabilitas kapiler ambing. Adanya filtrasi cairan ke jaringan menyebabkan kebengkakan pada ambing. Pada saat ini terjadi *diapedesis*, sel-sel fagosit (PMN dan makrofag) keluar dari pembuluh darah menuju jaringan yang terinfeksi dilanjutkan dengan fagositosis dan penghancuran bakteri. Tahap berikutnya, terjadi proses persembuhan jaringan.

Hurley dan Morin (2000) lebih lanjut menjelaskan, bahwa terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi kemampuan kelenjar ambing untuk bertahan dari infeksi, di antaranya adalah : jaringan yang menjadi kurang efektif pada umur tua, PMN yang terlalu muda pada kelenjar dan adanya PMN yang tidak memusnahkan bakteri tapi sebaliknya malah melindungi bakteri dari proses penghancuran berikutnya. Hal lain juga disebabkan karena adanya komponen lipid pada susu yang kemungkinan menghambat reseptor Fc pada leukosit, menyebabkan degranulasi yang berlebihan dan meningkatnya gejala peradangan. Lemak dan casein susu yang tertelan oleh PMN dapat menyebabkan kegagalan PMN dalam proses *ingesti* bakteri. Kemampuan PMN dalam fagositosis dan membunuh bakteri juga dapat menurun pada keadaan defisiensi vitamin E atau selenium.

Pemusnahan bakteri melalui sistem *oxygen respiratory burst* membutuhkan oksigen yang lebih banyak, namun kadar oksigen pada susu jauh lebih rendah daripada konsentrasi oksigen dalam darah. Demikian juga glukosa sebagai sumber energi pada

susu sangat rendah konsentrasinya, padahal untuk fagositosis diperlukan energi yang lebih tinggi. Di samping itu, susu mengandung komponen opsonin (seperti : imunoglobulin dan komplemen) yang relatif sedikit dan dalam susu hampir tidak ada aktivitas lisosim (Hurley and Morin 2000).

### **Ketosis**

Sapi perah yang memproduksi tinggi sangat mudah menderita ketosis, suatu kondisi yang sering terjadi pada awal laktasi. Hal ini terjadi akibat metabolisme sapi yang bekerja keras untuk memproduksi susu secara terus menerus. Sapi memetabolisme lemak tubuhnya untuk memproduksi susu, menghasilkan sejumlah besar badan keton dalam *liver* atau hati. Hal ini dapat merusak hati dan menjadikan sapi tidak sehat.

### **Kelumpuhan**

Kelumpuhan merupakan hal yang menyakitkan dan menjadi issue serius pada kesejahteraan ternak ( animal welfare). Rata-rata kelumpuhan yang terjadi pada sekelompok ternak perah di Inggris adalah 55 kasus setiap 100 ekor sapi. Sapi dengan produksi tinggi sangat rentan terhadap kelumpuhan karena penyimpangan metabolisme yang terjadi.

### **Bovine Somatotropin (BST)**

Bovine Somatotrophin (BST) adalah growth hormone yang dimiliki oleh sapi secara genetic dan berfungsi meningkatkan produksi susu 10 – 20 %. Penggunaan BST secara eksogen dilarang di negara-negara Uni Eropa. Namun pelarangan ini tidak berlaku bagi produk-produk daging dan susu seperti ice cream yang diimport dari negara-negara lain termasuk Amerika Serikat dimana BST tetap digunakan. Penggunaan BST yang diinjeksikan dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang serius serta dapat

meningkatkan kejadian mastitis pada penggunaan yang lama bahkan dapat terjadi gangguan pencernaan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Duval J. 1997. Treating mastitis without antibiotics. Ecological Agriculture Projects. <http://www.eap.mcgill.ca/Publications/EAP69.htm>. [15 - 08 - 2006].
- Hurley WL and Morin DE. 2000. Mastitis Lesson A.. Lactation Biology. ANSCI 308. <http://classes.aces.uiuc.edu/Ansci308/>. [15 - 08 - 2006].
- Hurley WL. 2000. Mammary tissue organization. Lactation Biology. ANSCI 308. <http://classes.aces.uiuc.edu/Ansci308/>. [15 - 08 - 2006].