

UPT-PUSTAK-UNDIP

No. Daft.: 705/CI/FPT/C.

Tgl. : 13 - 5 - 2004

MODUL MATERI KULIAH POKOK BAHASAN

**TINJAUAN KOMPOSISI DAN
SIFAT – SIFAT AIR SUSU (MILK)**

Oleh :
Ir. Masykuri, MP



FAKULTAS PETERNAKAN UNIVERSITAS DIPONEGORO
S E M A R A N G

2003

KATA PENGANTAR

Untuk memenuhi tercapainya Tujuan Instruksional Khusus (TIK) dan Tujuan Instruksional Umum (TIU) mata kuliah Dasar-dasar Teknologi Hasil Ternak pada Mahasiswa Jurusan Produksi Ternak dan Nutrisi Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, maka pada masing-masing pokok bahasan yang menjadi tugas kami akan kami paparkan dalam bentuk modul materi kuliah. Adapun modul materi kuliah pokok bahasan kali ini berjudul : "TINJAUAN KOMPOSISI DAN SIFAT-SIFAT AIR SUSU (MILK)".

Modul materi kuliah pokok bahasan ini disusun sesingkat mungkin, dengan maksud dalam tatap muka nanti supaya timbul diskusi lebih lanjut dan terarah, serta mahasiswa ikut secara aktif membaca dan mempelajari literatur-literatur yang berkaitan.

Mudah-mudahan modul materi kuliah pokok bahasan ini dapat memperlancar proses belajar mengajar, sehingga Tujuan Instruksional Khusus (TIK) dan Tujuan Instruksional Umum (TIU) dari mata kuliah : Dasar – dasar Teknologi Hasil Ternak dapat tercapai.

Semarang, 25 Maret 2003

Penulis

Ir. Masykuri, MP
NIP : 131285570,

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
TINJAUAN KOMPOSISI DAN SIFAT-SIFAT AIR SUSU (MILK).....	1
- Batasan Pengertian Air Susu (Milk)	1
- Komposisi Air Susu (Milk)	1
- Sifat – sifat Air Susu (Milk)	10
DAFTAR PUSTAKA	12

TINJAUAN KOMPOSISI DAN SIFAT-SIFAT AIR SUSU (MILK)

Batasan Pengertian Air Susu (Milk)-

Batasan yang akan dikemukakan disini sudah tentu, sesuai dengan ruang lingkup (kepentingan) yang diperlukan.

Di Amerika, Lembaga Pelayanan Kesehatan Masyarakat atau "United State Public Health Service" (Salle, 1961), memberi batasan bahwa air susu adalah sekresi kelenjar susu yang bebas dari kolustrum dan diperoleh sebagai hasil pemerahan sempurna dari seekor atau lebih sapi-sapi yang sehat, dimana kadar bahan kering tanpa lemak tidak kurang dari 8,25 % dan kadar lemak tidak kurang dari 3,25 %.

Di Indonesia, Melk Codex (1914) memberi batasan bahwasanya air susu merupakan cairan yang diperoleh dengan jalan pemerahan seekor sapi atau lebih, secara teratur tidak terputus-putus, secara sempurna dan tidak ditambah atau dikurangi sesuatu apapun, mempunyai berat jenis minimal 1,027 pada temperatur 27,5° C dan kadar lemak minimal 2,8 %. Kemudian SK Dirjen Peternakan No. 17/Kpts/DJP/Deptan/83, memberi batasan bahwasanya air susu murni adalah cairan yang berasal dari ambung sapi-sapi yang sehat, yang diperoleh dengan cara pemerahan yang benar dan tanpa mengurangi atau menambah sesuatu komponen.

Komposisi Air Susu (Milk)-

Komposisi air susu dapat dilihat pada tabel 1.

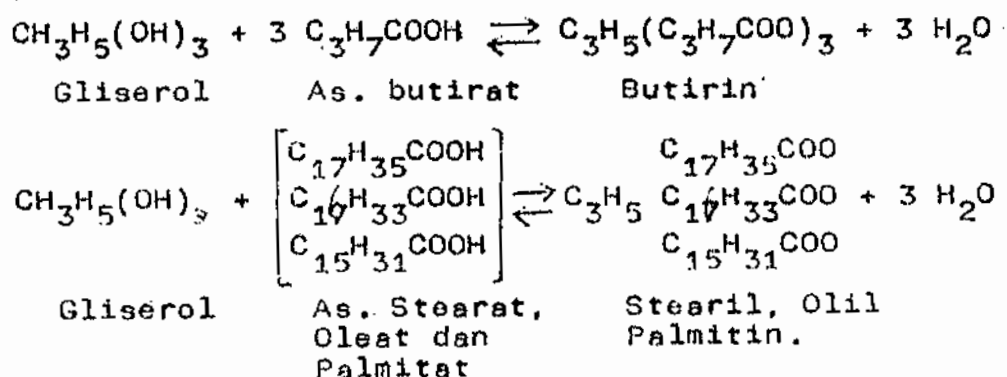
Tabel 1: Komposisi Air Susu,

Komposisi	Air Susu Normal		Kolustrum ³⁾
	Variasi ¹⁾	Rata-rata ²⁾	
Air	82,0 - 90,0	87,2	71,69
Lemak	2,5 - 8,0	3,7	3,37
Protein	2,7 - 5,0	3,5	20,68
(Kasein)	(2,3 - 4,0)	(2,8)	(4,83)
(Protein whey)	(0,4 - 1,0)	(0,7)	(15,85)
Laktosa	3,5 - 6,0	4,9	2,48
Mineral	0,5 - 0,9	0,7	1,78

Sumber: 1) Atherton & Newlander (1977)

2) Saley et al (1973)

Lemak.-- Lemak (lipida) yang terdapat dalam air susu, terbentuk sebagai Triglisierida, Phospholipid dan Sterol. Triglisierida adalah suatu senyawa yang terdiri dari 1 molekul Gliserol dan 3 molekul Asam Lemak. Triglisierida keberadaannya dalam air susu berbentuk globula, dan berjumlah 98 sampai 99 % dari total lemak/lipida yang terdapat dalam air susu. Berikut ini adalah contoh dari lemak Triglisierida yang terdapat dalam air susu:



Ada sekitar 60 jenis Asam Lemak terdapat dalam air susu. Asam Lemak yang keberadaannya dalam air susu cukup besar, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2: Persentase Asam Lemak

=====	
Asam Lemak	Persentase Rata-rata dari Keseluruhan Asam Lemak
1. Asam Butirat	2,93
2. Asam Kaproat	1,90
3. Asam Kaprilat	0,79
4. Asam Kaprat	1,57
5. Asam Laurat	5,85
6. Asam Miristat	19,78
7. Asam Palmitat	15,17
8. Asam Stearat	14,91
9. Asam Oleat	31,90
10. Asam Linoleat	4,50
=====	

Sumber: Atherton & Newlander (1977).

Pada tabel 2 di muka dapat diperinci sebagai berikut:

- Asam Lemak nomor 1 sampai 5 : merupakan Asam Lemak Volatil.
- Asam Lemak nomor 6 sampai 10: merupakan Asam Lemak Non-volatil.
- Asam Lemak nomor 1 sampai 4: merupakan Asam Lemak "Soluble" (terlarut dalam air).
- Asam Lemak nomor 5 sampai 10: merupakan Asam Lemak "Insoluble" (tak larut).
- Asam Lemak nomor 1 sampai 8: merupakan Asam Lemak Jenuh.
- Asam Lemak nomor 9 sampai 10: merupakan Asam Lemak Takajenuh.

Phospholipida yang terdapat dalam air susu, berupa suatu lapisan membran yang melapisi globula lemak Trigliserida. Phospholipida air susu terutama adalah lecithin, sphingomyelin dan cepelin; dan persentasenya berkisar 0,2 sampai 1,0 % dari total lemak/lipida air susu.

Diameter globula lemak (Trigliserida dan lapisannya) adalah berkisar: 0,001 - 0,01 mm atau 1 mikron - 10 mikron (Atherton & Newlander, 1977), sedangkan Mochamad Adnan (1984) menyebutkan berkisar 0,1 mikron sampai 15 mikron.

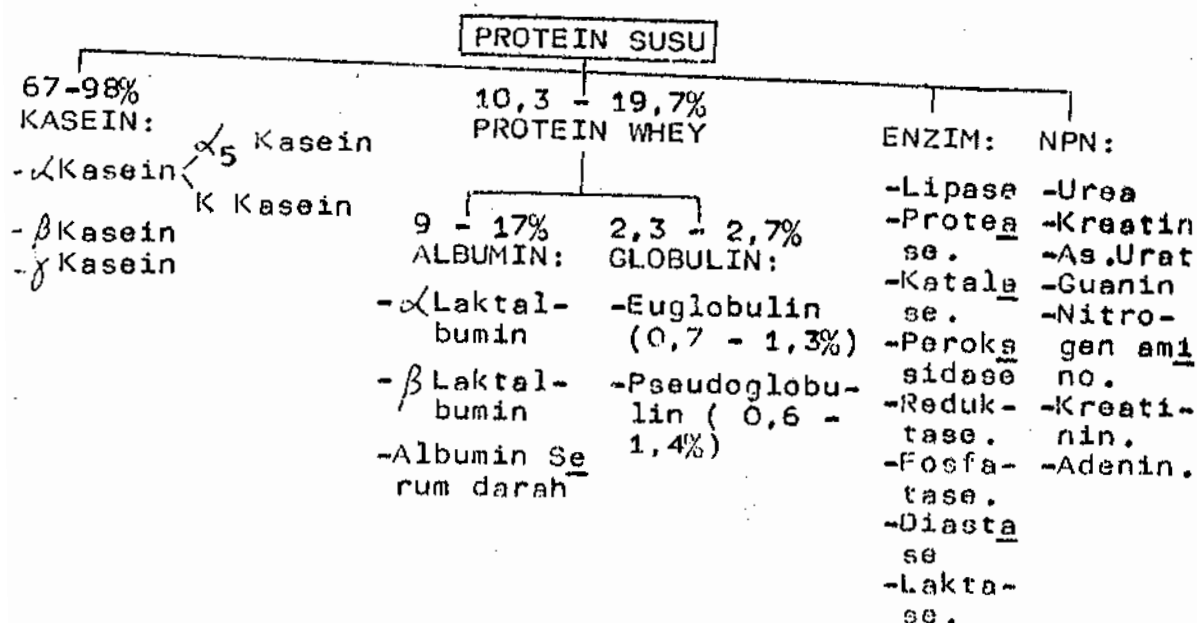
Segi positif dari globula lemak yang besar adalah pada waktu proses "churning" dalam pembuatan mentega, maka lapisan "cream" akan lebih cepat terbentuk. Sedangkan kendalanya atau hambatannya adalah bila digunakan dalam pembuatan es-krim, maka harus dilakukan proses homogenisasi sehingga lemaknya dapat terdispersi secara merata dalam adonan es-krim.

Sifat-sifat dari globula lemak, antara lain mempunyai titik lebur pada temperatur 32°C - 36°C (rata-rata: 34°C), berat jenis pada 21°C : 0,93 atau berat jenis pada 57°C - 60°C : 0,892; serta larut dalam etil ether, karbon tetrahlorida, khloroform dan benzena.

Bagian lemak susu yang tidak larut dalam ether, adalah sterol. Sterol ini keberadaannya ada yang bebas (di luar globula lemak), adapula yang terikat sebagai ester (bersenyawa dengan asam-asam lemak). Persentase Sterol ber

kisar 0,25 - 0,40 % dari total lemak/lipida dalam air susu. Sterol utama yang dijumpai dalam air susu adalah Kolesterol.

Protein Susu.-- Protein susu terdiri atas: Kasein, Protein whey (Albumin dan Globulin), Enzim dan Non-protein nitrogen (NPN). Adapun untuk lebih mudah memahaminya, dapat dilihat pada ilustrasi 1.



Ilustrasi 1: Macam Protein Susu.

Kasein.- Kasein tersusun oleh elemen: karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur dan fosfor. Diameter partikel Kasein kurang lebih 80 milimikron (Atherton & Newlander, 1977), sedangkan Mochamad Adnan (1984) menyebut berdiameter antara 30 sampai 300 milimikron.

Kasein keberadaannya dalam air susu berkombinasi/berikatan dengan garam kalsium fosfat, sehingga disebut: Kalsium Kaseinat atau Kalsium Kaseinat Fosfat Micell ataupun Kalsium Kaseinat Fosfat Kompleks.

Dalam air susu, kasein terdispersi secara koloid. Dalam substansi padat, kasein tak membentuk kristal, berwarna putih, tak berasa dan tak berbau, serta bersifat higroskopis. Kasein mempunyai berat molekul: 12.800 - 375.000, berat jenis 1,25 - 1,31 dan titik iso-elektrisnya terjadi pada pH 4,6 -

Penggumpalan Kasein dalam air susu, terjadi bilamana ikatan garam kalsium fosfat dengan Kasein telah terlepas. Terlepasnya ikatan tersebut, antara lain disebabkan oleh peningkatan keasaman air susu oleh terbentuknya asam laktat karena aktifitas mikroorganisme. Bilamana keasaman telah mencapai pH 4,6 - 4,7, maka Kasein akan terlepas dan menggumpal.

Pemberian enzim Rennin, dapat pula menggumpalkan Kasein dalam bentuk parakasein.

Selain itu penggumpalan Kasein dapat dilakukan, dengan pemberian/penjenuhan dengan garam dapur. Begitu pula pemanasan air susu pada temperatur 100°C selama 12 jam atau 130°C selama 1 jam ataupun 150°C selama 3 menit dapat menggumpalkan Kasein. Penggumpalan atau pengendapan oleh enzim selain Rennin adalah Pepsin, Bromelin dan Ficin.

Kegunaan Kasein dalam industri, antara lain:

- Sebagai bahan utama dalam pembuatan keju.
- Dalam industri daging, dipakai sebagai bahan untuk mencegah terjadinya "drip" (kehilangan cairan).
- Untuk "fortifikasi" suatu bahan makanan, karena seperti kita ketahui Kasein merupakan protein berkualitas tinggi dengan mengandung seluruh asam-asam amino esensial.
- Sebagai bahan pembuatan lem, plastik dan cat yang larut dalam air.

Albumin.- Albumin tersusun oleh elemen: karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur. Berat molekul Albumin: 1.000- 25.000. Albumin, umumnya dianggap terdispersi sebagai larutan sejati, tetapi ada beberapa peneliti yang mengatakan sebaiknya dikatakan terdispersi sebagai larutan koloidal. Pada temperatur biasa (tanpa pemanasan), penambahan Rennin ataupun asam tidak dapat mengendapkan albumin. Tetapi bila dilakukan pemanasan pada temperatur $74 - 80^{\circ}\text{C}$ dengan penambahan sedikit asam ataupun Rennin, akan mengendapkan Albumin.

Globulin.- Globulin mempunyai elemen: karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur dan fosfor. Pada temperatur biasa (tanpa pemanasan/suhu kamar), penambahan Rennin ataupun asam pada air susu tidak akan dapat mengendapkan Globulin. Tetapi pada temperatur tinggi ($>74^{\circ}\text{C}$), Globulin bersama-sama dengan Albumin akan mengendap/menggumpal. Globulin dapat dipisahkan dari Albumin, dengan penambahan MgSO_4 . Euglobulin tidak larut dalam air yang dicampur 0,06 % NaCl, tetapi akan larut dalam air yang dicampur 0,6 % NaCl. Sedangkan Pseudoglobulin (Immunoglobulin) larut dalam air, tetapi akan mengendap bila ditambah Alkohol. Immunoglobulin berguna sebagai "Antibodies", dan jumlahnya sangat besar dalam Kholustrum.

Immunoglobulin dalam air susu, terdapat baik dalam bentuk monomer maupun polimernya. Bentuk monomer terdiri atas 4 rantai molekul, yaitu: 2 rantai molekul peptida yang pendek dimana berat molekulnya kira-kira 20.000 dan 2 rantai molekul peptida yang panjang dengan berat molekul 50.000 - 70.000. Immunoglobulin ini dapat dihidrolisa oleh Papain, dengan memutus 2 jenis rantai molekul peptida tersebut.

Enzim.- Enzim adalah suatu senyawa organik yang disekresikan oleh sel hidup, dan berfungsi sebagai Katalisator. Dlaporkan ada 15 - 20 enzim yang terdapat dalam air susu. Enzim yang perlu diketahui dalam air susu, adalah: lipase, protease, katalase, peroksidase, reduktase, fosfatase, dan laktase.

Lipase dapat membantu memecah Trigliserida menjadi asam-asam lemak. Bilamana asam butirat yang terbebaskan tinggi, maka dapat menyebabkan air susumenjadi tengik. Ke tengikan air susu dapat dideteksi dengan uji rasa ataupun diukur tegangan permukaannya. Air susu normal mempunyai tegangan permukaan: 49 - 51 dyne per Cm, sedangkan air susu yang telah "ransid" kurang dari 49 dyne per Cm. Enzim lipase inaktif pada lingkungan yang bertemperatur 40°C , dan mengalami kerusakan pada temperatur $\geq 55^{\circ}\text{C}$.

Protease dapat membantu memecah protein menjadi pepton dan asam-asam amino. Dengan demikian Protease berguna dalam proses pematangan dalam pembuatan keju. Enzim protease ini inaktif pada lingkungan yang bertemperatur $74 - 80^{\circ}\text{C}$.

Katalase, keberadaannya dalam air susu meningkat bila-
mana dalam air susu terdapat bakteri Mastitis dan Leucocyte. Enzim ini inaktif pada temperatur $66 - 71^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit. Bilamana ~~air~~ susu ditambahkan Hidrogen peroksida, menghasil-
gas Oksigen; berarti dalam air susu tersebut terdapat Kata-
lase.

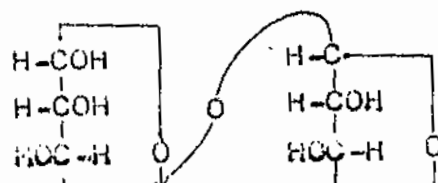
Peroksidase dalam air susu akan inaktif pada tempera-
tur 80°C . Bilamana air susu ditambahkan Hidrogen peroksida dan Paraphenylene hidrogen khlorida, akan timbul gas Oksi-
gen dan terjadi warna biru dalam air susu'.

Reduktase dalam air susu dihasilkan oleh bakteri. En-
zim ini inaktif pada temperatur 80°C . Bilamana air susu di-
tambahkan Methylene Blue, dan warna birunya kemudian hilang
; berarti dalam air susu tersebut terdapat enzim Reduktase.

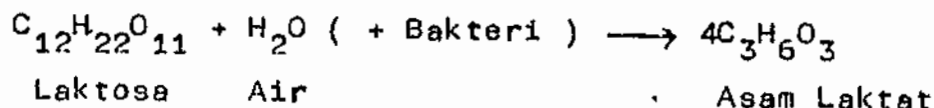
Fosfatase dalam air susu inaktif pada temperatur $62 - 65^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit. Bilamana air susu ditambahkan Disodi-
um fenil fosfatase, menghasilkan Fenol fosfat (tak berwar-
na); berarti dalam air susu tersebut terdapat enzim Fosfat-
ase.

Laktase dihasilkan oleh sel mikrobial tertentu yang
terdapat dalam air susu. Laktase membantu memecah Laktosa
menjadi Glukosa dan Galaktosa. Selanjutnya Monosakarida
tersebut dapat terurai lebih lanjut menjadi asam laktat,
alkohol dan senyawa-senyawa lain (tergantung jenis fermentasi).

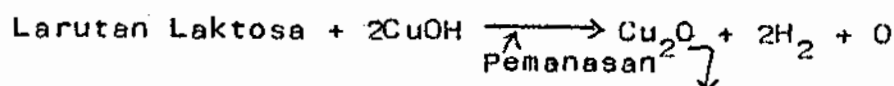
Laktosa.-- Laktosa atau gula susu, rumus molekulnya
adalah: $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Sedangkan rumus bangunnya:



Aksi bakteri pembentuk asamian yang mula-mula beraksi merombak Laktosa menjadi Asam Laktat.



Laktosa dalam air susu termasuk golongan gula mereduksi, karena bila ditambahkan CuOH dengan pemanasan akan menghasilkan endapan merah Cu₂O.



Vitamin dan Mineral.-- Macam vitamin yang dijumpai dalam air susu dapat dilihat pada tabel 3. Adapun mineral yang dijumpai dalam air susu dapat dilihat pada tabel 4 dan 5.

Tabel 3: Vitamin dalam Air Susu

=====	
Vitamin-vitamin	• Mikrogram per 100 gram
	• Air Susu
=====	
Vitamin A (Retinol)	• 35,00 (di musim panas)
	• 26,00 (di musim dingin)
Karoten	• 25,00 (di musim panas)
	• 12,00 (di musim dingin)
Vitamin D	• 0,02
Thiamin (B ₁)	• 45,00
Riboflavin (B ₂)	• 180,00
Asam nikotenat	• 80,00
Asam pantothenat	• 320,00
Piridoksin (B ₆)	• 40,00
Biotin	• 2,50
Asam folat	• 6,00
Vitamin B ₁₂	• 0,35
Vitamin C	• 2000,00
=====	

Sumber: Porter (1975)

Selain itu dapat dideteksi juga adanya vitamin E, kolin, inositol dan vitamin B_x (P amino benzoic acid).

Tabel 4: Mineral Utama dalam Air Susu

Mineral Utama	P e r s e n t a s e	
	(1)	(2)
Kalsium	0,128	0,12
Fosfor	0,100	0,10
Potassium	0,153	0,15
Klorin	0,114	0,11
Magnesium	0,013	0,01
Sodium	0,055	0,05

Sumber: (1) Judkins & Koener (1966)
(2) Bambang Wikantadi (1978)

Semua mineral terdispersi sebagai larutan sejati, kecuali kalsium, magnesium dan fosfor; dimana masing-masing sebesar 75 %, 80 % dan 56 % terikat secara fisis dan kimia dengan kaseinat, fosfat dan sitrat.

Tabel 5: Mineral "trace" dalam Air Susu

Mineral "Trace"	p p m (part per million)
Arsenikum	0,050
Boronium	0,200
Kobalt	0,001
Kuprum	0,130
Fluor	0,150
Jodium	0,040
Besi	0,450
Mangan	0,030
Molibdenum	0,050
Zinc	3,700

Sumber: Bambang Wikantadi (1978)

Gas-gas.-- Gas yang terdapat dalam air susu adalah: oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2) dan nitrogen. Adanya gas-gas tersebut, disebabkan kontak dengan udara selama pemerahan hingga sampai ke konsumen.

Air.-- Air keberadaannya dalam air susu mempunyai persentase yang terbesar, yakni berkisar 82,0 - 90,0 %. Air berguna untuk dispersi (menyebarnya) bahan-bahan padat.

Bahan-bahan padat yang terdapat dalam air susu, ada yang terdispersi dalam air sebagai larutan sejati, koloid dan emulsi. Bahan padat yang terdispersikan sebagai larutan sejati adalah: laktosa, vitamin selain A D E K, mineral dan NPN. Kemudian yang terdispersikan sebagai koloid adalah: protein, enzim, garam dan mineral yang terikat dalam "micell". Adapun lemak, fosfolipid, vitamin A D E K, dan sterol terdispersi secara emulsi.

Sifat-sifat Air Susu (Milk)-

Sifat-sifat air susu segar dipengaruhi oleh komposisi yang menyusunnya (gabungan dari sifat-sifat komponen/konstituen yang menyusun) dan perubahan-perubahan yang terjadi pada komponen-komponen yang menyusun akibat kerusakan atau pemalsuan selama penanganan hingga ke konsumen.

Warna air susu adalah: putih hingga putih kekuning-kuningan. Warna tersebut merupakan hasil resultan seluruh komponen yang menyusunnya. Sedikit kekuning-kuningan yang terlihat merupakan sumbangan warna dari karoten yang terkandung di dalamnya. Penyimpangan warna mungkin dijumpai, seperti: putih kebiru-biruan yang disebabkan oleh penambahan air yang cukup banyak. Demikian pula bila dijumpai putih kemerah-merah yang disebabkan oleh adanya erythrocyt-erythrocyt atau haemoglobin-haemoglobin, kemungkinan sapiunya terserang Mastitis.

Bau dan rasa air susu adalah spesifik. Umumnya air susu sedikit manis, karena kandungan laktosa. Air susu sangat mudah menyerap bau, hal ini karena kandungan butir-butir lemak. Oleh karena itu saat diperah harus jauh dari kotoran.

Berat jenis normal air susu berkisar 1,027 - 1,035 ; yang diukur pada temperatur (air susu) 27,5°C. Pengukuran berat jenis dilakukan setelah 3 jam pemerahan.

Viskositas air susu normal berkisar 1,5 - 2,0 centi poise, pada temperatur (air susu) 20°C.

Titik beku air susu normal berkisar -0,52 sampai -0,57 derajat Celcius. Sedangkan titik didih normal air susu ber-

kisar $100 - 101^{\circ}\text{C}$.

pH air susu normal berkisar $6,5 - 6,7$. Kemudian derajat asam (Soxlet Henkel) air susu normal berkisar $4,5 - 7,0^{\circ}\text{SH}$. Keasaman air susu segar (normal) yang diperhitungkan sebagai persentase asam laktat berkisar $0,14 - 0,18\%$, tetapi ada literatur/referensi yang menyebutkan bahwa persentase keasaman (asam laktat) sebesar $0,24\%$ masih dianggap normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1914. Melk, Voorschriften Voor Het Onderzoek en De Oordeeling van Levensmiddelen. Samengesteld Door De Bij Gouvernements Besluit van 3 November 1914 No. 48 Ingeestelde Voedingsmiddelen Commissie.
- Atherton, H.V., and J.A. Newlander. 1977. Chemistry and Testing of Dairy Products. Avi Publishing Co, Westport.
- Bambang Wikantodi. 1978. Biologi Laktasi. Diterbitkan oleh Bagian Ternak Perah Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards; G.H. Fleet; and M. Wootton. 1978. Food Science. Australian Vice-Chancellors Committee.
- Campbell, J.R., and R.T. Marshall. 1975. The Science of Providing Milk for Man. McGraw-Hill Book Company.
- Davis, J.G., and F.D. MacDonald. 1953. Dairy Chemistry. Charles Griffin & Company, Ltd.
- Eckles, C.H., W.R. Combs; and H. Macy. 1976. Milk and Milk Products. Tenth Edition McGraw-Hill Publishing Company Ltd., Bombay New-Delhi.
- Foley, C.R; D.L. Bath; F.M. Dickinson; and H.A. Tucker. 1973. Dairy Cattle Principles, Practices, Problems and Profits. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Lampert, L.M. 1970. Modern Dairy Products. Chemical Publishing Company, Inc., New-York.
- Mochamad Adnan. 1934. Kimia dan Teknologi Pengolahan Susu. Edisi kedua Cetakan pertama. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Nelson, J.M. and G.M. Trout. 1965. Judging Dairy Products. The Olson Publishing Company.
- Porter, J.W.G. 1975. Milk and Dairy Foods. Oxford University Press, Oxford, England.
- Potter, N.N. Food Science. 1973. 2nd. ed. The Avi Publishing Company, Inc. Westport Connecticut.
- Ressang, A.A. dan A.M. Kasitien. 1963. Pedoman Masa Pelajaran Ilmu Kesehatan Susu. Edisi pertama. Institut Pertanian Bogor.
- Saife A.J. 1961. Fundamental Principles of Bacteriology. 5th. ed. McGraw-Hill Book Company, Inc. Westport Connecticut London.

Webb, B.H., A.M. Johnson and J.A. Alford, 1974. Fundamentals of Dairy Chemistry. The Avi Publishing Company., Inc. Westport Connecticut.