

PERBANDINGAN KINERJA AKTIVATOR[®] SISTEM LAKTOPEROKSIDASE (*Lactoperoxidase System*) DALAM PENGAWETAN SUSU DENGAN VOLUME YANG BERBEDA (Effectiveness of Lactoperoxidase System Activator[®] in Milk Preservation of Different Volume)

H. FIRMANSYAH¹, R.R. A. MAHESWARI¹ dan B. BAKRIE²

¹ Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

² Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jakarta

ABSTRACT

A raw milk preservation method was developed by FAO to reactivate the LP-s in raw milk by adding a certain amount of hydrogen peroxide and thiocyanate within 2 hours of milking. This would maintain the keeping quality of raw milk for 6-8 hours at ambient tropical temperature (30°C). For this purpose, FAO has produced an Activator[®] package containing of hydrogen peroxide and thiocyanate which is designed to preserve 50 liters volume of milk. Due to the possibility of the concentration of thiocyanate in Indonesian milk is different from the European milk, the effectivity of the package may also be different. This experiment was conducted in order to assess the suitability of applying this package for preserving the raw milk in Indonesia. Four treatments were compared including: a). untreated milk as control (P-1), b). Activator[®] package added to 50 liters of milk (P-2), c). Activator[®] package added to 40 liters of milk (P-3), and d). Activator[®] package added to 30 liters of milk (P-4). Evaluation was made at two hourly intervals until deterioration occurred to the milk which was declared through a series of tests including alcohol, pH, acidity and density. The level of thiocyanate in the milk was also measured at before and after the addition of the Activator[®]. It was found that the milk contained only 1.33 ppm of thiocyanate and it was increased to 3.83, 6.56 and 8.89 ppm when Activator[®] was added to 50, 40 and 30 liters of milk. These levels are far below the expected level that the Activator[®] is prepared to raise the thiocyanate level to 15 ppm in the milk. According the results obtained from this experiment based on the series of tests conducted, it is concluded that the Activator[®] package is more effective and suitable to be used in preserving 30 liters of Indonesian milk.

Key words : Milk, preservation, lactoperoxidase system, activator

PENDAHULUAN

Susu merupakan bahan makanan yang cepat rusak (*perishable*). Kandungan nutrisi dan kadar air yang tinggi disertai dengan nilai pH susu yang mendekati normal menyebabkan susu merupakan medium yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme. Serangkaian tindakan pengamanan susu perlu dilaksanakan dengan tujuan untuk menghindari penurunan mutu dan mencegah kerusakan susu.

Salah satu penanganan yang dilakukan dalam usaha mengawetkan susu yaitu dengan mengaktifkan antibakteri dalam susu. Zat antibakteri yang terdapat dalam susu diantaranya : *immunoglobulin*, *lysozim*, *lactoferrin* dan *lactoperoxidase*. Laktoperoxidase mempunyai sifat bakteristatik pada susu segar. Namun, untuk mengaktifkan laktoperoxidase ini diperlukan komponen lain yang harus tersedia dalam susu seperti *thiosianat* dan *hydrogen peroxide*. Ketiga komponen ini membentuk suatu sistem yang dinamakan *Sistem Laktoperoxidase* (Sistem-LP). Konsentrasi laktoperoxidase dalam susu cukup tinggi dibandingkan

dengan *thiosianat* dan *hidrogen peroksida* yang diproduksi bakteri tertentu, sehingga untuk meningkatkan aktivitas sistem laktoperoxidase perlu ditambahkan secara khusus dua jenis aktivator[®] berisi *thiosianat* dan *hidrogen peroksida* ke dalam susu segar tersebut.

Penambahan kedua aktivator[®] ini harus dilakukan sesegera mungkin atau paling lambat 2 jam setelah pemerahan susu. Dengan penambahan aktivator[®] ini maka akan dapat dipertahankan kesegaran susu selama 6-8 jam pada suhu lingkungan tropis (FAO, 1999). Oleh sebab itu aplikasi Sistem-LP oleh peternak terlatih pada susu pasca perah dapat mencegah kerusakan susu selama penyimpanan maupun transportasi dari peternak hingga ke tempat penampungan susu, sebelum susu diproses lebih lanjut seperti pasteurisasi dan sebagainya. Peningkatan aktivitas Sistem-LP tersebut terutama akan bermanfaat untuk lokasi peternakan sapi perah yang mempunyai jarak transportasi jauh tanpa harus menginvestasikan fasilitas pendinginan yang mahal. Sistem-LP ini sangat cocok digunakan di negara berkembang yang mempunyai fasilitas pendinginan

terbatas, sehingga dapat mengurangi resiko kerusakan susu dan dapat meningkatkan pendapatan peternak dan produsen susu segar.

Semenjak tahun 1998 FAO telah mencanangkan suatu program untuk menyebarluaskan penggunaan Sistem-LP di lebih dari 80 negara berkembang termasuk Indonesia. Untuk tujuan tersebut telah dipersiapkan oleh FAO suatu paket aktivator[®] berupa satu bungkus (*sachet*) berisi 1,6 ml sodium tiosianat (dalam bentuk cairan/aktivator-1) dan satu bungkus (*sachet*) berisi 1,5 mg sodium perkarbonat (dalam bentuk butiran/aktivator-2) yang digunakan untuk mengaktifkan Sistem-LP dalam 50 liter susu. Namun, untuk mengaplikasikan aktivator[®] tersebut secara luas di Indonesia perlu terlebih dahulu dilakukan pengujian, terutama pada kesesuaian konsentrasinya, disebabkan karena kualitas susu awal sangat menentukan kinerja Sistem-LP tersebut.

Sehubungan dengan adanya kecenderungan bahwa masih rendahnya kualitas pakan yang diberikan kepada sapi di Indonesia, maka kemungkinan kandungan tiosianat yang terdapat di dalam susu juga sangat rendah. Oleh sebab itu penambahan paket aktivator[®] ke dalam 50 liter susu mempunyai kemungkinan untuk tidak dapat memberikan efektivitas dalam pengawetan susu seperti yang diharapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas paket aktivator[®] dari FAO jika ditambahkan ke dalam susu dengan volume yang lebih rendah, yaitu 30 dan 40 liter dan dibandingkan dengan volume 50 liter seperti yang direkomendasikan. Diharapkan dari hasil penelitian ini akan diperoleh informasi tentang kesesuaian volume susu yang digunakan dengan paket aktivator[®] yang dipersiapkan oleh FAO, sehingga akan dapat direkomendasikan ukuran paket aktivator[®] yang sesuai untuk digunakan dalam pengawetan susu di Indonesia.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Juni sampai November 2001 di Laboratorium Ilmu Produksi Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Empat macam perlakuan yang diuji dalam penelitian ini adalah : a). Perlakuan-1 (P-1), susu tanpa penambahan aktivator[®] sebagai kontrol, b). Perlakuan-2 (P-2), penambahan aktivator[®] ke dalam 50 liter susu, c). Perlakuan-3 (P-3), penambahan aktivator[®] ke dalam 40 liter susu dan d). Perlakuan-4 (P-4), penambahan aktivator[®] ke dalam 30 liter susu. Sampel susu yang digunakan sebanyak 130 liter, berasal dari peternak sapi perah di Kebun Pedes Bogor. Susu tersebut ditempatkan di dalam empat tabung susu (*milk can*), masing-masing berisi 10 liter untuk perlakuan P-1, 50 liter untuk P-2, 40 liter untuk P-3 dan 30 liter untuk P-4.

Ke dalam tabung susu P-2, P-3 dan P-4 ditambahkan aktivator[®] yang diperoleh dari FAO dengan cara penambahan sesuai dengan petunjuk FAO (1999), sebagai berikut: aktivator-1 ditambahkan terlebih dahulu, lalu diaduk secara merata selama 30 detik, kemudian ditambahkan aktivator-2, lalu diaduk lagi selama 2 menit.

Masing-masing sampel susu dengan dan tanpa aktivator[®], selanjutnya didistribusikan ke dalam 20 botol steril kapasitas 500 ml dan setiap botol diisi sebanyak 300 ml susu. Semua botol diberi label dan disimpan pada suhu ruang untuk kemudian diamati. Pengamatan dilakukan setiap 2 jam sampai susu dinyatakan rusak terhadap parameter yang diukur, meliputi: uji alkohol, pH, derajat keasaman dan berat jenis. Selain itu juga dilakukan penentuan kandungan tiosianat dalam susu pada saat sebelum dan sesudah penambahan aktivator[®].

Uji alkohol, kandungan pH dan berat jenis susu dilakukan menurut SNI (1992), derajat keasaman ditentukan berdasarkan SUDONO *et al.* (1999), dan penentuan kandungan tiosianat di dalam susu dilakukan berdasarkan FAO (1999).

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pengaruh perlakuan terhadap parameter diamati dengan menggunakan sidik ragam. Bila sidik ragam menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji Duncan (STEEL dan TORRIE, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Tiosianat

Tiosianat merupakan salah satu komponen yang diperlukan agar sistem laktoperoksidase dapat aktif. Tiosianat (SCN) yang digunakan adalah sodium tiosianat (NaSCN). Sodium tiosianat berfungsi sebagai substrat utama yang dioksidasi oleh sodium perkarbonat yang dikatalis oleh enzim laktoperoksidase. Susu sapi secara alami mengandung tiosianat yang rendah, sehingga untuk mengaktifkan Sistem-LP perlu ditambah konsentrasinya agar dapat mencapai efek antibakteri yang optimal.

Kandungan tiosianat alami pada susu kontrol (P-1) sangat rendah yaitu hanya 1,33 ppm (Tabel 1), bila dibandingkan dengan hasil penelitian WEAUFEN *et al.* dalam RENNEN (1989) dan FAO (1999) yang melaporkan bahwa kandungan tiosianat dalam susu sapi adalah antara 3-5 ppm. Rendahnya kandungan tiosianat alami ini mungkin sangat dipengaruhi oleh pakan yang diberikan. Pakan yang mengandung komponen sulfur merupakan sumber tiosianat dalam susu, kol dan kembang kol merupakan pakan yang banyak

mengandung tiosianat (CAC, 1991; FAO, 1999). Hasil pengamatan terhadap pakan yang diberikan pada sapi perah di Kebon Pedes dapat diketahui bahwa peternak hanya sedikit memberikan pakan yang mengandung sumber tiosianat pada sapi yaitu ketela pohon. Pakan lainnya yang diberikan yaitu rumput gajah, jagung, konsentrat KPS dan ampas tahu yang semuanya diketahui tidak banyak mengandung tiosianat.

Tabel 1. Kandungan Tiosinat Alami dan setelah Penambahan Aktivator® dalam Volume Susu yang Berbeda

Jenis Perlakuan	Kandungan Tiosianat (ppm)	Peningkatan Tiosianat (ppm)
Kontrol (P-1)	1,33	-
50 liter susu (P-2)	5,16	3,83
40 liter susu (P-3)	7,89	6,56
30 liter susu (P-4)	10,22	8,89

Setelah penambahan aktivator® konsentrasi tiosianat mengalami peningkatan sejalan dengan jumlah konsentrasi yang diberikan. Penambahan aktivator® mampu meningkatkan konsentrasi tiosianat mencapai 5,16 ppm pada P-2; 7,89 ppm pada P-3 dan 10,22 ppm pada P-4 (Tabel 1). Namun demikian hasil ini masih lebih rendah daripada yang diharapkan, dimana penambahan aktivator® diusahakan untuk menaikkan kandungan tiosianat menjadi 15 ppm, sehingga Sistem-LP dapat bekerja secara sempurna untuk mengawetkan atau memperpanjang daya tahan susu pada suhu ruang (FAO, 1999).

Uji alkohol

Uji alkohol merupakan pengujian pada sampel susu untuk mengetahui stabilitas protein susu. Susu yang telah rusak, stabilitas proteinnya terganggu sehingga menyebabkan penurunan mutu susu dan menyebabkannya tidak layak untuk dikonsumsi. Uji alkohol menunjukkan reaksi positif bila ditandai dengan adanya butiran-butiran susu pada dinding tabung reaksi.

Susu kontrol menunjukkan reaksi positif setelah 6 jam penyimpanan. Susu yang ditambah aktivator® pada perlakuan P-2 dan P-3 menunjukkan reaksi positif setelah 12 jam penyimpanan, sedangkan untuk susu pada P-4 menunjukkan reaksi positif setelah 14 jam penyimpanan (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan aktivator® mampu memperpanjang umur simpan susu pada suhu ruang selama 6 jam untuk P-2 dan P-3, sedangkan untuk P-4 selama 8 jam.

Susu kontrol menunjukkan reaksi positif terhadap uji alkohol lebih cepat bila dibandingkan dengan susu yang ditambah aktivator®. Kerusakan ini dapat diakibatkan oleh jumlah mikroorganisme yang terkandung di dalam susu kontrol lebih tinggi dari

ketiga perlakuan lainnya. Peningkatan jumlah mikroorganisme akan meningkatkan pembentukan asam, yang disebabkan oleh pemecahan laktosa menjadi asam laktat. Menurut FARDIAZ (1989), pembentukan asam dapat menyebabkan kerusakan stabilitas protein susu. Protein susu yang telah mengalami kerusakan akan menggumpal karena alkohol akan menarik air dari protein susu (kasein) sehingga protein susu kehilangan air dan menyatu membentuk butir-butir susu.

Tabel 2. Hasil Uji Alkohol Susu setelah Penambahan Aktivator®

Waktu Penyimpanan (Jam)	Perlakuan			
	P-1	P-2	P-3	P-4
0	(-)	(-)	(-)	(-)
2	(-)	(-)	(-)	(-)
4	(-)	(-)	(-)	(-)
6	(+)	(-)	(-)	(-)
8	(+)	(-)	(-)	(-)
10	(+)	(-)	(-)	(-)
12	(+)	(+)	(+)	(-)
14	(+)	(+)	(+)	(+)

Keterangan : (-) = Uji negatif, (+) = Uji positif (susu telah rusak)

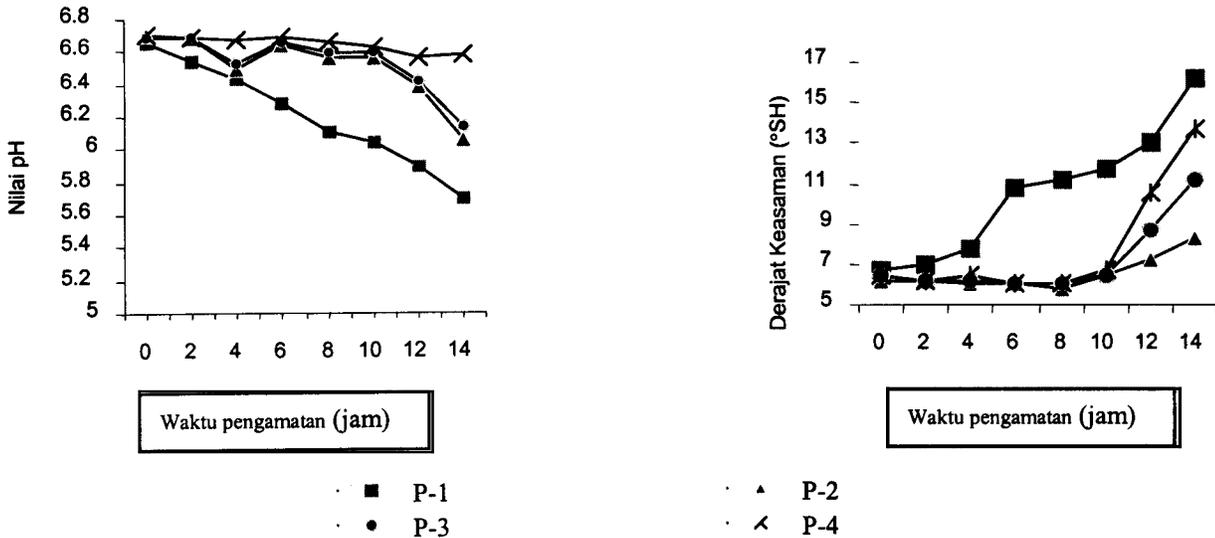
Penambahan aktivator® mampu menghambat peningkatan jumlah mikroorganisme pada susu karena dihasilkan ion hipotiosianat (OSCN⁻) pada reaksi yang terjadi antara sodium tiosianat (NaSCN) dan sodium perkarbonat (3NaCO₃ · 2H₂O₂), sehingga menghambat pula penurunan stabilitas protein susu akibat pembentukan asam oleh mikroorganisme. Penjelasan lebih lanjut tentang perubahan populasi mikroorganisme akan dibahas pada sub bab berikutnya.

Nilai pH dan derajat keasaman

Nilai pH dan derajat keasaman susu merupakan parameter yang digunakan untuk melihat kerusakan susu berdasarkan tingkat keasamannya. Kelayakan susu untuk dapat atau tidaknya dikonsumsi dapat dilihat dari tingkat keasamannya. Menurut PELCZAR dan CHAN (1986), susu segar mempunyai pH antara 6,4 - 6,6. Nilai pH lebih dari 6,7 disebabkan oleh adanya mastitis (EDELSTEIN, 1988). Nilai derajat keasaman susu yang dikehendaki berkisar pada 4,5-7°SH (MILK CODEX, 1977). Derajat keasaman susu berbanding terbalik dengan nilai pH. Semakin rendah derajat keasaman susu semakin tinggi nilai pH dan sebaliknya. Perubahan pH dan derajat keasaman susu dengan penambahan aktivator® pada berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Susu yang ditambah aktivator selama penyimpanan pada suhu ruang memiliki nilai pH yang lebih tinggi dan derajat keasaman yang rendah dibandingkan dengan nilai pH dan derajat keasaman susu kontrol. Kondisi awal nilai pH dan derajat keasaman susu kontrol dan susu dengan penambahan aktivator[®] untuk

masing- masing perlakuan (P-2, P-3 dan P-4) tidak berbeda, masih berkisar pada batas normal pH dan derajat keasaman susu yaitu antara 6,6-6,7 (6,25-6,75°SH).



Gambar 1. Perubahan pH dan Derajat Keasaman Susu dengan Penambahan Aktivator[®]

Nilai pH susu kontrol mulai mengalami penurunan setelah dua jam penyimpanan, sementara penambahan aktivator[®] mampu mempertahankan nilai pH dan derajat keasaman susu tetap berada pada nilai sebelum perlakuan. Setelah 6 jam penyimpanan, nilai pH dan derajat keasaman susu kontrol yaitu 6,28 (10,75°SH) jauh lebih tinggi dari standar MILK CODEX (1977) yaitu antara 4,5-7°SH, serta sudah menunjukkan uji alkohol positif. Dengan kata lain, susu kontrol sudah mengalami kerusakan dan tidak layak untuk dikonsumsi. Penurunan ini berlangsung terus hingga mencapai pH 5,69 dan derajat keasaman terus meningkat hingga 16,25°SH setelah 14 jam penyimpanan.

Penurunan nilai pH susu dengan penambahan aktivator[®] dimulai setelah 10 jam penyimpanan, demikian pula dengan peningkatan keasamannya. Nilai pH dan derajat keasaman susu dengan penambahan aktivator[®] untuk P-2 yaitu 6,38 (10,5°SH) dan untuk P-3 yaitu 6,4 (8,75°SH) diperoleh setelah 12 jam penyimpanan. Pada kondisi ini susu sudah rusak dan tidak layak untuk dikonsumsi.

Susu dengan penambahan aktivator[®] pada P-4 masih berada dalam pH 6,57; namun uji derajat keasamannya sudah mencapai 8,25°SH dan berdasarkan uji alkohol sudah positif setelah 14 jam penyimpanan.

Analisis sidik ragam terhadap nilai pH susu menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) antara

susu kontrol dan susu dengan penambahan aktivator[®]. Uji lanjut nilai pH susu dengan penambahan aktivator[®] menunjukkan bahwa hanya perlakuan P4 yang memberikan nilai pH paling stabil, sedangkan P-2 dan P-3 tidak berbeda, setelah 8 jam penyimpanan. Analisis sidik ragam terhadap derajat keasaman menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) antara susu kontrol dan susu dengan penambahan aktivator[®] setelah 6 jam penyimpanan.

Cepatnya penurunan nilai pH dan meningkatnya derajat keasaman pada susu kontrol disebabkan karena meningkatnya produksi asam oleh mikroorganisme yang memfermentasi laktosa menjadi asam laktat. Dalam kondisi suhu ruang mikroorganisme terutama bakteri asam laktat mampu tumbuh dan berkembang secara cepat. Sebaliknya, kehadiran aktivator[®] mampu menekan dan menghambat metabolisme seluler mikroorganisme sehingga menghambat produksi asam oleh bakteri asam laktat, ditunjukkan oleh lambatnya penurunan nilai pH susu.

Umur simpan susu yang ditambah aktivator[®] pada P-4 lebih lama 2 jam dibandingkan pada P-2 dan P-3. Hal ini disebabkan karena masih stabilnya ion hipotiosianat pada susu dengan penambahan aktivator[®] pada P-4. Menurut BJOERK dan CLAESSON (1980), ion hipotiosianat menjadi tidak stabil meskipun kandungan ion hipotiosianat masih 60% dari konsentrasinya.

Berat Jenis

Uji berat jenis digunakan untuk penilaian kualitas susu asal peternak atau dapat juga untuk menentukan adanya pemalsuan susu oleh peternak di lapangan. Susu yang dipalsukan terutama dengan penambahan air akan menjadi encer. Laktodensimeter akan lebih dalam mengapungnya karena tekanan ke atas berkurang, sehingga susu akan memiliki berat jenis yang rendah. Susu dengan kondisi ini akan ditolak oleh perusahaan maupun koperasi pengumpul susu. Menurut MILK CODEX (1977), berat jenis minimal susu yaitu, 1,028 (27°C).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tidak didapatkan perbedaan nilai berat jenis susu kontrol maupun yang ditambah dengan aktivator[®] hingga 14 jam penyimpanan pada suhu ruang (Tabel 3). Rerata berat jenis susu kontrol dan susu yang ditambah aktivator[®] berkisar pada nilai 1,028. Nilai ini memenuhi standar MILK CODEX (1977). Menurut HENDERSON (1971), selain oleh kadar lemak susu, berat jenis juga dipengaruhi oleh komponen-komponen terlarut baik dalam bentuk koloid maupun suspensi seperti kasein, garam-garam susu dan laktosa.

Tabel 3. Rerata Berat Jenis Susu dengan dan tanpa Penambahan Aktivator[®]

Waktu Penyimpanan (Jam)	Perlakuan			
	P-1	P-2	P-3	P-4
0	1,028100	1,028400	1,028400	1,028300
2	1,027100	1,028600	1,028600	1,028600
4	1,027800	1,026800	1,026800	1,027300
6	1,028050	1,028550	1,028550	1,028300
8	1,028800	1,028550	1,029050	1,028800
10	1,029050	1,028375	1,028000	1,028800
12	1,028800	1,028150	1,028800	1,028800
14	1,028800	1,028300	1,028550	1,028550
<i>Rerata</i>	<i>1,028310</i>	<i>1,028216</i>	<i>1,028344</i>	<i>1,028431</i>

KESIMPULAN

Disebabkan oleh kandungan tiosianat yang terdapat di dalam susu sapi perah di Indonesia jauh lebih rendah, maka paket aktivator[®] yang dipersiapkan oleh FAO tidak dapat diaplikasikan untuk mengawetkan susu dengan volume 50 liter. Paket aktivator[®] tersebut menunjukkan efektivitas yang lebih baik jika digunakan dalam susu sapi produksi Indonesia dengan volume 30 liter. Oleh sebab itu perlu dilakukan upaya khusus agar dapat disediakan paket aktivator[®] yang lebih cocok untuk diterapkan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- BJOERCK, L. P. and O. CLAEISSON. 1980. Correlation between concentration of hypothiocyanat and antibacterial effect of the lactoperoxidase system. *J. Dairy Sci.* 63 : 919-922.
- CAC/GL. 1991. Guidelines for The Preservation of Raw Milk By Use of The Lactoperoxidase System. Codex Alimentarius Committee. FAO. Rome. Italy.
- EDELSTEIN, D. 1988. Composition of Milk. *Word Animal Science. B. Meat Science, Milk Science, and Technology.* Editor: Cross. H. R. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam. Holland.
- FAO. 1999. Manual on the Use of the LP-System in Milk Handling and Preservation. Animal Production Service. FAO Animal Production and Health Division. Rome. Italy.
- FARDIAZ, S. 1989. Analisis Mikrobiologi Pangan. Depdikbud, Dirjen Dikti, PAU Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- HENDERSON, W.J. 1971. The Fluid Milk Industry. Connecticut Avi Publishing Co. Inc. Weasport. Connecticut. USA.
- MILK CODEX. 1977. Terjemahan. Direktorat Bina Sarana Usaha Peternakan. Direktorat Jendral Peternakan. Jakarta.
- PELCZAR, M.J. dan CHAN, E. C. S. 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi 1. Terjemahan Ratna Siri Hadioetomo, T. Imas, S. S. Tjitrosomo dan S. L. Angka. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- RENNER, E. 1989. Micronutrient in Milk and Milk Based Food Products. Elsevier Applied Science, London dan New York.
- RESSANG, A. A dan NASUTION A.M. 1986. Pedoman Mata Pelajaran Susu (Milk Hygiene). Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- STANDAR NASIONAL INDONESIA. 1992. Susu Segar. SNI No. 01-3141. Pusat Standardisasi Industri, Departemen Perindustrian. Jakarta.

STEEL, R. G. D. dan J. H. TORRIE. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometri. Edisi kedua. Terjemahan. B. Sumantri. P. T. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

SUDONO, A., IMAM K. A., HARUN NAJIB, RARAH RATIH A. M. 1999. Penuntun Praktikum Ilmu Produksi Ternak. Ternak Perah. Jurusan Ilmu Produksi Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.