

PENERAPAN LOGIKA *FUZZY* PADA PENILAIAN MUTU SUSU SEGAR

The Application of Fuzzy Logic for Quality Assessment of Fresh Milk

Imam Santoso*, Susingih Wijana, dan Widya Hari Pratiwi

Jurusan Teknologi Industri Pertanian–Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Brawijaya Jl. Veteran Malang
Penulis korespondensi: email imam1968@yahoo.com

ABSTRACT

The quality assessment of raw material fresh milk in PT XXX was carried out organoleptically, physico-chemically, and microbiologically. The assessment included some variables and determinations of parameter as main problem. The aims of this study were to determine quality parameter for assessing with fuzzy logic to increase accuracy of fresh milk quality. The analytical method used was Fuzzy Inference System Mamdani with Matlab program. The stage was carried out such as: variable appointment and forming of fuzzy set, appointment of membership function, appointment of fuzzy rule, and defuzzification to get the output in the form of numeral of domain of fuzzy set. As a result, quality assessment of fresh milk with fuzzy logic consisted of 6 variables, were color, taste, odor, pH, protein, and the resazurin. The range of this quality assessment was 1-9, that 9 was the highest value. The result of analysis with fuzzy logic showed that the best defuzzification method was MOM (Mean of Maximum). Parameter of quality assessment with fuzzy logic for accepted fresh milk was 5.5 to 9, and below that value fresh milk will be rejected or returned to supplier.

Keywords: fuzzy logic, quality assessment, fresh milk

PENDAHULUAN

Pengawasan mutu dalam suatu industri pangan merupakan suatu faktor penting dalam rangka penyediaan produk pangan yang sehat, bergizi dan aman bagi konsumen. Hal ini menjadi makin penting dalam kaitannya dengan perlunya jaminan kepada masyarakat bahwa produk pangan yang dibeli telah memenuhi standar kualitas tertentu.

Salah satu produk pangan yang sangat dibutuhkan dalam menunjang pemenuhan gizi masyarakat adalah susu. Pengembangan industri pengolahan susu selain ditujukan untuk meningkatkan volume ketersediaan susu, juga diarahkan untuk mendukung penyediaan produk pangan yang sehat, bergizi, dan aman. Salah satu faktor penting dalam industri pengolahan susu adalah adanya pasokan

bahan baku susu segar yang berkualitas. Oleh karena itu diperlukan pengendalian mutu susu segar agar dapat dihasilkan produk olahan susu yang berkualitas.

PT XXX merupakan salah satu penghasil olahan susu dengan peternakan sendiri yang dituntut dapat menghasilkan susu berkualitas dalam menghadapi persaingan dan memberikan kepuasan konsumen. Penilaian mutu bahan baku di PT XXX dilakukan secara organoleptik, fisik-kimia dan mikrobiologi. Hal ini sangat penting dilakukan karena merupakan tahap pertama dalam pengendalian mutu. Penilaian mutu secara organoleptik bersifat linguistik sehingga variabel dan penentuan parameter yang bersifat tidak pasti merupakan permasalahan utama. Uji secara fisik-kimia dan mikrobiologi juga tak kalah penting dalam penentuan parameter

penilaian mutu susu segar. Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk menentukan parameter mutu susu segar ini adalah dengan logika *fuzzy*.

Aplikasi metode *fuzzy* dapat membantu dalam menjelaskan ketidakpastian batas antar kriteria yang disebabkan oleh penilaian manusia untuk pendukung keputusan (Kusumadewi, 2004). Menurut Yang and Chen (2004), aplikasi *fuzzy* menggunakan pendapat dengan skala pengukuran untuk menilai mutu, sehingga dapat diketahui adanya mutu yang kurang memenuhi standar. Pendekatan variabel linguistik dalam penilaiannya didasarkan pada penilaian manusia.

Tujuan penelitian tentang penerapan logika *fuzzy* pada penilaian mutu susu segar (studi kasus di PT XXX) adalah menentukan parameter penilaian mutu dengan logika *fuzzy* agar dapat meningkatkan keakuratan penentuan mutu susu segar.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2009 sampai selesai di PT XXX – Malang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Manajemen dan Sistem Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.

Penentuan Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

- Pengamatan terhadap penilaian mutu hanya dilakukan pada susu segar KUD saat penerimaan bahan baku susu segar.
- Penilaian mutu susu segar hanya pada penilaian organoleptik (meliputi penilaian terhadap warna, rasa dan aroma), fisika-kimia (meliputi pH dan protein) serta mikrobiologi (*Resazurin Test*) dari susu segar KUD.

Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu dokumentasi, wawancara dan observasi. Metode yang dilakukan untuk memperoleh data adalah dengan cara mengambil sampel pada saat bahan baku datang untuk kemudian dinilai secara langsung oleh panelis.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan metode *Fuzzy Inference System* Mamdani menggunakan software Matlab. Tahapan untuk memperoleh *output* adalah:

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*
Pembentukan anggota himpunan dan variabel *fuzzy* ini didasarkan pada standar perusahaan.
2. Penentuan Fungsi Keanggotaan
Fungsi keanggotaan pada penelitian ini ditunjukkan dengan pemetaan titik – titik input himpunan tegas yang digambarkan pada bentuk kurva segitiga, kurva trapesium, dan kurva bentuk bahu.
3. Penentuan Aturan Fungsi *Fuzzy*
Metode yang digunakan dalam komposisi aturan dan aplikasi fungsi implikasi adalah metode max – min dengan operator AND. Secara umum aturan tersebut dapat dituliskan: IF (x_1 is A_1) • (x_2 is A_2) • ... • (x_n is A_n) THEN y is B dengan • adalah operator AND, x_n adalah skalar yang berupa variabel *fuzzy* dan A_n adalah variabel linguistik berupa himpunan *fuzzy*.
4. Penegasan
Output himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy* akan mengalami proses defuzzifikasi. Terdapat 5 metode yang digunakan dalam defuzzifikasi. Metode terbaik dipilih berdasarkan nilai MSE terkecil. Metode yang digunakan dalam defuzzifikasi antara lain:
 - *Centroid*
 - *Bisector*
 - *Mean of Maximum (MOM)*
 - *Largest of Maximum (LOM)*
 - *Smallest of Maximum (SOM)*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian Mutu Susu Segar

Penilaian mutu organoleptik susu segar di PT XXX umumnya terdiri dari penilaian warna, rasa dan aroma susu. Hal ini dilakukan pada suhu 40°C agar aroma susu dapat tercium dengan jelas. Kualitas fisik susu segar dapat diamati dengan metode penentuan berat jenis susu (BJ susu), derajat keasaman (pH susu), dan beberapa pengamatan lain yang sederhana, seperti uji alkohol dan uji didih/masak (Susilorini dan Sawitri, 2007). Penilaian kualitas fisik di PT XXX terdiri dari pengukuran derajat keasaman (pH), uji alkohol, suhu dan berat jenis. Penilaian kimia menggunakan *milko scan* yang terdiri dari protein, lemak dan laktosa. Penilaian mikrobiologi terdiri dari perhitungan spora, perhitungan bakteri mesofilik aerobik dan bakteri psikrofilik aerobik dengan *Thermophylic Plate Count* (TPC), analisis sel somatis menggunakan *De Laval Cell Counter DCC*, serta yang paling penting yaitu analisis daya reduksi susu dengan resazurin. Apabila tidak memenuhi standar yang ditetapkan PT XXX, maka susu tersebut akan dikembalikan atau diberikan *dairy farm* untuk minum sapi.

Penilaian mutu bahan baku di perusahaan ini terdiri dari 2 kriteria yaitu terima dan tolak. Bahan baku susu segar dari KUD yang sesuai standar akan diterima oleh perusahaan untuk diolah lebih lanjut. Akan tetapi bahan baku susu segar yang kurang baik dan tidak memenuhi standar akan dikembalikan kepada supplier. Dalam hal ini perusahaan hanya membeli susu segar yang sesuai dengan standar perusahaan. Oleh karena itu, penilaian mutu bahan baku ini sangat penting untuk diperhatikan, karena selain berpengaruh terhadap kualitas produk akhir, juga berpengaruh terhadap harga beli kepada supplier.

Penilaian Mutu Susu Segar dengan Logika *Fuzzy*

Variabel yang diamati dalam penilaian mutu susu segar di PT XXX meliputi penilaian terhadap warna, rasa, aroma, tes alkohol, berat jenis, temperatur, pH, lemak, protein, laktosa, SNF, total padatan, keasaman tertitrasi, uji pemalsuan, dan antibiotik, dan tes resazurin serta perhitungan *total plate count*, *psychotropic bacteria count*, *total spore count*, *thermoresistant spores count*, *somatic cell count*. Akan tetapi karena keterbatasan sistem pada program yang digunakan, maka pada pembentukan himpunan *fuzzy* hanya digunakan 6 variabel yaitu warna, rasa, aroma, pH, protein dan uji resazurin. Variabel-variabel tersebut juga didasarkan pada tingkat kepentingan atau prioritas mutunya. Berdasarkan wawancara dengan panelis, uji resazurin merupakan prioritas atau faktor utama dalam penilaian mutu bahan baku susu segar diterima atau ditolak. Faktor kedua adalah protein, dan ketiga adalah warna, rasa, aroma dan pH. Tingkat kepentingan atau prioritas ini didasarkan pada tujuan perusahaan dalam menghasilkan produk yang berkualitas untuk memenuhi permintaan konsumen.

Perubahan-perubahan atau kerusakan yang terjadi pada susu segar saling mempengaruhi satu sama lain. Menurut Susilorini dan Sawitri (2007), produksi dan kualitas susu dari seekor sapi perah dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu genetik (25-30%) dan lingkungan (70-75%). Adanya perubahan rasa, warna susu yang putih kebiruan menunjukkan adanya penurunan kualitas susu ataupun adanya pemalsuan susu. Jika memang terdapat hal tersebut diatas maka akan berdampak pada aroma yang menyimpang pula. Jumlah bakteri yang tinggi dapat menunjukkan adanya kontaminasi pada susu yang kemudian dapat tumbuh pesat sehingga menurunkan kualitas susu. Semakin besar penurunan kualitas susu maka akan semakin besar pula kandungan cemaran didalamnya.

Tabel 1. Batasan nilai oleh panelis

Variabel	Anggota Himpunan	Domain
Warna	Putih Kekuningan	[7 9]
	Putih	[5 7]
	Putih Kebiruan	[3 5]
Rasa	<i>Creamy Flavour</i>	[7 9]
	<i>Sweet Flavour</i>	[5 7]
	<i>Salty Flavour</i>	[3 5]
Aroma	<i>Creamy Odor</i>	[6 9]
	<i>Cheesy Odor</i>	[3 6]
pH	Tinggi	[6.7 6.8]
	Sedang	[6.45 6.7]
	Agak Rendah	[6.15 6.45]
	Rendah	[6.1 6.15]
Protein	Baik	[2.80 3.30]
	Sedang	[2.60 2.80]
	Jelek	[2.50 2.60]
<i>Resazurin Test</i>	Baik	[4 5]
	Sedang	[5 6]
	Jelek	[6 9]
Mutu Susu Segar	Terima	[6 9]
	Tolak	[1 6]

Data-data yang dibutuhkan sebagai dasar untuk menentukan parameter penilaian mutu susu segar dengan logika *fuzzy* adalah data yang berasal dari panelis berupa semesta pembicaraan, dan domain dari setiap himpunan. Semesta pembicaraan atau nilai yang diijinkan dalam penilaian mutu susu segar ini berbeda-beda sesuai dengan variabel dari setiap kriteria. Semesta pembicaraan untuk warna, rasa dan aroma besarnya sama, yaitu 1 sampai 9. Nilai 1 merupakan nilai terendah dan nilai 9 merupakan nilai tertinggi. Batasan nilai tiap anggota himpunan oleh panelis dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa batas nilai yang diperoleh dari hasil wawancara dengan panelis memiliki nilai yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa alternatif pengambilan keputusan yang dilakukan juga semakin ketat, sehingga membutuhkan ketelitian yang tinggi untuk menilai susu segar termasuk pada anggota himpunan yang mana pada tiap variabel. Dari kisaran nilai pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa standar nilai susu segar yang diterima adalah 6 sampai 9, dan dibawah nilai tersebut susu segar

ditolak.

Berdasarkan penilaian panelis, diketahui bahwa batasan nilai yang diberikan pada masing-masing anggota himpunan tidak tumpah tindih satu sama lain. Oleh karena itu, pada pembentukan domain *fuzzy* dibuat *overlapping* dengan dasar penilaian panelis diatas. *Overlapping* merupakan kriteria penting dalam pembuatan fungsi keanggotaan (Sivanandam, 2007). Domain *fuzzy* yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Domain himpunan *fuzzy*

Variabel	Anggota Himpunan	Domain
Warna	Putih Kekuningan	[7 9]
	Putih	[3 8]
	Putih Kebiruan	[1 5]
Rasa	<i>Creamy Flavour</i>	[7 9]
	<i>Sweet Flavour</i>	[3 8]
	<i>Salty Flavour</i>	[1 5]
Aroma	<i>Creamy Odor</i>	[3 9]
	<i>Cheesy Odor</i>	[1 6]
pH	Tinggi	[6.6 6.8]
	Sedang	[6.4 6.7]
	Agak Rendah	[6.1 6.45]
	Rendah	[6.0 6.15]
Protein	Baik	[2.75 3.30]
	Sedang	[2.50 2.80]
	Jelek	[2.30 2.60]
<i>Resazurin Test</i>	Baik	[1 5]
	Sedang	[4 7]
	Jelek	[6 9]
Mutu Susu Segar	Terima	[5 9]
	Tolak	[1 6]

Tabel 2 menunjukkan bahwa domain dari masing-masing anggota himpunan pada tiap variabel tumpah tumpah satu dengan lainnya. Sebagai contoh, nilai 7 pada input variabel warna bisa masuk pada anggota himpunan “putih kekuningan” dan “putih” bergantung pada penilaian panelis.

Pembentukan Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan yang dibentuk didasarkan pada domain yang diperoleh dari pendapat para panelis. Kurva yang digunakan pada pembuatan semua fungsi keanggotaan adalah kurva trapesium. Selain itu juga digunakan kurva bentuk bahu pada anggota himpunan masing-masing variabel yang berada diawal dan akhir daerah *fuzzy*.

Penggunaan fungsi keanggotaan trapesium diasumsikan dengan adanya beberapa nilai yang memiliki nilai keanggotaan 1. Pada fungsi trapesium terdapat beberapa nilai x yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1, yaitu ketika $b \leq x \leq c$ (Anonymous, 2009). Misalnya pada anggota himpunan “putih” yang memiliki domain [3 8], dengan puncak [5 7]. Hal ini berarti bahwa nilai 5 sampai 7 memiliki nilai keanggotaan 1 untuk anggota himpunan “putih”. Penggunaan fungsi keanggotaan bentuk bahu digunakan untuk nilai domain yang tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh pada anggota himpunan “putih kebiruan” dengan domain [1 5]. Artinya, dibawah nilai 5 nilai keanggotaannya adalah sama. Menurut Kusumadewi (2004), kurva bentuk bahu digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy* atau digunakan jika variabel yang terbentuk tidak mengalami perubahan.

Penentuan *Rule Fuzzy*

Aturan yang terbentuk dalam penelitian ini adalah 696 aturan. Hal ini didasarkan pada kemungkinan kombinasi aturan yang dilakukan di PT XXX. Menurut de Mol (2001), aplikasi logika *fuzzy* memberikan kemudahan dalam

interpretasi data karena dapat disesuaikan oleh perubahan fungsi keanggotaan dan aturan-aturan.

Putranto (2008) menyatakan bahwa variabel keluaran akan berlogika 1 hanya jika semua masukannya dalam keadaan 1. Pada penelitian ini terdapat beberapa pengecualian aturan *fuzzy*, yaitu:

1. *Output* mutu susu segar dibuat 2 kombinasi jika memiliki ketidakpastian keputusan. *Output* yang dihasilkan merupakan keputusan panelis yang dapat diketahui dengan nilai atau skor yang diberikan pada tiap input variabel.2. Jika pada suatu aturan *fuzzy* terdapat salah satu variabel dari variabel warna, rasa, aroma, pH, protein, dan tes resazurin yang anggota himpunannya terletak pada kisaran nilai yang sangat rendah, maka aturan *fuzzy* yang terbentuk juga terdiri dari 1 kombinasi, yaitu dengan *output* ”tolak”.
2. Jika *output* mutu susu segar nilainya 5.5, maka akan diperoleh keputusan yang ambigu yaitu susu segar dapat diterima atau ditolak. Jadi untuk keputusan akhir diserahkan kepada manajer *quality assurance* atau manajer *quality control*.

Defuzzifikasi

Berdasarkan fungsi keanggotaan dan aturan *fuzzy* yang dibuat, output berupa solusi crisp dapat diketahui dengan memasukkan input data yang berasal dari panelis pada *rule viewer*. Adapun rata-rata hasil penilaian oleh keempat panelis dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan data Tabel 3, dapat diketahui bahwa susu segar diterima dengan nilai 7; 7.25; 7.75 dan 8. Dari 5 sampel susu segar yang diamati terdapat 1 susu segar yang ditolak. Para panelis cenderung memberi nilai yang cukup tinggi pada susu segar yang diamati. Rata-rata nilai yang diberikan untuk susu segar yang ditolak hanya berkisar 5.

Nilai dari masing-masing sampel atau input variabel yang berasal dari penilaian panelis tersebut digunakan

Tabel 3. Rata-rata hasil penilaian panelis terhadap susu segar

Sampel	<i>Centroid</i>	<i>Bisector</i>	MOM	LOM	SOM
1	7,2	7,24	7,4	9	5,8
2	7,14	7,16	7,28	9	5,56
3	7,14	7,16	7,28	9	5,56
4	5	5	4,98	9	1
5	5,89	6,28	7,28	9	5,56

Tabel 4. Hasil defuzzifikasi dari tiap metode

<i>Input</i> Variabel	Susu Segar	Nilai				Susu Segar	Nilai
Warna	Rasa	Aroma	pH	Protein	Uji Resazurin		
7,75	7,25	7,25	6,7	2,94	4	Terima	8
7,25	7,5	6,75	6,66	3,07	3,6	Terima	7,75
7,5	7	6,75	6,67	2,86	4	Terima	7,25
5,75	5,25	5	6,63	2,93	5,6	Tolak	5,25
7,5	7	6,75	6,66	2,7	4,2	Terima	7

sebagai data masukan pada tahap defuzzifikasi untuk memperoleh nilai atau keluaran pada logika *fuzzy*. Pada tahap defuzzifikasi, digunakan 5 metode, yaitu centroid, bisector, MOM, LOM, dan SOM. Hasil dari masing-masing metode dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil defuzzifikasi menunjukkan bahwa metode yang sesuai dengan penilaian panelis pada kondisi nyata di PT XXX adalah metode MOM (*Mean of Maximum*). Pada metode MOM diperoleh hasil bahwa dari 5 sampel susu segar yang diamati, terdapat 1 sampel susu segar yang ditolak dengan nilai 4.98 dan 4 sampel yang diterima dengan nilai masing-masing 7,4; 7,28; 7,28; dan 7,28. Nilai pada metode MOM ini lebih tinggi daripada nilai-nilai pada metode yang lain.

Parameter penilaian mutu dengan logika *fuzzy* untuk susu segar yang diterima berkisar antara 5 sampai dengan 9, dengan artian bahwa nilai dibawah kisaran tersebut susu segar akan ditolak atau dikembalikan kepada suplier (KUD). Penilaian mutu pada logika *fuzzy* memiliki banyak toleransi atau kemungkinan, karena adanya pembentukan fungsi keanggotaan dan aturan *fuzzy*.

Perhitungan MSE (*Mean Squared Error*)

Pengujian dengan mencari tingkat kesalahan dari masing-masing metode dengan menggunakan metode MSE (*Mean Square Error*) digunakan untuk mengetahui metode terbaik. Hasil perhitungan MSE dari masing-masing metode defuzzifikasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai MSE masing-masing metode defuzzifikasi

Metode Defuzzifikasi	MSE
<i>Centroid</i>	0,46
<i>Bisector</i>	0,30
MOM	0,15
LOM	4,74
SOM	6,53

Berdasarkan hasil dari Tabel 5 dan perhitungan, diperoleh hasil bahwa metode terbaik dalam penelitian ini adalah metode MOM dengan nilai 0,15. Metode defuzzifikasi yang terbaik adalah metode yang memberikan nilai MSE terkecil. Makin kecil nilai MSE makin akurat hasil proses defuzzifikasi. Hasil dari metode defuzzifikasi yang terbaik ini perlu dilakukan pengujian untuk dibandingkan secara konvensional apakah

penilaian menggunakan logika *fuzzy* dapat mencerminkan penilaian pada kondisi nyata. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan uji T.

Berdasarkan perhitungan uji T, diperoleh hasil bahwa $t_{\text{tabel}} > t_{\text{hitung}}$, dimana nilai t_{tabel} adalah 2,776 pada $N = 5$ dengan $\alpha = 0,05$, dan t_{hitung} sebesar 1,28. Hal ini menunjukkan bahwa penilaian logika *fuzzy* yang telah dibuat sesuai dengan penilaian mutu oleh panelis pada kondisi nyata (tidak berbeda nyata).

KESIMPULAN

Penilaian mutu susu segar di PT XXX dengan logika *fuzzy* diperoleh hasil terbaik dengan metode MOM yang mempunyai nilai MSE terkecil sebesar 0,15. Penilaian tersebut berdasarkan variabel dan masing-masing anggota himpunannya sebagai berikut: warna (putih kekuningan, putih dan putih kebiruan), rasa (*creamy flavour*, *sweet flavour*, dan *salty flavour*), aroma (*creamy odor* dan *cheesy odor*), pH (tinggi, sedang, agak rendah, dan rendah), protein (baik, sedang, dan jelek), tes resazurin (baik, sedang dan jelek).

Parameter penilaian mutu dengan logika *fuzzy* untuk susu segar yang diterima berkisar antara 5,5 sampai dengan 9, dan dibawah kisaran tersebut susu segar akan ditolak atau dikembalikan kepada supplier (KUD). Sistem *fuzzy* ini sangat baik untuk merepresentasikan penilaian mutu susu segar. Hal ini terbukti bahwa output dari

sistem *fuzzy* ini tidak berbeda nyata dengan penilaian mutu secara konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous.2009. Fuzzy System. <http://dosen.stiki.ac.id/daniel/AI/Fuzzy%20Logic.ppt>. Diakses tanggal 8 Agustus 2009 pukul 09.15 WIB
- de Mol, R.M. and W.E. Woldt. 2001. Application of fuzzy logic in automated cow status monitoring. *Journal of Dairy Science* 84(2)
- Kusumadewi dan H. Purnomo. 2004. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- Putranto, A. 2008. Teknik Otomasi Industri.http://seaedunet.seamolec.org/content/psmk/105%20Teknik%20Otomasi%20Industri_Jilid_2.pdf
- Sivanandam, S.N., S. Sumathi, and S.N. Deepa. 2007. Introduction to Fuzzy Logic using Matlab. <http://www.4shared.com/file/106128388/10229520/6903964Introduction-to-Fuzzy-Logic-using-MatLab-Sivanandam-Sumathi-andDeepa.html>. Diakses tanggal 8 Agustus 2009 pukul 09.40
- Susilorini, T.E. dan M.E. Sawitri. 2007. Produk Olahan Susu. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta
- Yang, C. and B. Chen. 2004. Key quality performance evaluation using fuzzy AHP. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers* 21(6):543-550