

Manajemen Rantai Pasok Susu Pasteurisasi dengan Pendekatan *Reverse Logistic*

Pasteurization Chain Marketing Management Using Reverse Logistics

Wibisono Adhi^{1*}, Winiati Puji Rahayu²

¹Neovia-Group Indonesia,

²Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat, Indonesia

e-mail: sony_adhi@hotmail.com

ABSTRACT

The purpose of the study is to analyze the scheme of reverse logistics for pasteurization chain marketing management using fuzzy analytical hierarchy process (AHP) approach. The triangular fuzzy was using five classes of classification. The result shows that the scheme could be applied to pasteurization in Indonesia by implementing a unit of milk waste processing. Though developing reverse logistics is important, there is another approach which is more important; risk mitigation for pasteurization. The strategies needed to be done are improving cold chain management for chain marketing management, improving supply and demand planning process, and improving a unit of bioethanol process.

Keywords: chain marketing; reverse logistics; pasteurization; fuzzy AHP; milk waste

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengkaji skema penerapan pendekatan *reverse logistic* pada manajemen rantai pasok industri susu pasteurisasi. Selain itu studi ini juga bertujuan untuk memilih strategi dalam manajemen rantai pasok yang menerapkan pendekatan *reverse logistic* dengan menggunakan metode *fuzzy analytical hierarchy process* (AHP). Studi ini menggunakan *triangular fuzzy set* dengan lima kelas representasi fuzzy untuk pembobotan. Hasilnya skema rantai pasok dengan pendekatan *reverse logistic* dapat diterapkan pada rantai pasok susu pasteurisasi di Indonesia dengan menambahkan unit pengolahan limbah susu. Walaupun demikian mitigasi risiko di sepanjang rantai pasok masih lebih diperlukan dibandingkan dengan pengembangan praktik *reverse logistic*. Adapun strategi yang perlu diprioritaskan adalah perbaikan manajemen *cold chain* di sepanjang rantai pasok, diikuti dengan perbaikan proses *supply and demand planning*. Selanjutnya strategi berupa pengembangan unit pengolahan berbasis limbah susu perlu difokuskan pada pengembangan unit pengolahan bioetanol.

Kata Kunci: rantai pasok, *reverse logistic*, susu pasteurisasi, fuzzy ahp, limbah susu.

PENDAHULUAN

Susu sebagai pangan dengan kandungan gizi yang lengkap merupakan salah satu pangan yang bernilai tinggi. Namun demikian susu juga dikenal sebagai komoditas yang mudah rusak karena kandungan bakteri yang berasal dari kontaminasi saat pemerahan. Terlebih dengan berbagai kandungan nutrisi di dalamnya, susu menjadi media yang ideal untuk berbagai bakteri tumbuh dan berkembang dengan cepat. Pengolahan susu menjadi produk olahan bertujuan untuk menghasilkan produk yang dapat disimpan lebih lama sebelum dikonsumsi. Salah satu jenis pengolahan susu yang umum dilakukan selain pengolahan susu bubuk adalah dengan proses pasteurisasi. Proses pasteurisasi bertujuan untuk membunuh bakteri patogen nonspora; menjaga kualitas produk tanpa kehilangan atau penurunan nyata pada *flavor*, bentuk, kandungan fisik dan nutrisi; dan mengendalikan secara selektif pertumbuhan mikroba yang menghasilkan produk/materi/substansi yang tidak dikehendaki. Menurut Shearer *et al.*, (1992) dalam Budiyo (2009) *including in Indonesia, the expected shelf life is only 3 to 5 days, or even less. Fluid milk processors use ultrapasteurization to achieve 60 to 90 days of extended shelf life to allow more efficient marketing and distribution of product, but some consumers do not like the heatinduced off-flavors associated with high heat treatments and would prefer HTST milk. Pasteurized fluid milk shelf life is influenced by raw milk quality. According to SNI 01- 3141-1998, the microbial count or total plate count (TPC).*

Secara umum dikenal tiga jenis proses pasteurisasi. Menurut KBS (2009), proses pasteurisasi *high temperature short time (HTST)* dilakukan dengan suhu minimum 72 °C selama 15 detik, *long time low temperature (LTLT)* dilakukan dengan suhu minimum 63 °C selama 30 menit dan Ultra High Temperature (*UHT*) dilakukan

dengan suhu 138-150 °C selama 1-2 detik. Ketiga proses pengolahan susu pasteurisasi tetap memiliki risiko kerusakan selama proses pengolahan, mulai dari proses pemerahan, pengiriman, penyimpanan, pengolahan dan kegiatan pasca pengolahan. Manajemen rantai pasok yang baik diperlukan untuk mengurangi risiko kerusakan susu dan menyiapkan adaptasi pada bahan atau produk yang mengalami kerusakan.

Menurut Marimin dan Maghfiroh (2010) secara umum, aliran komoditas pertanian termasuk susu segar di Indonesia terbagi dalam dua model rantai pasokan. Model pertama melibatkan peternak sebagai produsen susu segar, sedangkan model kedua melibatkan perusahaan sebagai *grower*. Pada model yang kedua rantai pasok industri pengolahan susu telah diindustrialisasi dengan teknologi tinggi yang terhubung langsung dengan unit pemrosesannya, sehingga risiko di tingkat peternak dapat lebih diminimalisir karena unit peternakan telah memiliki standar prosedur operasional yang harus dipenuhi oleh peternakan sebagai penyalur bahan baku utama. Pada model ini manajemen rantai pasok dapat lebih efektif diterapkan karena masing-masing pos di dalam rantai pasok sudah teridentifikasi dan dapat dikontrol mulai dari susu diperah hingga susu pasteurisasi dikonsumsi oleh konsumen.

Melengkapi manajemen rantai pasok tradisional, pendekatan *reverse logistic* dapat diterapkan selain untuk mengurangi risiko kerusakan susu selama proses pengolahan juga untuk menyiapkan praktik adaptasi pada bahan atau produk susu yang mengalami kerusakan. *Reverse Logistics* adalah proses perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian arus dua arah yang efisien dengan tujuan untuk memulihkan nilai atau pembuangan produk sekunder dengan tepat (Fleischmann 2000). Produk sekunder meliputi produk rusak, kedaluwarsa, dan produk *overstock* (produk siap guna namun usang atau mendekati

masa kedaluwarsa).

Pendekatan *reverse logistic* digunakan dalam manajemen rantai pasok industri susu pasteurisasi dengan memaparkan contoh model yang dapat diterapkan di industri susu pasteurisasi untuk mengantisipasi risiko kerusakan selama proses pengolahan susu dan menyiapkan model adaptasi pada bahan atau produk yang telah mengalami kerusakan. Pembahasan juga akan meliputi studi kasus pemilihan strategi dalam manajemen rantai pasok yang menerapkan pendekatan *reverse logistic* menggunakan metode *fuzzy analytical hierarchy process* (AHP). Fuzzy AHP dipilih karena metode ini menggabungkan konsep teori fuzzy dan struktur hierarki analitis (Marimin, Djatna, T., Suharjo, Hidayat, S., Utama, D.N.U., Astuti, R., and Martini (2013) AHP menggunakan struktur yang dimulai dari tujuan, atribut dan alternatif. Metode ini juga menerapkan metode *pairwise comparison* untuk mengevaluasi tingkat kepentingan relatif dari kriteria atau objek melalui eigen vektor atau metode lainnya yang telah disederhanakan (Kreng & Wu 2007) SIDC tends to shift focus to efficient use of existing knowledge/information. Consequently, a knowledge portal system (KPS).

Aliran rantai pasok susu segar di Indonesia umumnya dipengaruhi oleh perbedaan kualitas, anggota rantai yang terlibat di dalamnya, serta aturan main atau sistem yang dibangun di antara berbagai pihak. Menurut Septiani (2015) risiko pada rantai pasok susu timbul dari aktivitas serangkaian kegiatan rantai pasokan agroindustri susu di peternakan, pengiriman susu ke koperasi, di koperasi penyimpanan dan pengiriman susu dari koperasi ke industri pengolahan susu. Putri (2015) menganalisis risiko rantai pasok susu pasteurisasi dengan teknik *fuzzy failure mode and effect analysis* (F-FMEA). Di dalam studi tersebut, teridentifikasi bahwa risiko rantai pasok yang menjadi prioritas untuk ditangani adalah risiko kontaminasi mikrobiologi,

diikuti dengan risiko kontaminasi logam berat dan senyawa kimia lainnya serta risiko kerusakan produk atau kebocoran kemasan selama proses pengiriman hingga ke tangan konsumen. (Septiani 2015) juga mengembangkan rancang model performansi risiko agroindustri susu dengan pendekatan logika fuzzy. Dalam publikasinya terdapat sepuluh kategori risiko pada agroindustri susu diantaranya risiko permintaan, risiko menunggu, risiko kerusakan, risiko persediaan, risiko *breakdown process*, risiko kapasitas pabrik, risiko pasokan, risiko sistem, risiko kekuasaan dan risiko transportasi. Fortuna et al. (2014) merancang sistem pengukuran kinerja aktivitas *green supply chain* pada koperasi unit desa yang memproduksi susu pasteurisasi.

Berdasarkan studi yang dilakukan Pulansari et al. (2016) pembahasan mengenai *reverse logistic* sudah mulai dilakukan sejak tahun 1960-an dengan topik penelitian yang terus berkembang seiring dengan permasalahan yang dihadapi dan banyak manfaat yang dihasilkan dari penerapan *reverse logistic*. Studi yang dilakukan oleh Kumar & Putnam (2008) memberikan implikasi bahwa penerapan *reverse logistic* dapat menghemat energi hingga 74%, bahan baku mentah sebanyak 90%, limbah per-tambangan sebesar 97%, emisi udara sebesar 88%, serta penggunaan air sebesar 76%. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan bahan buangan industri untuk dikonsumsi kembali menjadi sebuah produk. Menurut Vijayan et al. (2014) pendekatan *reverse logistic* juga sudah banyak dikembangkan pada industri pangan. Kegiatan yang umum dan selalu ditemukan antara lain adalah manajemen penyimpanan dan pengudangan, penarikan kembali produk dari distributor, retailer atau konsumen serta penanganan limbah.

Krumwiede & Sheu (2002) mengembangkan model untuk *reverse logistic* dengan kerjasama dengan pengelola pihak ketiga. Di dalam publikasinya terdapat tiga tahapan dalam aktivitas

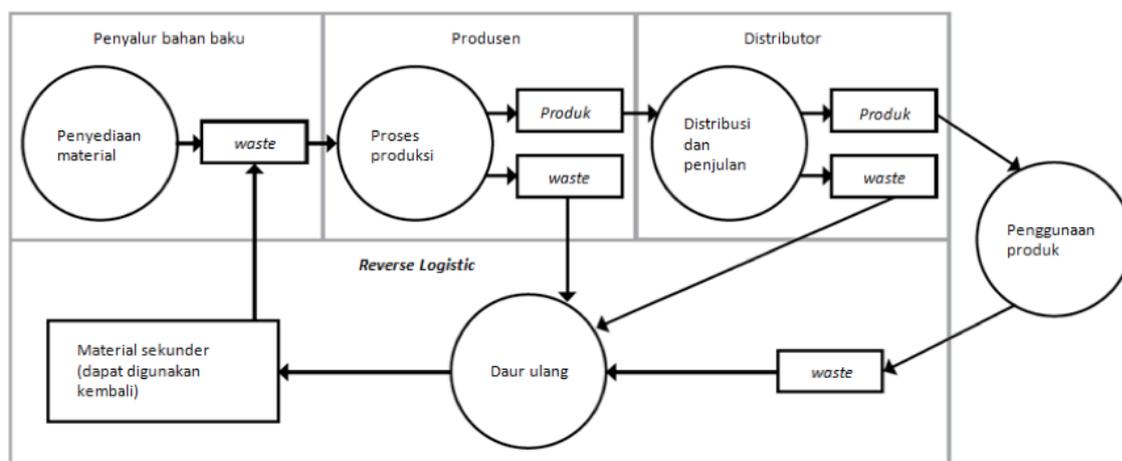
reverse logistic yaitu penarikan barang, pengiriman dan desposisi. Desposisi adalah kegiatan menentukan keputusan daur ulang, guna ulang, atau pembuangan. Desposisi dapat dilakukan pada fasilitas milik konsumen (*on site*) dan pada lokasi lain (*off site*). Szmelter (2016) mengagas model rantai pasok tertutup yang spesifik dikembangkan untuk produk pangan. Empat elemen dasar terdapat dalam aktivitas rantai pasok tertutup yakni *green design, green production, green distribution* dan manajemen limbah. Skema rantai pasok tertutup yang dikembangkan oleh Szmelter *et al.* (2016) dapat dilihat pada Gambar 1. Kajian serupa mengenai pengembangan model *reverse supply chain* pada industri susu juga telah dilakukan oleh Patyk M. S., Bucur I.M., dan Popa (2012) yang menyimpulkan bahwa pemberian sistem *tracking* menggunakan barcode pada kemasan susu dinilai efektif.

Pemanfaatan produk susu rusak, kedaluwarsa atau usang dapat dilakukan dengan pengolahan produk sekunder menjadi produk lain. Prametha & Legowo (2008) telah melakukan kajian mengenai pemanfaatan kembali susu kadaluwarsa sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol dengan fortifikasi kulit nanas. Hasilnya susu rusak dengan kandungan laktosa yang masih cukup tinggi berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Andrianieny *et al.* (2015) juga melakukan

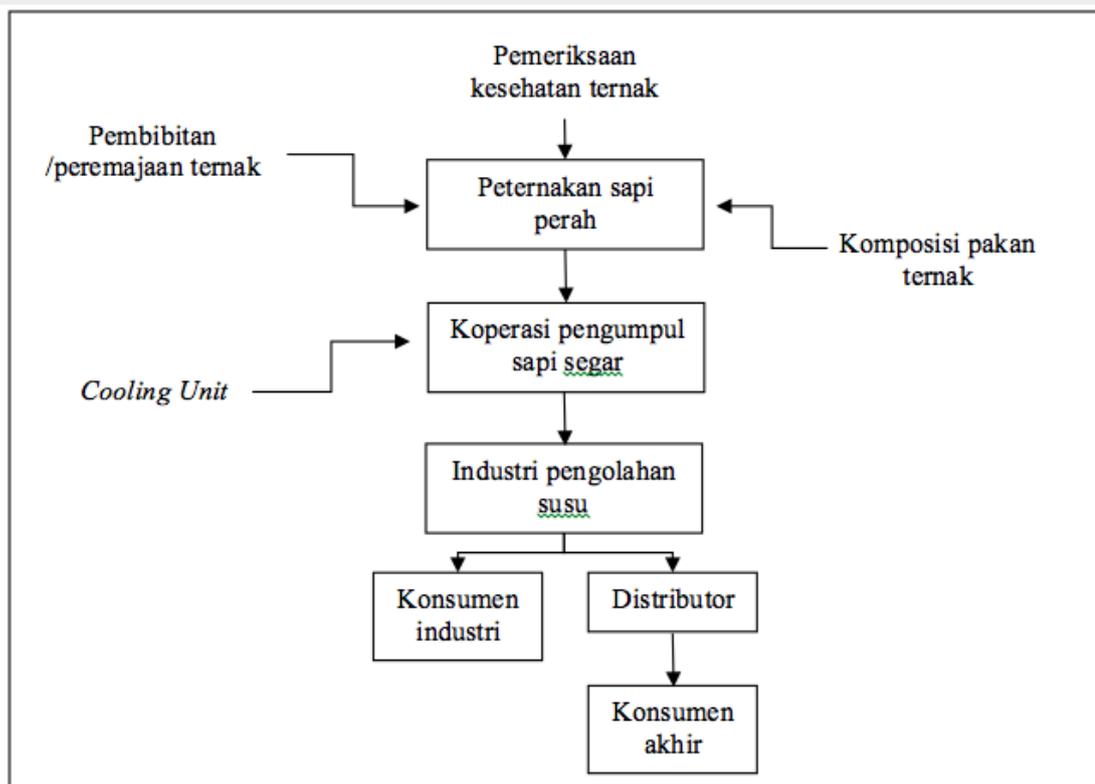
penelitian terkait pemanfaatan limbah susu cair dan daun paitan menjadi pupuk organik cair. Kesimpulan dari penelitian ini diantaranya adalah penggunaan pupuk cair dari limbah susu cair memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan tanaman.

Heizer, J. dan Render (2005) mendefinisikan jaringan rantai pasokan adalah pengintegrasian aktivitas pengadaan bahan dan pelayanan, pengubahan menjadi barang setengah jadi dan produk akhir, serta pengiriman ke pelanggan. Di Indonesia sistem agroindustri susu meliputi beberapa sub sistem, yaitu kegiatan usaha peternakan sapi perah yang memproduksi susu segar, koperasi pengumpul susu yang menerima susu segar peternak untuk dijadikan bahan baku susu dan industri pengolahan susu (IPS) yang mengolah susu menjadi produk olahan. Konfigurasi agroindustri susu dengan modifikasi dari Septiani (2015) dapat dilihat pada Gambar 2.

Adanya risiko kerusakan di masing-masing pos di dalam rantai pasok baik di peternakan sapi perah, koperasi pengumpul, industri pengolahan, maupun distributor maka antisipasi dan adaptasi terhadap kerusakan susu perlu dilakukan pada pos-pos tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putri (2015), risiko kontaminasi mikrobiologi merupakan salah satu risiko yang bernilai sangat tinggi baik pada tingkat peternakan maupun koperasi pengumpul hingga ke industri pengolahan.



Gambar 1. Skema rantai pasok tertutup



Gambar 2. Konfigurasi agroindustri susu

Kontaminasi pada tingkat peternakan sangat merugikan karena kualitas susu hasil olahan IPS sangat dipengaruhi oleh mutu bahan bakunya. Upaya mitigasi yang dapat dilakukan untuk mencegah agar risiko ini tidak terjadi adalah dengan monitoring kondisi proses produksi yang rentan terhadap kontaminasi mikroba mulai dari peternakan, penerimaan susu segar, proses produksi (pasteurisasi), hingga pengemasan dan penanganan produk jadi, diikuti dengan mengoptimalkan sanitasi dan kebersihan lingkungan, serta monitoring terhadap proses pembersihan alat – alat produksi.

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Stanton, E. (2005) rata – rata total *plate count* (TPC) dari sampel susu segar di 23 koperasi di Jawa Barat adalah 20,68 juta CFU/mL yang jauh di atas standar kualitas berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jenderal Peternakan Nomor 17/KPTS/DJP/1983 (3.000.000 CFU/mL) dan SNI 01-3141-1998 (1.000.000 CFU/mL). Berdasarkan surat keputusan tersebut

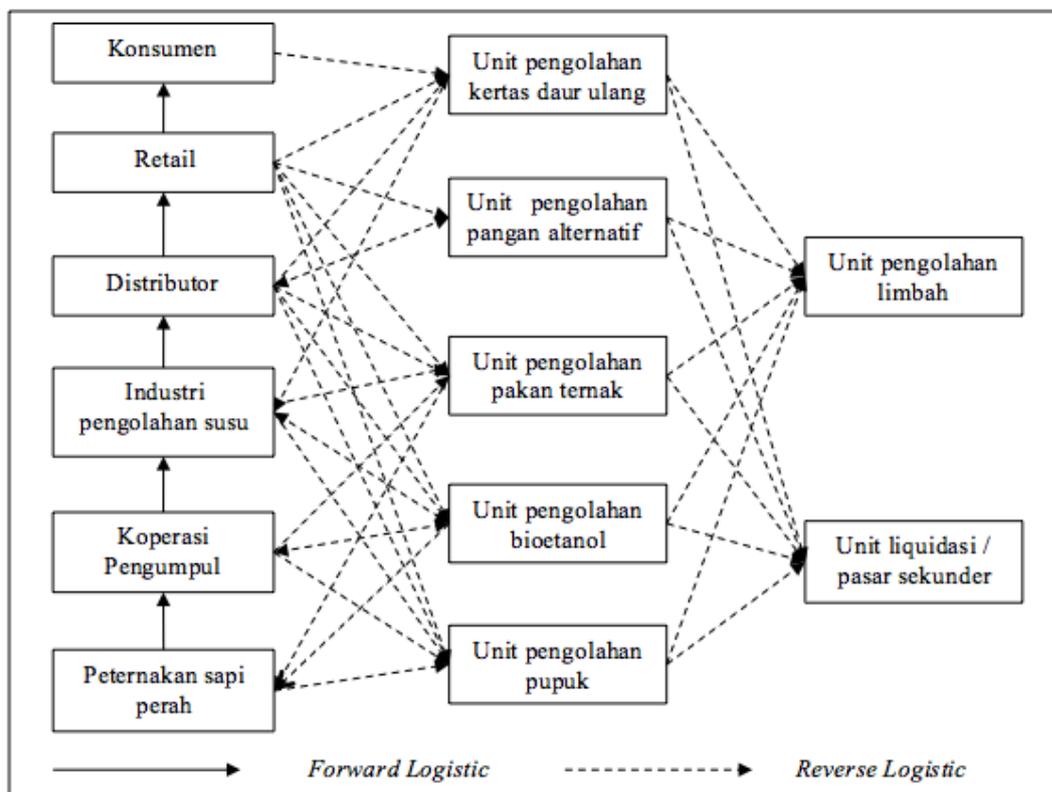
pinalti akan diberikan kepada peternak susu dengan TPC lebih dari 15 juta CFU/mL. Berdasarkan hal ini maka susu segar dalam negeri dalam posisi terancam “tidak akan dibeli” oleh konsumen domestik sendiri (terutama oleh industri pengolahan susu) (Budiyono 2009). Susu dengan bakteri (TPC) dibawah 15 Juta CFU/mL yang tidak terserap pasar masih dapat ditampung dan diolah menjadi bahan tambahan pada pakan ternak. Langkah adaptasi terhadap susu yang sudah terkontaminasi melewati TPC 15 juta CFU/mL adalah pengolahan lanjutan menjadi bioetanol atau pupuk cair. Susu yang telah terkontaminasi oleh mikroba lebih dari batas yang ditentukan tidak dapat diolah kembali menjadi bahan pangan atau pakan karena ada risiko munculnya bakteri yang bersifat patogen yang membahayakan kesehatan manusia atau ternak yang mengonsumsinya. Susu yang telah terkontaminasi oleh antibiotik dan bahan kimia, maka opsi pengolahan ulang untuk bioetanol tidak dapat dilakukan.

Pada tingkat distributor dan retail selain terdapat risiko kerusakan susu juga muncul risiko kedaluwarsa dan *overstock* yang menyebabkan produk usang. Penjualan produk yang mendekati masa kedaluwarsa atau usang perlu dihindari. Hal ini secara langsung akan mempengaruhi tingkat kepuasan konsumen. Perbedaan teknik pengolahan susu pasteurisasi akan berpengaruh terhadap daya simpan produk. Susu yang diolah dengan teknik pasteurisasi HTST dapat disimpan hingga 15 hari pada suhu ruang pendingin dengan maksimal 4,4 °C, sedangkan susu pasteurisasi UHT yang dikemas pada kemasan hermetis (keadaan steril) dapat disimpan hingga 60-90 hari pada suhu ruang. Pada saat baru diproduksi, mutu produk dianggap dalam keadaan 100%, dan akan menurun sejalan dengan lamanya penyimpanan atau distribusi. Selama penyimpanan dan distribusi, produk pangan akan mengalami

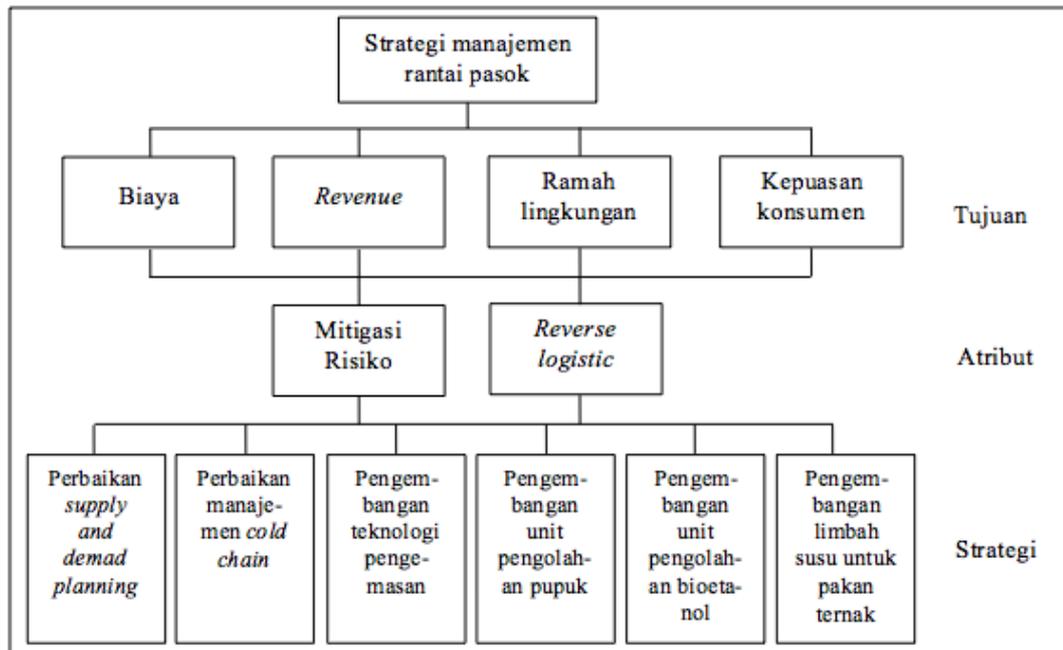
kehilangan bobot, nilai pangan, mutu, nilai uang, daya tumbuh, dan kepercayaan (Rahayu, W.P., Nababan, H., Budijanto, S., dan Syah 2003) Oleh karena itu ideal bagi produk UHT yang beredar di pasaran memiliki masa kedaluwarsa lebih dari satu bulan.

Risiko kerusakan yang dapat dialami produk susu pasteurisasi pada masing-masing pos harus dijadikan bahan pertimbangan dan juga harus memperhatikan upaya mitigasi dan adaptasinya. Skema yang dapat dikembangkan dari konfigurasi agroindustri susu tradisional oleh Septiani (2015) adalah dengan menambahkan elemen pusat pengolahan pakan ternak, pupuk, bioetanol, pangan, dan pengolahan kertas daur ulang. Skema rantai pasok dengan menerapkan pendekatan *reverse logistic* pada agroindustri susu pasteurisasi dapat dilihat pada Gambar 3.

Pemilihan strategi rantai pasok



Gambar 3. Skema rantai pasok dengan menerapkan pendekatan *reverse logistic* pada agroindustri susu pasteurisasi



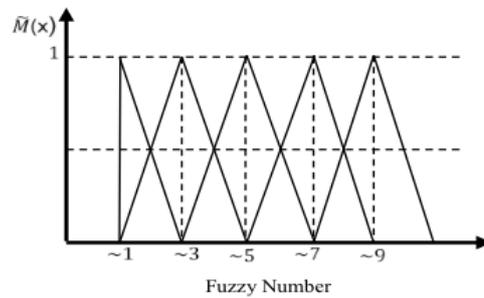
Gambar 4. Struktur AHP dan pemilihan strategi rantai pasok dengan pendekatan *reverse logistic*

bertujuan untuk menentukan arah kebijakan strategis yang perlu diprioritaskan dalam pengembangan industri susu pasteurisasi di Indonesia dengan menggunakan pendekatan *reverse logistic*. Tujuan yang digagas diantaranya adalah minimalisasi biaya, optimalisasi pemasukan, menciptakan keramahan terhadap lingkungan serta meningkatkan kepuasan pelanggan. Atribut strategis yang digunakan adalah optimasi mitigasi risiko rantai pasok dan optimasi penerapan *reverse logistic*. Adapun strategi yang telah dirumuskan antara lain adalah memperbaiki perencanaan *supply* dan *demand*, meningkatkan kualitas penerapan manajemen *cold chain* di sepanjang rantai pasok susu pasteurisasi, pengembangan teknologi pengemasan, pengembangan unit pengolahan pupuk berbasis limbah susu, pengembangan unit bioetanol berbasis limbah susu serta pengembangan penggunaan limbah susu sebagai material untuk pakan ternak. Tujuan, atribut dan strategi yang telah disusun menjadi sebuah struktur hirarki dapat dilihat pada Gambar 4.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan struktur hierarki AHP yang telah dijelaskan sebelumnya, pemilihan strategi dilakukan dengan menggunakan metode fuzzy AHP. Penelitian ini menggunakan bilangan fuzzy segitiga 1 - 9 untuk mewakili penilaian subyektif terhadap perbandingan berpasangan yang ambigu (Astuti, 2013). Set fuzzy ini digunakan untuk memperbaiki skala sembilan titik konvensional yang digunakan pada AHP konvensional. Angka fuzzy adalah himpunan fuzzy khusus $F = \{(x, \mu_f(x)), x \in R\}$, dengan x adalah nilai bilangan real, $R: -\infty < x < +\infty$ dan $\mu_f(x)$ adalah kontinu untuk R pada interval tertutup $[0, 1]$. Bilangan triangular fuzzy dinyatakan sebagai $M = (l, m, u)$, dengan $l \leq m \leq u$ sebagai fungsi keanggotaan triangular. Fungsinya didefinisikan sebagai Persamaan (1).

$$uF(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ x - l/m - 1, & l \leq x \leq m \\ u - x/u - m, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (1)$$



Gambar 4. Fungsi keanggotaan fuzzy $\tilde{M}(x)$ untuk penilaian kriteria dan alternatif linguistik (Ayağ & Özdemir 2006)

Tabel 1. Definisi dan fungsi keanggotaan fuzzy

Tingkat kepentingan	Bilangan fuzzy	Definisi	Fuzzy set
1	~ 1	Sama penting	(1,1,2)
3	~ 3	Sedikit lebih penting	(2,3,4)
5	~ 5	Jelas lebih penting	(4,5,6)
7	~ 7	Sangat jelas lebih penting	(6,7,8)
9	~ 9	Absolut lebih penting	(8,9,10)

Lima kelas representasi fuzzy digunakan dalam penelitian ini seperti yang dijelaskan pada Gambar 4 (Ayağ & Özdemir 2006). Definisi bilangan keanggotaan fuzzy dijelaskan pada Tabel 1 (Ayağ 2005) the Analytic Hierarchy Process (AHP). Set fuzzy

ini didefinisikan pada tingkat kepercayaan α dan indeks optimisme ω .

Hierarki masalah yang sudah teridentifikasi dan ditetapkan sebelumnya digunakan untuk studi ini. Tahap pertama pada prosedur fuzzy AHP adalah

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \dots & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Dengan $\tilde{a}_{ij}^\alpha = 1$ jika $i = j$, dan $\tilde{a}_{ij}^\alpha = \tilde{1}, \tilde{3}, \tilde{5}, \tilde{7}, \tilde{9}$, or $\tilde{1}^{-1}, \tilde{3}^{-1}, \tilde{5}^{-1}, \tilde{7}^{-1}, \tilde{9}^{-1}$ if $i \neq j$

$$\tilde{A} \tilde{x} = \tilde{\lambda} \tilde{x} \quad (3)$$

\tilde{A} adalah matriks fuzzy ($n \times n$) dengan bilangan fuzzy \tilde{a}_{ij} dan \tilde{x} adalah vektor fuzzy ($n \times 1$) yang berisi bilangan fuzzy \tilde{x}_i

perbandingan berpasangan. Pada tahap ini, bilangan triangular fuzzy digunakan untuk melakukan indikasi kepentingan relatif untuk masing-masing pasangan elemen dalam tingkat hierarki yang sama. Tahap kedua adalah membuat matriks perbandingan fuzzy. Matriks perbandingan fuzzy didefinisikan sebagai Persamaan (2).

Tahap ketiga adalah menghitung nilai kepentingan relatif (fuzzy eigen value) dari semua elemen berdasarkan elemen pada tingkat yang lebih tinggi dalam struktur hirarki (Nepal *et al.*, 2010). Nilai eigen fuzzy adalah bilangan fuzzy untuk menyelesaikan Persamaan (3).

Nilai eigen didapatkan dari nilai triangular fuzzy di dalam matriks yang perlu diubah menjadi kisaran tingkat kepercayaan (α -cut fuzzy). Batas atas dan batas bawah bilangan fuzzy dalam matriks ditentukan berdasarkan nilai α -cut dengan menggunakan Persamaan (4).

$$\begin{aligned}\tilde{1}_\alpha &= [1, 3 - 2\alpha] \\ \tilde{3}_\alpha &= [1 + 2\alpha, 5 - 2\alpha], \tilde{3}_\alpha^{-1} = \left[\frac{1}{5-2\alpha}, \frac{1}{1+2\alpha} \right] \\ \tilde{5}_\alpha &= [3 + 2\alpha, 7 - 2\alpha], \tilde{5}_\alpha^{-1} = \left[\frac{1}{7-2\alpha}, \frac{1}{3+2\alpha} \right] \\ \tilde{7}_\alpha &= [5 + 2\alpha, 9 - 2\alpha], \tilde{7}_\alpha^{-1} = \left[\frac{1}{9-2\alpha}, \frac{1}{5+2\alpha} \right] \\ \tilde{9}_\alpha &= [7 + 2\alpha, 11 - 2\alpha], \tilde{9}_\alpha^{-1} = \left[\frac{1}{11-2\alpha}, \frac{1}{7+2\alpha} \right]\end{aligned}\quad (4)$$

Studi ini menggunakan $\alpha = 0,5$, yang berarti para ahli memiliki tingkat kepercayaan rata-rata pada saat penilaian. Nilai matriks perbandingan α -cut kemudian dikonversi kembali menjadi nilai *crisp* menggunakan Persamaan (5). Studi ini menggunakan indeks optimisme sebesar 0,5.

$$\tilde{a}_{ij}^\alpha = \omega a_{ij}^\alpha + (1 - \omega) a_{ij}^\alpha, \quad \forall \omega \in [0,1] \quad (5)$$

Menurut (Nepal *et al.* 2010) lack of quantitative data and undefined relationships between the attributes makes it difficult to develop a quantitative model for analyzing subjective customer satisfaction (CS, bobot prioritas dalam matriks *crisp* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3) yang diubah menjadi Persamaan (6). Bobot prioritas pada setiap alternatif diperoleh dengan memperhatikan bobot setiap elemen pada setiap tingkat hirarki. Hasil penilaian yang konsisten dan terkontrol dipastikan dengan perhitungan rasio konsistensi untuk masing-masing matriks dan keseluruhan hierarki.

$$x_i = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \right)}{n} \quad (6)$$

Pembobotan dengan *pairwise comparison* dilakukan oleh dua orang ahli. Satu orang ahli dengan latar belakang profesional dan satu orang ahli dengan latar belakang akademisi. Setiap ahli melakukan perbandingan berpasangan secara bertahap mulai dari tingkat tujuan ke strategi. Para ahli memberikan penilaian dalam bentuk skala linguistik fuzzy. Pemeriksaan konsistensi juga dilakukan pada setiap tahap perbandingan berpasangan. Tingkat *consistency ratio* (CR) yang ditoleransi dalam studi ini adalah 10%. Data yang disediakan kemudian diolah dengan metode AHP fuzzy untuk mendapatkan bobot pada tingkat strategi, atribut, dan tujuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembobotan tujuan, atribut strategis, dan alternatif strategi oleh dua orang ahli dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil pembobotan tujuan, atribut strategis, dan alternatif strategi

Tingkatan	Prioritas	Deskripsi	Bobot
Tujuan	1	Minimalisasi biaya	0,363
	2	Meningkatkan kepuasan konsumen	0,363
	3	Optimalisasi pemasukan	0,225
	4	Menciptakan keramahan pada lingkungan	0,049
Total			1,00
Atribut strategis	1	Optimasi mitigasi risiko rantai pasok	0,765
	2	Optimasi penerapan <i>reverse logistic</i>	0,235
Total			1,00
Alternatif strategi	1	Perbaikan manajemen <i>cold chain</i>	0,305
	2	Perbaikan <i>supply and demand planning</i>	0,291
	3	Pengembangan unit pengolahan bioetanol	0,125
	4	Pengembangan teknologi pengemasan	0,107
	5	Pengembangan limbah susu untuk pakan ternak	0,097
	6	Pengembangan unit pengolahan pupuk	0,075
Total			1,00

Pada tingkatan tujuan terdapat dua tujuan dengan bobot tertinggi yang sama yakni 0,363 yang jatuh pada tujuan minimalisasi biaya dan tujuan meningkatkan kepuasan konsumen. Bobot yang sama menunjukkan bahwa kedua tujuan ini memiliki tingkat kepentingan yang sama. Prioritas tujuan diikuti oleh optimalisasi pemasukan, sedangkan tujuan dengan bobot paling kecil sebesar 0,049 adalah tujuan untuk menciptakan keramahan terhadap lingkungan. Kecilnya bobot tujuan untuk menciptakan keramahan terhadap lingkungan yang tidak lebih dari 5% prioritas disebabkan karena di Indonesia aspek lingkungan belum menjadi perhatian utama khususnya oleh konsumen. Perhatian konsumen terhadap aspek lingkungan menjadi faktor penting dalam memicu perhatian produsen atau industri terhadap aspek lingkungan. Tuntutan konsumen yang hanya memilih produk yang dibuat dengan kepedulian terhadap lingkungan akan secara langsung mempengaruhi semua pos pada rantai pasok, hal ini yang masih jarang ditemui di Indonesia. Selain itu bagi industri

pengolahan susu pasteurisasi dengan skala yang kecil atau menengah keterbatasan biaya dan sumberdaya menjadi alasan utama bagi mereka untuk lebih fokus pada proses bisnis yang lebih transaksional, dalam hal ini dalam bentuk meminimalisasi biaya dan memperluas pasar.

Hasil pembobotan terhadap atribut strategis menunjukkan bahwa penerapan mitigasi risiko rantai pasok susu pasteurisasi sangat lebih perlu diprioritaskan dibandingkan dengan penerapan praktik *reverse logistic*. Hal ini terlihat dari perbandingan yang cukup signifikan dengan perbandingan sebesar 76% berbanding 23%.

Pada pembobotan alternatif strategi, bobot paling besar dimiliki oleh strategi perbaikan manajemen *cold chain* dengan bobot sebesar 0,305. Penerapan manajemen *cold chain* di sepanjang rantai pasok mulai dari peternakan sapi perah hingga produk sampai kepada konsumen dinilai paling efisien untuk memenuhi tujuan pada manajemen rantai pasok. Penerapan sistem-sistem penjaminan kualitas dan keamanan produk seperti *good manufacturing*

practices (GMP), *standard sanitation operating procedure* (SSOP) dan *hazard analysis critical control point* (HACCP) akan sangat berguna khususnya dalam pengendalian cemaran mikroba. Strategi selanjutnya yang perlu diprioritaskan adalah perbaikan *supply and demand planner*. Pengaturan dan perencanaan produksi berdasarkan permintaan yang *real* di pasar akan secara langsung mengurangi jumlah produk kedaluwarsa atau *overstock* di gudang distributor maupun retail. Selain pada tingkat industri, pada tingkat peternak sapi perah, peternak juga perlu merencanakan kualitas dan jumlah susu segar dengan baik sehingga seluruh susu segar yang diproduksi dapat diserap oleh pasar. Jika kualitas susu yang diproduksi berada dibawah standar IPS atau koperasi, peternak perlu memiliki alternatif untuk memanfaatkan hasil produksinya tersebut.

Dibandingkan dengan dua alternatif strategi lainnya untuk mengembangkan unit pengolahan sekunder berbasis limbah susu, unit pengolahan bioetanol memiliki bobot paling tinggi yakni 0,125 dibandingkan dengan pakan ternak sebesar 0,097 dan pupuk sebesar 0,075. Hal ini disebabkan karena bioetanol dinilai memiliki nilai yang lebih tinggi. Selain itu bioetanol juga dapat secara langsung digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi khususnya pada peternakan sapi perah atau IPS. Pengembangan teknologi pengemasan memiliki posisi prioritas ke-4 dengan bobot 0,107. Kemasan *tetrapack* yang umum digunakan sebagai komponen pengemas primer susu pasteurisasi UHT dinilai sudah baik. Namun penggunaan kemasan ini hanya umum dilakukan oleh IPS terindustrialisasi dengan skala menengah atau besar. Pengembangan kemasan yang dapat diakses oleh IPS dengan skala yang lebih kecil atau unit pengolahan susu pasteurisasi dengan metode HTST atau LTST akan sangat bermanfaat bagi perkembangan industri susu pasteurisasi.

SIMPULAN

Berdasarkan kajian ini dapat disimpulkan bahwa skema rantai pasok dengan pendekatan *reverse logistic* dapat diterapkan pada rantai pasok susu pasteurisasi di Indonesia dengan menambahkan unit pengolahan limbah susu. Berdasarkan penilaian yang dilakukan oleh ahli di dalam studi ini, untuk memenuhi tujuan rantai pasok dalam meminimalisasi biaya, meningkatkan *revenue*, meningkatkan kepuasan konsumen serta menciptakan proses yang lebih ramah lingkungan, mitigasi risiko di sepanjang rantai pasok perlu lebih diperhatikan ketimbang pengembangan praktik *reverse logistic* itu sendiri dengan perbandingan bobot kepentingan sebesar 76% berbanding 23%. Adapun strategi yang perlu diprioritaskan adalah memperbaiki manajemen *cold chain* di sepanjang rantai pasok diikuti dengan memperbaiki proses *supply and demand planning*. Selanjutnya strategi berupa pengembangan unit pengolahan sekunder berbasis limbah susu perlu difokuskan kepada pengembangan unit pengolahan bioetanol.

Kajian lebih lanjut mengenai penerapan praktik *reverse logistic* di dalam rantai pasok susu pasteurisasi masih diperlukan. Beberapa studi yang dinilai penting untuk dilakukan antara lain adalah: studi kelayakan bisnis mengenai pengembangan unit pengolahan berbasis limbah susu pasteurisasi, baik unit pengolahan bioetanol, pupuk, pakan ternak atau produk lain yang juga memiliki nilai guna dan nilai ekonomis yang tinggi; kajian mengenai pengembangan kemasan yang dapat dengan mudah didaur ulang; serta studi mengenai aspek teknis dalam penerapan sistem penarikan barang, pengiriman, serta desposisi limbah susu pasteurisasi di dalam praktik *reverse logistic*. Selain itu melihat potensi efisiensi yang dapat dilakukan dengan menerapkan praktik *reverse logistic*. Kajian mengenai penerapan *reverse logistic* pada agroindustri

berbasis komoditi lainnya juga perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianieny, R.I.A., Yuniwati, D. & Rahayu, Y.S.R.I., (2015). Pemanfaatan Limbah Susu Cair Dan Daun Paitan (*Tithonia Diversifolia*) Menjadi Pupuk Organik cair Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan. *Primodia*, 11(2), pp.1–17.
- Ayağ, Z., (2005). A fuzzy AHP-based simulation approach to concept evaluation in a NPD environment. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 37(9), pp.827–842.
- Ayağ, Z. & Özdemir, R.G., (2006). A fuzzy AHP approach to evaluating machine tool alternatives. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 17(2), pp.179–190.
- Budiyono, H., (2009). Analisis Daya Simpan Produk Susu Pasteurisasi berdasarkan Kualitas Bahan Baku Mutu Susu. *Jurnal Paradigma*, 10(2), pp.198–211. Available at: <http://ejournal-unisma.net/ojs/index.php/paradigma/article/download/201/188>.
- Fleischmann, M., (2000). Quantitative Models for Reverse Logistics.
- Fortuna, I.F., Sumantri, Y. & Yuniarti, R., (2014). Perancangan Sistem Pengukuran Kinerja Aktivitas Green Supply Chain Management (Gscm) (Studi Kasus : Kud “ Batu ”). *Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 2(3), pp.551–562.
- Heizer, J. dan Render, B., (2005). *Manajemen Operasi* Terjemahan., Jakarta: Salemba Empat.
- KBS, (2009). Code of hygienic practice for milk and milk products. In *Notific_ Otros_ Miembros*. pp. 1–49. Available at: http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/ken457_t.pdf.
- Kreng, V.B. & Wu, C.Y., (2007). Evaluation of knowledge portal development tools using a fuzzy AHP approach: The case of Taiwanese stone industry. *European Journal of Operational Research*, 176(3), pp.1795–1810.
- Krumwiede, D.W. & Sheu, C., (2002). A model for reverse logistics entry by third-party providers. *Omega*, 30(5), pp.325–333.
- Kumar, S. & Putnam, V., (2008). Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. *International Journal of Production Economics*, 115(2), pp.305–315.
- Marimin, Djatna, T., Suharjito, Hidayat, S., Utama, D.N.U., Astuti, R., and Martini, S., (2013). *Pasok, Teknik dan Analisis Pengambilan Keputusan Fuzzy dalam Manajemen Rantai*, Jakarta: IPB Press.
- Marimin & Maghfiroh, N. (2010). *Aplikasi Teknik Pengambilan Keputusan dalam Manajemen Rantai Pasok.*, Bogor: IPB Press.
- Nepal, B., Yadav, O.P. & Murat, A., (2010). A fuzzy-AHP approach to prioritization of CS attributes in target planning for automotive product development. *Expert Systems with Applications*, 37(10), pp.6775–6786. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.03.048>.
- Patyk M. S., Bucur I.M., dan Popa, V., (2012). Reverse supply chain

- management in dairy production. *Supply Chain Management Journal*, p.//virgilpopa.com/articole/articole_scm_journal/.
- Prametha, N., & Legowo, A., (2008). Pemanfaatan Susu Kadaluwarsa Dengan Fortifikasi Kulit Nanas Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1), pp.30–35.
- Pulansari, F., Donoriyanto, D.S. & Masruroh, N., (2016). Reverse Logistics Systems : Persepsi dan Harapan Konsumen. *Jurnal Teknik Industri Universitas Petra*, 18(2), pp.113–122.
- Putri, N.S., (2015). *Analisis risiko rantai pasok susu pasteurisasi dengan fuzzy failure mode and effect analysis*. Institut Pertanian Bogor.
- Rahayu, W.P., Nababan, H., Budijanto, S., dan Syah, D., (2003). *Pengemasan, Penyimpanan dan Pelabelan*. Badan Pengawasan Obat dan Makanan, Jakarta.
- Septiani, W., (2015). Rancangan Model Performansi Risiko Rantai Pasok Agroindustri Susu Dengan Menggunakan Pendekatan Logika Fuzzy. *Jurnal Agritech*, 35(1), pp.88–97.
- Stanton, E., dan S., (2005). *Industri Peternakan Sapi Perah Indonesia Analisa SWOT*, Melbourne.
- Szmelter, A., 2016. Specifics of Closed Loop Supply Chain. , 2016(2), pp.14–19.
- Vijayan, G. et al., (2014). Sustainability in food retail industry through reverse logistics. *International Journal of Supply Chain Management*, 3(2), pp.11–23. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84949799456&partnerID=tZOtx3y1>.

Halaman ini sengaja dikosongkan.