

## Perbaikan dan Evaluasi Penerapan Sistem Manajemen Mutu pada Industri Pengolahan Tahu (Studi Kasus di UD. Cinta Sari, DIY)

Improvement and Evaluation of Implementating Quality Managemet System in Tofu Industry  
(Case Study at UD. Cinta Sari, DIY)

Sapta Raharja<sup>1</sup>, S. Joni Munarso<sup>2</sup>, Dian Puspitasari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup>Peneliti pada Balai Penelitian Pasca Panen, Bogor

<sup>3</sup>Mahasiswa Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

### ABSTRAK

Sistem manajemen mutu (SMM) industri pengolahan tahu melibatkan penataan pengelolaan perusahaan, baik yang menyangkut pengadaan bahan baku, operasionalisasi teknologi, penyesuaian kompetensi personil, dan dokumentasi proses. Penerapan SMM ini dilakukan pada industri pengolahan tahu UD Cinta Sari melalui metode survey. Keefektifan pelaksanaan SMM dilakukan studi terhadap mutu produk yang meliputi kadar protein, kadar air, kadar abu, dan kekenyalan pra SMM dan pasca SMM. Dasar dari proses terbaik yang diterapkan pada pasca SMM melalui uji coba pengolahan tahu menggunakan kedelai local dengan dua faktor yaitu wadah (bak semen dan tangki *stainless steel*) dan waktu perebusan (10, 15, dan 20 menit). Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dan metode factorial. Perbaikan yang dilakukan pada SMM adalah perebusan tahu dengan tangki *stainless steel* dengan waktu rebus 15 menit menunjukkan kesukaan panelis paling tinggi. Dari analisis statistic ANOVA satu arah, didapatkan hasil parameter mutu tahu pra SMM berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% yang berarti mutu tahu pra SMM sangat fluktuatif atau tidak konsisten sedangkan parameter mutu tahu pasca SMM tidak berbeda nyata 95% yang berarti mutu produk lebih konsisten. Dari uji T didapatkan hasil bahwa penerapan SMM pada pasca SMM berpengaruh signifikan pada kadar protein, kadar abu, dan kekenyalan, tetapi kurang berpengaruh pada kadar air. Dari bagan kendali mutu 3 sigma diperoleh hasil parameter mutu pra SMM cenderung fluktuatif dan terdapat beberapa titik yang diluar batas kendali 3-sigma, sedangkan parameter mutu pasca SMM cenderung lebih terkendali dan seragam.

Kata kunci: makanan, QMS, tahu

### ABSTRACT

Regarded as a tool for improving quality and potentially other performance related outcomes, quality management system (QMS) ISO 9000:2000 and Hazard Analisis Critical Control Point (HACCP) approach are held as a key way of achieving competitive advantages in the today's global work context, especially for tofu industry. QMS is designed for use in all segments of the food industry from procurement and handling raw material, controlling operator competency, operasionalize of technology, process documentation. HACCP requires the development of strategies to prevent the inclusion or reduction of these hazard until acceptable level in a food. Research methodology employed in these research comprises of 5 steps i.e: (1) Tofu manufacturing inventarization; (2) Composing of Manual of Quality dan Work Instruction are main prerequisite for QMS implementation; (3) Implementation of Quality Escort which is part in QMS; (4) Comparison study before and after QMS Implementation; (5) Consistency observation quality product with statistical analysis dan quality control chart; include: moisture, ash, protein content, compactcity of tofu structure. The result is quality of product more consistence after QMS Implementation. Nevertheless, it needed recontruction and monitoring contineously better way to create integrated agroindustry which is QMS implementation.

Key words: food, QMS, tofu

### PENDAHULUAN

Sistem manajemen mutu merupakan suatu sarana yang berpotensi untuk memperbaiki kondisi perdagangan dan mutu produk pertanian. Sistem ini melibatkan upaya pola pengelolaan dalam suatu industri baik yang menyangkut

\* Korespondensi:  
Departemen TIP, Fateta IPB  
Jl. Kamper Kampus IPB Darmaga, Bogor  
e-mail: saptaraharja@ipb.ac.id

pengadaan bahan baku, operasionalisasi teknologi, kompetensi personil, dokumentasi mutu dan sebagainya (Hadiwardjo dan Wibisono, 2000). Hal ini berkaitan dengan kelancaran keseluruhan proses termasuk di dalamnya perencanaan tata letak dan penataan alur proses.

Perencanaan tata letak fasilitas pabrik yang baik dan efisien sangat menentukan kelangsungan hidup dan tingkat profitabilitas perusahaan. Tata letak pabrik yang baik akan meningkatkan efisiensi, menekan biaya penanganan, serta mengurangi kebutuhan personil dan peralatan (Apple, 1990). Kondisi tersebut akhirnya akan menghilangkan dan mengurangi biaya dan aktivitas yang tidak produktif.

Selain dari perencanaan dan perancangan tata letak pabrik, aspek yang sangat penting untuk industri pangan adalah sistem keamanan pangan yang diterapkan. Perdagangan dunia telah berubah dan sedang dirasakan oleh berbagai pelaku bisnis untuk mencari kiat-kiat bisnis yang mampu mempertahankan bahkan meningkatkan *omzet* produksinya agar konsumen akhir *loyal* membeli produk yang dihasilkan. Tekanan persaingan tersebut sedang dihadapi oleh produsen industri makanan, baik industri skala kecil, menengah maupun besar.

Kondisi ini tentunya mengharuskan para produsen produk pangan untuk memberikan jaminan, khususnya yang berkaitan jaminan mutu dan keamanan pangan. Untuk memberikan jaminan keamanan pangan yang memadai, pengawasan pangan yang hanya mengandalkan uji pada produk akhir tidak dapat mengimbangi kemajuan yang sangat pesat dalam teknologi industri pangan dan tidak mampu memberikan jaminan keamanan pangan yang beredar di pasaran. Salah satu bentuk pendekatan sistem manajemen mutu adalah ISO 9000 seri 2000 termasuk di dalamnya HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*)

Hingga sampai saat ini penerapan manajemen mutu, khususnya HACCP pada industri skala kecil menengah banyak mengalami hambatan. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Pusat Studi Pangan dan Gizi IPB tahun 1996 dan 1997 sekitar 99% dari total unit industri pangan merupakan unit usaha kecil dan menengah (UKM) yang menyerap 3,68 juta tenaga kerja. Dari angkatan yang bekerja di industri pangan sekitar 76,1% tamatan SLTA ke bawah dan sekitar 2,66% menyandang gelar sarjana. Berdasarkan data survei angkatan kerja nasional menunjukkan sekitar 72,73% angkatan kerja adalah tamatan Sekolah Dasar ke bawah (Wahono, 2000). Dengan kondisi tersebut dapat dimengerti bahwa laju pertumbuhan, peningkatan mutu dan peningkatan daya saing produk industri pangan banyak mengalami hambatan. Oleh karena itu, upaya untuk mempercepat penerapan manajemen mutu pada industri pangan tidak bisa sepenuhnya diserahkan pada produsen. Berbagai industri besar pembina, Perguruan Tinggi dan instansi

pemerintah terkait harus aktif untuk mensosialisasikan penerapan manajemen mutu kepada para pelaku di industri kecil dan menengah (IKM).

Kedelai merupakan salah satu komoditas penting bahan baku produk olahan yang telah menjadi bagian budaya yang mendarah daging bagi konsumsi masyarakat Indonesia. Tahu merupakan salah satu produk olahan kedelai selain tempe, kecap dan taucu yang dikonsumsi hampir seluruh masyarakat Indonesia dan sangat potensial untuk dikembangkan sistem manajemen mutunya. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tim peneliti dari Balai Penelitian Pasca Panen Jakarta, industri pengolahan tahu yang dipilih untuk penerapan sistem manajemen mutu (SMM) adalah UD. Cinta Sari yang berlokasi di Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

### Ruang Lingkup

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tim dari Balai Penelitian Pasca Panen, Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Tahun pertama telah dilakukan penelitian dengan metode survei inventarisasi responden produsen tahu di 4 Provinsi, Jabar, Jateng, DIY, dan Jatim. Hasil tahun pertama adalah keragaan agroindustri pengolahan tahu yang dinilai dari mutu produk, penguasaan teknologi, manajemen dan organisasi serta analisis ekonomi B/C ratio, dengan industri yang terpilih UD. Cinta Sari, Wonosari, Kabupaten Gunung Kidul, DIY. Pada Tahun Kedua dibuat konsep mengenai dokumen mutu dan sekaligus dilakukan sosialisasi kepada segenap pihak yang terkait dalam keseluruhan operasional pabrik.

Memasuki tahun kedua maka dilakukan pemantapan dan perbaikan penerapan sistem manajemen mutu yang meliputi perbaikan desain tata letak dan perbaikan operasionalisasi pabrik tahu. Perbaikan tata letak dengan mempertimbangkan kelancaran pergerakan aliran bahan, pekerja dan informasi sehingga diharapkan lebih efektif dan efisien. Perbaikan operasionalisasi proses dilakukan melalui pengendalian mutu bahan baku, pengendalian proses, pengendalian mutu operator dan perbaikan kondisi sanitasi dan hygiene proses.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Penciptaan model agroindustri yang memberikan nilai tambah secara optimal bagi subsistem pelakunya dengan penerapan teknologi dan pola manajemen yang tepat, efektif dan efisien; (2) Mengembangkan model HACCP, dengan identifikasi titik kritis dan pengendalian titik kritis. Selanjutnya dilakukan uji coba pengolahan kedelai untuk memperoleh waktu perebusan yang optimal yang akan diterapkan dalam pengolahan selanjutnya; dan (3) Melakukan studi perbandingan terhadap aspek atau parameter mutu sebelum dan sesudah diterapkan SMM untuk mengetahui kinerja SMM terhadap mutu produk dan konsistensinya.

## METODOLOGI

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada industri pengolahan tahu yang terdiri dari 2 tahap:

### 1. Penelitian Pendahuluan

Inventarisasi proses pengolahan pada industri kecil di empat provinsi dengan metode survei. Keluaran dari tahap ini adalah keragaan karakteristik industri tahu yang meliputi perbandingan mutu produk, penguasaan teknologi, kelayakan ekonomi dan manajemen. Selanjutnya dari analisis tersebut terpilih satu industri pengolahan tahu yang dinilai layak sebagai model agroindustri yang akan menerapkan SMM. Lokasi yang paling banyak terpilih adalah Daerah Istimewa Yogyakarta, selanjutnya dilakukan kajian residu formalin pada tahu untuk lima responden. Pengujian ini dilakukan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (POM) DIY dengan mempertimbangkan kesegaran produk.

### 2. Penelitian Utama

#### a. Formulasi Model HACCP

Konsep HACCP terdiri dari 2 bagian, yaitu:

1) Analisis bahaya yang memerlukan pengetahuan yang cukup tentang mikrobiologi pangan dan pengetahuan dimana mikroorganisme terdapat, serta faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan ketahanannya. Analisis bahaya merupakan prosedur untuk menggambarkan urutan produksi dan distribusi, kontaminasi, pertumbuhan dan survival mikrobiologis yang menyebabkan keracunan pangan.

2) Penentuan titik kendali kritis dapat diidentifikasi dari diagram alir yang potensial menyebabkan terjadinya produk gagal.

#### b. Implementasi SMM

Penerapan SMM dilakukan dengan implementasi panduan mutu yang telah dibuat sebelumnya, yang berisi petunjuk teknis dan manual mutu pada industri pengolahan tahu yang bersangkutan. Kegiatan ini terdiri dari:

1) Sosialisasi penerapan SMM yang lebih ditekankan pada pembinaan Sumber Daya Manusia (SDM)

2) Penataan teknologi proses, termasuk perbaikan tata letak dan alur proses.

3) Uji coba produksi tahu dengan penerapan SMM dan dilakukan pengamatan terhadap konsistensi mutunya. Parameter mutu yang diamati adalah kadar protein, kadar air, kadar abu, kekenyalan dan uji organoleptik terhadap warna, aroma, kekompakan atau kekenyalan dan ada tidaknya lendir selama penyimpanan.

c. Evaluasi Mutu sebelum diterapkan SMM pada industri pengolahan tahu yang ada. Selanjutnya dilakukan studi perbandingan

aspek mutu dan manajemen sebelum dan sesudah diterapkan SMM. Parameter mutu yang diukur adalah kadar protein, kadar air, kadar abu, kekenyalan atau kekompakan, total mikroba. Evaluasi mutu Pra SMM dilakukan beberapa kegiatan untuk perbaikan, diantaranya adalah:

#### 1) Fluktuasi Mutu Tahu

Selama dua minggu diambil contoh setiap dua hari sekali untuk analisis kadar air (KA), kadar protein, kadar abu dan kekenyalan.

2) Pegujian terhadap minyak goreng yang digunakan. Dilakukan pengambilan contoh terhadap minyak goreng kemudian identifikasi kadar asam lemak bebas (*free fatty acid* atau FFA) dan Bilangan Iod untuk mengetahui kemungkinan teroksidasi karena cara penggorengannya secara terbuka. Selanjutnya dari minyak goreng yang digunakan diambil contoh kemudian dianalisis kadar asam lemak bebas setiap periode penambahan minyak goreng.

d. Pengamatan terhadap konsistensi mutu setelah penerapan SMM dilakukan pengambilan sampel selama dua minggu, pengamatan terhadap parameter mutu selama dua hari sekali terhadap kadar protein, KA, kadar abu dan kekenyalan.

## Prosedur Analisis

KA, abu, protein (AOAC, 1990). Kekompakan, atau kekenyalan (Sudarmadji *et al*, 1992).

## Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan model faktorial.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_iB_j + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

$Y_{ijk}$  = Koefisien parameter mutu tahu

$\mu$  = rata-rata umum hasil analisis

$A_i$  = pengaruh jenis wadah perebusan yang digunakan

$B_j$  = pengaruh waktu perebusan

$\epsilon_{ijk}$  = pengaruh galat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Proses

#### Perendaman

Sebelum perendaman dilakukan pencucian terhadap kedelai untuk membersihkan kotoran yang menempel dan benda-benda asing. Setelah pencucian dilakukan pembilasan terhadap bahan sebanyak tiga kali, pembersihan penting untuk menghasilkan tahu dengan flavor yang disukai, warna terang dan umur simpan lebih panjang. Kemudian kedelai direndam selama 2-3 jam pada bak-bak plastik. Menurut (Koswara, 1992) Indikasi

perendaman selesai ditandai berat kedelai mencapai 2,2 kali berat semula. Misalnya untuk UD. Cinta Sari per *batch* mengolah 32 kg kedelai maka berat setelah perendaman 70 kg dan volumenya mengembang menjadi 2,4 kali volume semula.

**Penggilingan**

Kedelai yang telah bersih dan ditiriskan, digiling dengan mesin penggiling. Selama penggilingan ditambahkan air secara kontinu. Hasil gilingan ditampung pada wadah yang bersih bebas karat dan kotoran, misalnya tangki *stainless steel*. Tujuan proses penggilingan adalah untuk memperkecil ukuran partikel, sehingga dapat mengurangi waktu pemasakan dan mempermudah ekstraksi.

**Perebusan**

Bubur kedelai ditampung dalam tangki perebusan dengan ditambahkan air berulang kali sebanyak 80-100 liter untuk mencapai ekstrak protein yang optimum dan tentunya berhubungan dengan waktu perebusan, mencegah kekosongan dan mencegah meluapnya buih selama pemasakan. Menurut (Koswara, 1992) Jumlah air yang ditambahkan selama proses 1 : 10 untuk mempermudah ekstraksi protein, pemasakan juga berfungsi untuk menginaktifkan tripsin inhibitor yang mengganggu daya cerna protein oleh tubuh, serta memperbaiki rasa dan aroma.

**Penyaringan dan Penggumpalan**

Setelah perebusan bubur kedelai disaring dengan kain saring secara manual, maka diperoleh filtrat yang siap untuk digumpalkan dan ampas. Untuk setiap pengolahan 32 kg kedelai diperoleh ampas 60 kg. Protein yang terdapat dalam ekstrak kedelai selanjutnya diendapkan dengan bahan penggumpal setelah suhu ekstrak kedelai (hasil penyaringan) dalam keadaan hangat pada suhu 70-90°C.

**Pencetakan dan Pemasakan**

Gumpalan, atau *curd* yang terbentuk dimasukkan ke dalam pencetak yang telah dilapis kain blacu berwarna putih kemudian di press sampai terbentuk tahu cetak. Pencetakan dilakukan dengan pemberat batu (15-20 kg) pada luas permukaan 50 x 50 cm<sup>2</sup> selama 10-15 menit Selanjutnya dilakukan perebusan dan penggorengan untuk meningkatkan *performance* dan umur simpan tahu sebelum dipasarkan.

**Deskripsi Produk**

Jenis tahu yang diproduksi oleh UD. Cinta Sari adalah tahu goreng dan tahu rebus (tahu putih). Tahu goreng terdiri dari tahu matang (tahu pong dan tahu unyil) dan tahu setengah matang (magel), masing-masing jenis tersebut hanya berbeda pada lamanya penggorengan. Tahu *pong* dan tahu *unyil* (sisa pengirisan atau hasil produk

gagal) digoreng dalam waktu 8-10 menit suhu 200-220°C, sedangkan tahu *magel* digoreng 2-3 menit.

**Implementasi SMM**

**Penataan Layout Pabrik**

Macfud dan Agung (1990) suatu tata letak yang baik memerlukan data tentang: kapasitas dan luasan yang diperlukan, peralatan penanganan bahan, lingkungan dan keindahan, aliran informasi, dan biaya pemindahan/pergerakan antar fasilitas, dengan pendekatan *System Layout Planning* (SLP).

Langkah-langkah penerapan adalah sebagai berikut:

1. Analisis aktivitas

Menurut Apple (1990) perancangan tata letak dengan prinsip minimalisasi jarak dan aliran bahan

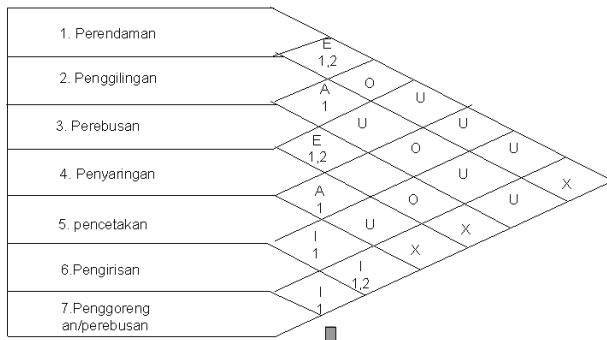
To \ From	Perendaman	Penggilingan	Perebusan	Penyaringan & penggumpalan	Pencetakan	Pengirisan	Penggorengan
Perendaman		5.35 (3.30)					
Penggilingan			0.5 (0.5)				
Perebusan				2.57 (1.04)			
Penyaringan & penggumpalan					1.79 (0.6)		
Pencetakan						10.28 (7.8)	
Pengirisan							6.12 (9.5)
Penggorengan							

( ) : jarak antar aktivitas *layout* baru

Dari diagram *From-To* di atas dapat dilihat penanganan bahan antar operasi dan aktivitas pada tata letak baru lebih pendek, dengan memperhitungkan faktor kenyamanan dan ergonomis dari alat, ataupun pekerja.

2. Hubungan, atau keterkaitan antar aktivitas dapat disajikan dalam bentuk bagan dan diagram keterkaitan (Gambar 1). Pada bagan keterkaitan menunjukkan derajat keterkaitan antara satu tahap dengan tahap lainnya pada proses pembuatan tahu, dimana belum memperhitungkan luasan yang tersedia.

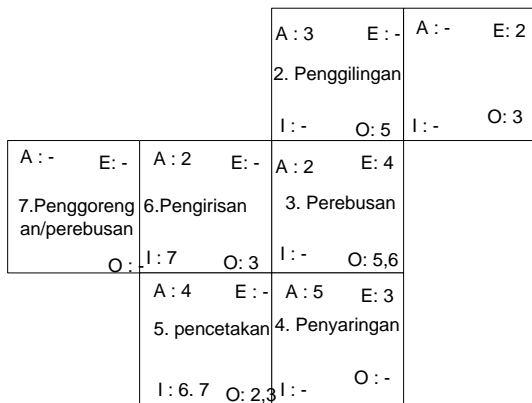
Dari bagan keterkaitan untuk mengetahui susunan dalam bentuk denah yang sebenarnya dapat dipasang *template-template* antar aktivitas yang mutlak berdekatan, saling bebas atau tidak boleh berdekatan yang disajikan dalam diagram keterkaitan antar aktivitas (Gambar 2).



Gambar 1. Bagan keterkaitan antar aktivitas

Keterangan:

1. Aliran pergerakan bahan yang tinggi
2. Informasi/komunikasi antar pekerja



Gambar 2. Keterkaitan antar aktivitas

2. Penataan Teknologi Proses

a. Pengendalian Bahan Baku

Kedelai untuk persyaratan tahu memerlukan persyaratan yang lebih ketat dibandingkan pembuatan tempe, karena tahu diperoleh dari proses ekstraksi kedelai dengan air untuk mendapatkan bagian yang larut dalam air termasuk proteinnya. Kedelai yang diperlukan adalah kedelai dengan kadar protein tinggi dengan kadar lemak rendah. Kedelai yang memenuhi persyaratan tersebut adalah kedelai lokal yang mempunyai biji kecil, sehingga luas permukaan ekstraksi lebih besar, sehingga proses ekstraksi lebih mudah, selain itu rendemen yang dihasilkan lebih besar.

Tabel 1. mutu kedelai

No.	Sampel	Kadar air (%)	Kadar protein (%)
1.	Lokal	17,71	36,81
2.	Impor	13,84	30,94

Dari hasil analisis jelas terlihat bahwa kadar protein kedelai lokal lebih tinggi, sehingga lebih dipilih sebagai bahan baku utama pembuatan tahu. Pada dasarnya tahu merupakan ekstraksi protein kedelai yang digumpalkan dengan bahan penggumpal tertentu, sehingga semakin tinggi

kadar protein semakin besar pula rendemen yang diperoleh.

b. Pengendalian Bahan Pembantu

Bahan pembantu utama adalah air biang yang berasal dari proses sebelumnya yang telah dieramkan, sama sekali tidak menggunakan bahan penggumpal lain, ataupun pengawet. Ini dibuktikan dari hasil pengujian Badan POM (Pengawasan Obat dan Makanan) DIY.

Bahan penggumpal yang digunakan pada industri pengolahan tahu UD. Cinta Sari adalah air biang atau *whey* sisa dari proses penggumpalan tahu sebelumnya yang telah dieramkan selama 1-2 hari. Proses penggumpalan merupakan tahap yang cukup kritis, karena ikut menentukan tekstur dan kekompakan struktur tahu yang akan dihasilkan. Air biang yang digunakan mempunyai pH 3,5-3,8 dan tidak terlalu dingin (suhu 20-30°C). Kemungkinan yang terjadi apabila air biang yang digunakan terlalu asam, atau kadaluarsa dan suhunya terlalu dingin berakibat terhadap kekompakan struktur tahu setelah proses pencetakan, yaitu kurang kenyal dan mudah hancur sehingga kemungkinan produk gagal yang dihasilkan lebih besar. Kondisi tahu hasil pencetakan dengan air biang yang kurang memenuhi syarat akan menyulitkan proses pengirisan, perebusan dan penggorengan tahu.

Pengendalian bahan pembantu, khususnya air biang adalah menjaga umur simpannya jangan sampai kadaluarsa dan penyimpanan yang baik, yaitu dalam bak bersih dan dalam kondisi tertutup untuk mencegah kontaminasi. Untuk memastikan umur simpan tidak kadaluarsa, dilakukan pemisahan air biang pada waktu, atau hari proses yang berbeda.

Untuk pengendalian mutu minyak goreng dilakukan identifikasi terhadap minyak goreng yang digunakan, kemudian diamati penurunan kadar asam lemak bebas. Minyak goreng curah yang digunakan dibeli dari pasar tradisional kabupaten Gunung Kidul dalam jumlah cukup besar, karena kebutuhan minyak goreng per hari 30 kg.

Kadar asam lemak bebas diukur sebagai salah satu indikator kerusakan minyak goreng. Sebelum dilakukan penggorengan minyak goreng diukur kadar asam lemak bebas dan bilangan lod dari minyak goreng curah yang digunakan oleh UD. Cinta Sari. Untuk pengendalian minyak goreng, produsen tahu UD. Cinta Sari melakukannya secara sederhana, yaitu menerapkan *turn over period* (TP), walaupun belum dihitung secara pasti dan penyaringan. Penambahan minyak baru selama satu hari putaran proses dilakukan sebanyak tiga kali. Robertson (1967) menyarankan konsep TP sebagai berikut:

$$TP = FC / R$$

Dimana:

FC = Jumlah total minyak

R = Jumlah minyak segar yang ditambahkan per satuan waktu proses

TP = Lama proses pada suhu penggorengan yang membutuhkan penambahan minyak segar

Semakin pendek TP, maka semakin baik proses tersebut. Disarankan TP tidak melebihi 12 jam. Pengrajin tahu UD. Cinta Sari sebenarnya telah menggunakan konsep ini, hanya saja belum dilakukan perhitungan cermat, dengan dasar yang dipakai adalah pertimbangan biaya semata. TP UD. Cinta Sari adalah (30/5).

#### c. Pengendalian SDM untuk aplikasi SMM

Sebagian besar pekerja pada industri tahu berpendidikan SLTP ke bawah, sehingga dalam penerapan SMM diperlukan sosialisasi, pembinaan dan monitoring berkelanjutan. Pengendalian SDM dilakukan dengan menanamkan kesehatan dan keselamatan kerja (K3), diantaranya dengan penjelasan sanitasi dan hygiene proses berkaitan dengan kebersihan dan kesehatan pekerja. Dalam rangka penerapan SMM, pekerja diwajibkan berpakaian lengkap, bersepatu dan bersarung tangan untuk kebersihan dan keselamatan kerja. Selain itu dilakukan pengendalian peralatan, yaitu pencucian sebelum dan sesudah proses produksi.

#### d. Pengendalian Proses

##### 1) Identifikasi Titik Kritis

Titik kendali kritis adalah setiap titik, tahap atau prosedur pada suatu sistem pengolahan pangan yang jika tidak terkendali dapat menyebabkan risiko dan jika dikendalikan dengan baik dapat mencegah, menghilangkan, mengurangi atau mencegah bahaya. Risiko yang dapat terjadi apabila titik kritis perebusan tidak dikendalikan dengan baik adalah kemungkinan rendemen yang dihasilkan tidak maksimal (berkaitan dengan pengembangan protein), tekstur dan struktur kurang kompak, berkurangnya daya simpan produk, berhubungan dengan sifat organoleptik. Menurut Shurleff dan Aoyagi (1979), waktu optimal pengembangan protein adalah 10-15 menit. Apabila proses pemasakan bubur kedelai terlalu singkat maka protein yang ada belum terdenaturasi penuh, sehingga rendemen berkurang dari yang seharusnya dan tekstur yang diperoleh kurang kompak. Apabila sebaliknya, waktu terlalu lama dari seharusnya akan menurunkan nilai gizi dan rasa tahu, dimana tahu akan berwarna kecoklatan. Pada perebusan juga ditambahkan air dalam jumlah cukup besar untuk mempermudah pemasakan dan volume yang ditambahkan juga harus tepat karena volume yang kurang dari seharusnya protein yang terekstrak sedikit tetapi jika jumlah air yang ditambahkan cukup besar akan menghabiskan energi untuk rendemen tetap. Air yang ditambahkan pada proses perebusan 80-100 liter selama proses pemasakan/perebusan bubur kedelai.

Menurut (Koswara, 1992) suhu optimal perebusan bubur tahu 100-125°C. Untuk

membandingkan titik kritis pembuatan tahu, dilakukan uji coba pembuatan tahu dengan perlakuan terhadap wadah yang berbeda pada tiga taraf waktu (10, 15, dan 20 menit). Wadah yang digunakan merupakan perbandingan kinerja sarana proses produksi lama dengan wadah baru yang direkomen-dasikan untuk penerapan SMM, sedangkan taraf waktu merupakan perbandingan antara waktu operasi perebusan yang digunakan dengan pustaka.

#### 2) Uji Coba Kedelai

Uji coba dilakukan untuk mengetahui keefektifan proses perebusan yang telah ditetapkan sebagai titik kritis. Uji coba dilakukan untuk mengetahui pengaruh lama perebusan dengan wadah yang berbeda terhadap mutu yang dihasilkan yang diukur dari parameter mutu (kadar protein, KA, kadar abu, dan kekenyalan/kekompakan tahu) dan uji kesukaan panelis terhadap warna, aroma, kekenyalan dan ada tidaknya lendir selama penyimpanan dengan pembanding Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3142-1998). Faktor dari analisis sidik ragam adalah wadah dan waktu dengan enam perlakuan. Wadah yang digunakan adalah bak semen dan tanki stainless dengan waktu 10, 15 dan 20 menit. Hasil yang optimal akan ditetapkan sebagai waktu perebusan terbaik produksi tahu UD. Cinta Sari selanjutnya.

#### 3) Hasil Uji Coba

Berdasarkan pengolahan statistik terhadap parameter mutu tahu: kadar protein, KA, kadar abu dan kekenyalan didapatkan hasil sebagai berikut:

##### i. Kadar Protein

Analisis sidik ragam protein menunjukkan bahwa jenis wadah, waktu memberikan pengaruh yang sangat nyata dan interaksi antara wadah dan waktu juga berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein tahu. Analisis sidik ragam terhadap waktu perebusan memberikan hasil berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan. Hasilnya waktu 10 menit berbeda nyata dengan waktu 15 menit, waktu 15 menit berbeda nyata dengan 20 menit, begitu juga waktu 15 menit berbeda juga dengan waktu 20 menit. Oleh karenanya, perlu dilakukan pengendalian terhadap waktu perebusan berkaitan dengan kadar protein.

Dari hasil pengujian beberapa perlakuan terhadap kadar protein, perebusan waktu 15 menit, memberikan hasil optimal dengan rataan tertinggi, baik dengan wadah perebusan bak semen, maupun stainless dibandingkan waktu 10 dan 20 menit yang dapat dilihat pada lampiran. Tingginya kadar protein pada tingkat perebusan 15 menit adalah pengembangan optimal (protein terdenaturasi) waktu 15 menit suhu 110-125°C, kurang dari waktu tersebut pengembangan belum maksimal dan lebih dari waktu optimal akan merusak citarasa dan

menurunkan nilai gizi. Apabila dibandingkan kadar protein perebusan dengan wadah bak semen dan *stainless*, kadar protein lebih tinggi perebusan dengan tangki *stainless* (15.774% bb untuk semen dan 17.021% untuk *stainless*) karena protein terdenaturasi dipercepat dengan suhu; *stainless* merupakan penghantar panas yang baik, sehingga proses penyebaran panas dapat berlangsung lebih cepat pada seluruh permukaan bubur tahu.

#### ii. Kadar Air

Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan bahwa wadah memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air, waktu dan interaksi keduanya memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar air tahu. Uji lanjut Duncan memberikan hasil waktu 15 menit dan 20 menit berbeda nyata, waktu 10 menit dan 20 menit berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%. KA tahu memang cukup besar, karena sifat dasar protein dapat mengikat air. KA tertinggi pada perebusan selama 20 menit dengan wadah bak semen. Tetapi sebaiknya KA pada produk tidak tinggi, agar membentuk struktur yang kenyal dan tidak mudah rapuh.

#### iii. Kadar Abu

Analisis sidik ragam kadar abu menunjukkan penggunaan wadah memberikan pengaruh yang sangat nyata untuk kadar abu tahu, tetapi interaksi keduanya dan waktu tidak memberikan pengaruh secara nyata. Uji lanjut menunjukkan bahwa waktu 10 menit dan 15 menit tidak berbeda nyata, demikian juga 10 menit dan 20 menit, serta 15 menit dan 20 menit pada taraf kepercayaan 95%. Kadar abu untuk SNI maksimal adalah 1,0%, walaupun untuk kadar abu semua perlakuan memberikan hasil kurang dari 1%, tetapi perlakuan dengan wadah bak semen dan tanki *stainless steel* memang memberikan hasil yang nyata, khususnya kemungkinan terikutnya benda asing ke dalam proses perebusan

#### iv. Kekenyalan

Kekenyalan dinyatakan dalam satuan *milimeter divission* yang menunjukkan kekompakan struktur tahu menerima beban 4 gr pada lima titik permukaannya. Hasil sidik ragam menunjukkan faktor wadah, waktu dan interaksi antara wadah dan waktu berbeda nyata. Uji Duncan menunjukkan antara waktu 10 menit dan 20 menit sama-sama berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%. Antara waktu 10 menit dengan 20 menit dan 10 menit 15 menit berbeda nyata kekenyalan tahu, sedangkan untuk waktu 15 menit dan 20 menit, perebusan 10 menit tidak berpengaruh nyata untuk kekenyalan pada taraf kepercayaan 95%.

### Studi Perbandingan Industri Pengolahan Tahu Pra dan Pasca SMM

Perbandingan ini didasarkan pada hasil perbaikan yang dilakukan dengan persetujuan pengusaha tahu UD. Cinta Sari dan Tim Pembina dari Balai Pasca Panen Jakarta. Perbandingan perbaikan tata letak antara *layout* lama dan *layout* telah diketahui bahwa *layout* baru lebih efisien dari segi proses, pergerakan bahan dan pekerja, serta waktu operasi menjadi lebih cepat dengan pertimbangan juga aspek sanitasi dan hygiene yang lebih baik daripada *layout* yang lama.

Dari aspek parameter mutu tahu yang dianalisis (kadar protein, KA, kekenyalan dan kadar abu) produk pasca SMM lebih baik daripada pra SMM. Untuk analisa satu arah pada parameter mutu pra SMM menunjukkan hasil nyata untuk KA, kadar protein, kadar abu dan kekenyalan. Untuk Pasca SMM menunjukkan kadar protein, kadar abu tidak nyata pada kepercayaan 95% dan nyata untuk KA dan kekenyalan. Walaupun keduanya sama-sama ada yang signifikan, hasilnya dapat dengan jelas dilihat pada bagan kendali mutu *x-bar* dan *R*, tentang penyimpangan pada proses pra dan pasca SMM terhadap mutu produk. Hal ini dibuktikan dengan hasil analisis parameter mutu dengan uji *t* untuk membandingkan mutu produk hasil pra dan pasca SMM sebagai berikut:

#### Kadar Protein

Analisis keragaman kadar protein untuk pra dan pasca SMM berbeda secara nyata, karena adanya pengendalian proses perebusan selama 15 menit dan pengendalian bahan baku. Untuk pasca menggunakan kedelai lokal, sedangkan untuk pra SMM menggunakan bahan baku lokal, atau impor, tergantung ketersediannya. Oleh karenanya hasil analisis kadar protein proses pasca lebih konsisten.

#### Kadar Air

Uji *t* untuk KA pra dan pasca SMM menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada taraf kepercayaan 95%. Hal ini disebabkan adanya kurang pengendalian pada tahapan proses, terutama pada pencetakan belum ditetapkan waktu standar pasca SMM. Pekerja hanya melakukan perkiraan waktu antara 10-20 menit.

#### Kadar Abu

Hasil analisis kadar abu pra dan pasca memberikan hasil yang berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%, disebabkan perlakuan wadah yang berbeda antara pra dan pasca, dimana wadah perebusan yang diidentifikasi sebagai titik kritis pada pra SMM adalah bak semen, sedangkan pasca SMM adalah tangki *stainless*. Perebusan dengan bak semen memungkinkan rontoknya dinding semen dan ikut dimasak bersama dengan proses akan meningkatkan nilai kadar abu, dimana untuk SNI tahu kadar abu

maksimal 1% (b/b). Perebusan dengan stainless dapat mengurangi risiko tersebut.

### Kekenyalan/kekompakan

Kekenyalan merupakan parameter fisik yang dapat dirasakan oleh konsumen dalam membeli produk, karena jarang sekali konsumen menilai produk dari segi parameter kimia. Oleh karenanya konsistensi harus diperhatikan. Hasil analisis keragaman menunjukkan kekenyalan/kekompakan pra dan pasca SMM berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%. Ini juga disebabkan pengendalian proses dan juga pengendalian operator yang bertanggung jawab pada semua proses, khususnya perebusan, pengumpulan, dan juga pencetakan.

Selain dengan pengolahan statistika, dapat juga diketahui konsistensi proses baru dibandingkan dengan proses lama dengan bagan kendali mutu X-bar dan R. Bagan kendali X-bar dan R merupakan bagan kendali untuk data peubah yang digunakan untuk memantau proses kontinu. Bagan kendali X-bar menunjukkan apakah perubahan-perubahan yang telah terjadi dalam ukuran titik pusat atau rata-rata suatu proses. Sedangkan bagan R menunjukkan apakah perubahan-perubahan telah terjadi dari ukuran variasi, sehingga berkaitan dengan perubahan homogenitas produk yang dihasilkan. Bagan kendali X-bar dan R akan dibuat dengan batas kendali 3 sigma. Di bawah ini merupakan hasil aplikasi bagan kendali mutu pada parameter mutu tahu.

#### 1. Kadar Air

Berdasarkan Bagan kendali X-bar kadar protein air, pra SMM mempunyai kecenderungan fluktuatif dengan 3 titik yang berada di bawah batas kendali bawah, sedangkan untuk pasca SMM hanya terdapat 2 titik yang berada di luar rata-rata batas kendali 3-sigma. Hal ini menunjukkan kemajuan adanya pengendalian yang dilakukan pada setiap tahapan proses. Untuk bagan kendali R untuk pasca tidak ada yang di luar batas kendali 3-sigma, artinya kadar air pasca tidak menyimpang dan konsisten mutunya. Kadar air pra menunjukkan penyimpangan seperti yang ditunjukkan pada X-bar, data menyebar dari homogenitas produk.

Pada batas kendali 3-sigma bagan x-bar menunjukkan KA pra SMM tidak terdapat satu titik yang berada pada batas kendali, 3 titik berada di bawah batas kendali bawah dan 4 titik berada di atas batas kendali atas dengan rata-rata 80,4%. Hal ini kemungkinan disebabkan lamanya waktu pengepresan tahu lebih dari waktu normalnya (10 menit). Untuk pasca SMM terdapat 2 titik yang berada diluar batas kendali dengan rata-rata 81,2%, maka agar KA pasca lebih konsisten dilakukan pengendalian pada waktu proses pencetakan. Dengan bagan kendali R, rata-rata penyimpangan pra 0,36 sedangkan pasca 0,31, menunjukkan data pra

lebih kecil variasi yang mempengaruhi homogenitas produk.

#### 2. Kadar Protein

Pada batas kendali 3-sigma, kadar protein pra SMM untuk bagan kendali X-bar terdapat satu titik yang menyimpang pada batas kendali, yaitu pada sub grup 2 yang berada di bawah batas kendali bawah. Hal ini disebabkan lamanya waktu perebusan kurang, atau melebihi batas optimal 15 menit, sehingga nilai kadar protein kurang dari rata-ratanya. Waktu perebusan yang kurang dari waktu optimal, protein dalam bahan belum terekstrak seluruhnya sedangkan waktu lebih dari waktu optimal akan menurunkan nilai gizi termasuk protein tahu. Rataan kadar protein pra SMM 60,04% (bk) atau 12,3% (bb), walaupun kadar protein pra SMM lebih besar dari SNI tahu untuk kadar protein 9% (bb), nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan rata-rata kadar protein pasca SMM 72% (bb) atau 13,6% (bb). Ternyata dengan pengendalian, parameter mutu tahu dapat dipertahankan atau ditingkatkan, ditunjukkan dari x-bar kadar protein pasca SMM tidak ada titik yang menyimpang dari rata-rata atau titik pusat. Bagan Kendali R menunjukkan apakah perubahan terjadi dalam ukuran variasi, sehingga berkaitan dengan homogenitas produk yang dihasilkan. Kadar protein pra SMM dengan batas kendali 3-sigma tidak menunjukkan adanya perubahan, atau penyimpangan, rata-rata perubahan, atau kesalahan lebih besar (1,98%) jika dengan rata-rata kesalahan pasca SMM yaitu 0,93%. Berarti menunjukkan bahwa proses pasca SMM lebih dikendalikan dengan baik, sehingga menghasilkan rata-rata penyimpangan yang kecil dan mengurangi perubahan homogenitas produk.

#### 3. Kadar Abu

Batas kendali 3-sigma bagan kendali X-bar kadar abu pra SMM memperlihatkan terdapat 3 sub grup yang menyimpang dari batas kendali X-bar dengan rata-rata 3,11% (bk), atau 0,60% (bb). Titik-titik fluktuatif dengan 2 titik berada di bawah batas kendali bawah dan 1 titik berada di atas batas kendali atas. Untuk X-bar kadar abu pasca SMM tidak terdapat titik yang menyimpang dengan rata-rata 3% (bk) atau 0,57% (bb). Nilai kadar abu SNI pada tahu maksimal 1%, berarti semakin kecil dari 1% semakin baik. Kadar Abu pra dan pasca SMM sudah memenuhi standar SNI, tetapi kadar abu pasca SMM lebih kecil jika dibandingkan dengan pra SMM karena pada pasca SMM wadah perebusan telah diganti dari bak semen menjadi tangki *stainless steel*. Untuk bagan kendali R, terdapat satu titik, yaitu subgrup 6 kadar abu pra SMM mengalami perubahan, atau tingkat kesalahan 0,15% sedangkan pasca tidak terjadi perubahan yang berkaitan dengan homogenitas produk dengan rata-rata kesalahan 0,1%.



## 4. Kekenyalan

Bagan kendali X kekenyalan pra SMM terdapat 3 titik yang berada di luar batas kendali, yaitu 2 titik di bawah batas kendali bawah dan titik lainnya berada di atas batas kendali atas. Untuk kekenyalan pasca SMM terdapat 2 titik di luar batas kendali, dengan rata-rata 1,3 untuk pasca SMM dan 2,3 untuk pra SMM. Walaupun keduanya mempunyai beberapa titik di luar kendali, kekenyalan pasca lebih baik, karena nilainya semakin kecil. Kekenyalan tahu diukur dengan penetrometer yang mengukur kekom-pakan struktur. Kekompakan ditunjukkan dengan besarnya penekanan berat penetro terhadap tahu, sehingga semakin besar gaya yang menekan permukaan tahu maka semakin kecil kekompakannya yang berarti jug semakin kecil kekenyalannya. Rataan kekenyalan pasca juga lebih baik dari pra karena adanya pengendalian dalam proses penggumpalan dan pencetakan. Bagan kendali R menunjukkan bahwa baik kekenyalan pra atau pasca SMM tidak ada perubahan atau penyimpangan dengan rata-rata pra 0,34, sedangkan pasca 0,3 pada batas kendali 3-sigma. Dari bagan kendali R juga terlihat penyebaran titik pada pasca SMM lebih homogen dibandingkan pra SMM, artinya kekenyalan pasca lebih konsisten mutunya.

### KESIMPULAN

1. Tata letak hasil perbaikan memberikan efisiensi dari segi waktu, biaya, ruang dan tenaga kerja, sehingga memungkinkan untuk penampahan kapasitas apabila diperlukan
2. Setelah dilakukan uji coba pengolahan kedelai, diperoleh waktu optimal perebusan bubur kedelai 15 menit dengan wadah tangki *stainless steel*.

3. Mutu tahu (KA, protein, abu dan kekenyalan) setelah ditetapkan SMM jauh lebih baik dan konsisten.

### DAFTAR PUSTAKA

- [AOCS] American oil Chemist's Society. 1997. *Official Method and Recommended Practice of American Oil Chemists' Society*. Fifth edition. Champaign, Illinois
- Apple. J. M. 1990. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Terjemahan. Penerbit ITB, Bandung.
- Hadiwiarjo, Bambang H. dan Sulistijarningsing W. 1996. *ISO 9001; pSistem Manajemen Kualitas*. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Koswara, S. 1992. *Teknologi Pengolahan Kedelai*. PT. Panebar Swadaya, Jakarta.
- Machfud dan Y. Agung. 1990. *Perancangan Tata Letak pada Industri Pangan*. PAU Pangan dan Gizi – IPB, Bogor.
- Robertson, C. J. 1967. *The Practice of Deep Fat Frying*. *Food Technology* 21 (1): 33-36.
- Shurtleff, W dan Aoyagi. 1979. *Tofu and Soymilk Production*. New-Age Foods Study Center. Lavayette, California.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, Suhardi. 1994. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Wahono, T. 2002. Pengembangan model generik HACCP untuk industri pangan skala kecil dan menengah. *Di dalam Seminar Nasional Peran Pendidikan dalam Meningkatkan Ketangguhan Industri Pangan di Era Pasar Bebas*, PATPI. Malang 30 – 31 Juli 2002.