

**MANAJEMEN RISIKO PRODUKSI MINUMAN SARI APEL  
BROSEM MENGGUNAKAN METODE *FUZZY* FMEA DAN  
*FUZZY* AHP**

Oleh:  
**VANNY AMALIA TUFFAHATI**  
**165100309111003**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Teknik**



**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul TA : Manajemen Risiko Produksi Minuman  
Sari Apel Brosem Menggunakan  
Metode *Fuzzy* FMEA dan *Fuzzy* AHP.  
Nama Mahasiswa : Vanny Amalia Tuffahati  
NIM : 165100309111003  
Jurusan : Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing Pertama,

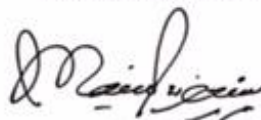


**Dr. Ir. Imam Santoso, MP.**  
NIP. 19681005 199512 1 001

Tanggal Persetujuan

.....

Pembimbing Kedua,



**Mas'ud Effendi, STP, MP.**  
NIP. 19800823 200501 1 003


Tanggal Persetujuan

.....

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Manajemen Risiko Produksi Minuman  
Sari Apel Brosem Menggunakan  
Metode *Fuzzy* FMEA dan *Fuzzy* AHP.  
Nama Mahasiswa : Vanny Amalia Tuffahati  
NIM : 165100309111003  
Jurusan : Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian

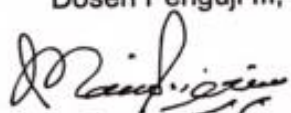
Dosen Penguji I,

  
Ir. E.F. Sri Maryani Santoso, MS.  
NIP. 19550623 198103 2 001

Dosen Penguji II,

  
Dr. Ir. Imam Santoso, MP.  
NIP. 19681005 199512 1 001

Dosen Penguji III,

  
Mas'ud Effendi, STP, MP.  
NIP. 19800823 200501 1 003



Tanggal Lulus TA: .....

## PERNYATAAN KEASLIAN TA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Vanny Amalia Tuffahati  
NIM : 165100309111003  
Jurusan : Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian  
Judul TA : Manajemen Risiko Produksi Minuman  
Sari Apel Brosem Menggunakan Metode  
*Fuzzy FMEA dan Fuzzy AHP*

Menyatakan bahwa,

TA dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, Agustus 2018  
Pembuat Pernyataan,

Vanny Amalia Tuffahati  
NIM.165100309111003

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Vanny Amalia Tuffahati, lahir di Semarang pada tanggal 03 Agustus 1994. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Anjasmoro 01 pada tahun 2006, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Semarang dengan tahun kelulusan 2009. Penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 7 Semarang dan selesai pada tahun 2012. Lulus dari sekolah menengah atas penulis kemudian melanjutkan studi pada Diploma III Agroindustri Universitas Gadjah Mada dengan tahun kelulusan 2015. Pada tahun 2018 penulis telah berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana di Universitas Brawijaya Malang dengan jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Alamat korespondensi penulis [vanny.amaliatuffahati@gmail.com](mailto:vanny.amaliatuffahati@gmail.com).

*Alhamdulillah Robbil 'Alamin.  
I present this work to people who always  
give me support, motivation and prayer  
my parents, family, and friends.*



**VANNY AMALIA TUFFAHATI. 165100309111003. Manajemen Risiko Produksi Minuman Sari Apel Brosem Menggunakan Metode *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy-FMEA)* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy-AHP)*. Pembimbing : Dr. Ir. Imam Santoso, MP dan Mas'ud Effendi STP, MP**

---

## **RINGKASAN**

KSU Brosem merupakan koperasi serba usaha yang memproduksi salah satu produk oleh-oleh khas Batu, yaitu minuman sari apel. KSU Brosem berdiri pada tahun 2004 dan bertempat di jalan Bromo Kota Batu. Bahan baku utama pembuatan minuman sari apel Brosem yaitu apel. Menurut Dinas Pertanian Kota Batu (2016), hasil produksi apel di Kota Batu dari tahun 2013 sampai 2015 secara berturut-turut, yaitu 20.968 ton, 17.710 ton, dan 16.781 ton. Penurunan produksi apel di Kota Batu menunjukkan adanya risiko pada KSU Brosem karena memproduksi buah apel. Selain itu KSU Brosem memiliki tujuan untuk mencapai keuntungan yang optimal, oleh sebab itu kegiatan produksi sari apel menjadi penting dilakukan analisis risiko untuk mengidentifikasi, mengukur, dan menyusun strategi untuk membangun sistem manajemen risiko. Metode yang digunakan untuk mengelola risiko yaitu metode *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FFMEA)* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)*.

*Fuzzy FMEA* digunakan untuk mengukur risiko dan penerapan logika *fuzzy* dalam *FMEA* digunakan untuk mendapatkan hasil *Risk Priority Number (RPN)* menjadi lebih realistis. *Fuzzy AHP* merupakan metode pengambilan keputusan dengan banyak kriteria yang bersifat subjektif. Responden yang digunakan adalah responden ahli yang memiliki pengetahuan dan memahami dengan baik produksi yang ada di KSU Brosem. Responden berperan sebagai sumber informasi data primer dan penentu tingkat kepentingan risiko. Responden ahli pakar dalam penelitian ini terdiri dari kepala



bagian produksi, kepala bagian pengadaan bahan baku dan karyawan bagian produksi. Risiko dengan nilai FRPN tertinggi selanjutnya akan ditentukan strategi mitigasi dengan menggunakan *fuzzy* AHP.

Hasil perhitungan menggunakan metode *fuzzy* FMEA menunjukkan bahwa pada produksi sari apel Brosem didapatkan risiko tertinggi, yaitu risiko tumpahan produk sari apel dengan *Fuzzy Risk Priority Number* (FRPN) sebesar 6.569. Risiko terendah adalah risiko komposisi bahan kurang konsisten dengan FRPN sebesar 3.521. Strategi mitigasi dilakukan pada risiko prioritas dari tiap variabel bahan baku, proses produksi dan produk jadi adalah harga bahan baku fluktuatif, risiko tumpahan produk sari apel dan kualitas produk tidak sesuai standar. Rata-rata geometrik adalah teknik yang digunakan dalam perhitungan rata-rata FRPN. Terdapat 5 risiko yang memiliki nilai FRPN diatas rata-rata, tetapi strategi mitigasi disusun berfokus pada tiga risiko dengan nilai FRPN tertinggi tiap variabel. Alternatif strategi dilakukan dengan melakukan diskusi dengan responden ahli agar didapatkan strategi yang sesuai. Alternatif strategi harga bahan baku fluktuatif yang memiliki bobot tertinggi adalah merencanakan kebutuhan bahan baku. Alternatif strategi tumpahan produk sari apel yang memiliki bobot tertinggi adalah penerapan SOP proses produksi. Alternatif strategi kualitas produk tidak standar yang memiliki bobot tertinggi adalah menggunakan alat pelindung diri.

**Kata Kunci:** Risiko Produksi, *Fuzzy* FMEA, *Fuzzy* AHP

**VANNY AMALIA TUFFAHATI. 165100309111003. *Risk Management of Apple Cider Drinks Production Using Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy-FMEA) and Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy-AHP) Methods.* Supervisor: Dr. Ir. Imam Santoso, MP and Mas'ud Effendi STP, MP**

---

## **SUMMARY**

*KSU Brosem is an all-round cooperative business that produces one of the typical souvenir products of Batu, namely apple cider drinks. KSU Brosem was established in 2004 and located at Batu Bromo Street. The main raw material of Brosem apple drink is apple. According to the Batu City Agriculture Office (2016), the results of apple production in Batu City from 2013 to 2015 were respectively 20,968 tons, 17,710 tons and 16,781 tons. The decrease of apple production in Batu City indicates a risk to KSU Brosem because it produces apples. In addition, KSU Brosem has the goal of achieving optimal profits, therefore the activity of apple cider production is an important risk analysis to identify, measure, and develop strategies to build a risk management system. The method used to manage risk is the Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FFMEA) and Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) methods. Fuzzy FMEA is used to measure risk and the application of fuzzy logic in FMEA is used to get the results of the Risk Priority Number (RPN) to be more realistic. Fuzzy AHP is a decision-making method with many subjective criteria. Respondents used are expert respondents who have knowledge and understand well the existing production in KSU Brosem. Respondents serve as primary information sources and determinants of risk level. Expert respondents in this study consisted of head of production, head of procurement of raw materials and employees of production. The risk with the highest FRPN value will then be determined mitigation strategy using fuzzy AHP. The results of calculations using the fuzzy FMEA method show that*

*the highest risk of Brosem apple juice production is the risk of apple cider product spillage with a Fuzzy Risk Priority Number (FRPN) of 6,569. The lowest risk is the risk of material composition less consistent with FRPN of 3,521. Mitigation strategies are carried out at the priority risk of each raw material variable, the production process and the finished product are fluctuating raw material prices, the risk of apple cider product spillage and the product quality is not according to standards. Geometric mean is a technique used in calculating the average FRPN. There are 5 risks that have above average FRPN values, but a mitigation strategy is developed focusing on three risks with the highest FRPN value of each variable. Alternative strategy is done by conducting discussions with expert respondents to get the appropriate strategy. The alternative of fluctuating raw material price strategy that has the highest weight is to plan raw material needs. Alternative spill strategy of apple cider products that have the highest weight is the application of SOP production process. The alternative quality strategy of nonstandard products that has the highest weight is to use personal protective equipment.*

**Key words:** Risk Production, Fuzzy FMEA, Fuzzy AHP

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Manajemen Risiko Produksi Minuman Sari Apel Brosem Menggunakan Metode *Fuzzy* FMEA dan *Fuzzy* AHP”**. Skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Imam Santoso, MP dan Mas'ud Effendi, STP, MP selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengetahuan kepada penyusun
2. Ibu Ir. E. F. Sri Maryani, MS selaku dosen penguji yang telah memberikan koreksi, arahan ilmu dan pengetahuan kepada penyusun
3. Dr. Sucipto, STP, MP selaku Ketua Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
4. KSU Brosem yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini
5. Kedua orang tua dan kakak yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materi
6. Teman-teman SAP TIP UB 2016 untuk segala bantuan dan semangatnya.
7. Teman-teman SAP TIP Lintas Zaman untuk segala doa dan semangat
8. Sahabat-sahabat alumni Agroindustri UGM yang selalu mengirim doa dan semangat
9. Serta semua teman-teman dan pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini sehingga penulis tidak mengalami kendala yang berarti.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak keterangan dan kesalahan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang banyak membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi perbaikan skripsi ini Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Agustus 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
LEMBAR PERUNTUKAN .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TA.....	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY.....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
DAFTAR NOTASI .....	xix
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Sari Apel .....	5
2.2 Proses Produksi .....	7
2.3 Risiko .....	7
2.4 Risiko Proses Produksi .....	9
2.5 Manajemen Risiko .....	10
2.6 <i>Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FFMEA)</i> ....	11
2.7 <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)</i> .....	12
2.8 Penelitian Terdahulu .....	14
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.2 Prosedur Penelitian .....	17
3.2.1 Survei Pendahuluan .....	17
3.2.2 Studi Literatur .....	17
3.2.3 Identifikasi dan Perumusan Masalah .....	19

3.2.4	Penentuan Metode dan Pengumpulan Data ....	19
3.2.5	Penentuan Responden dan Identifikasi Risiko .....	20
3.2.6	Penyusunan Kuesioner dan Pengujian Validitas .....	22
3.2.7	Pengolahan Data .....	22
3.2.8	Penyusunan Strategi Mitigasi Risiko dengan <i>Fuzzy AHP</i> .....	27
3.2.9	Kesimpulan dan Saran .....	34
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
4.1	Gambaran Umum KSU Brosem .....	35
4.2	Proses Produksi .....	36
4.2.1	Bahan Baku .....	36
4.2.2	Tahapan Proses Proses Produksi .....	37
4.3	Identifikasi Risiko .....	38
4.4	Pengukuran Risiko Produksi Sari Apel Brosem .....	41
4.4.1	Perhitungan Agregasi Nilai <i>Occurrence</i> , <i>Severity</i> dan <i>Detection</i> .....	45
4.4.2	Perhitungan Bobot Kepentingan dan Agregasi Faktor <i>Occurrence</i> , <i>Severity</i> dan <i>Detection</i> .....	47
4.4.3	Perhitungan Nilai <i>Fuzzy Risk Priority Number</i> (FRPN) .....	48
4.5	Mitigasi Risiko Produksi Sari Apel Brosem .....	51
4.5.1	Kriteria Risiko .....	54
4.5.2	Strategi Mitigasi Risiko .....	58
4.5.2.1	Strategi Mitigasi Kriteria Harga Bahan Baku Fluktuatif .....	59
4.5.2.2	Strategi Mitigasi Kriteria Tumpahan Produk Sari Apel .....	62
4.5.2.3	Strategi Mitigasi Kriteria Kualitas Produk Tidak Standar .....	64
4.6	Implikasi Manajerial Risiko Produksi Sari Apel .....	67
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>71</b>
5.1	Kesimpulan .....	71

5.2 Saran .....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>79</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Identifikasi Risiko Proses Produksi Minuman Sari Apel .....	21
Tabel 3.2	Skala <i>Severity</i> .....	23
Tabel 3.3	Skala <i>Occurrence</i> .....	24
Tabel 3.4	Skala <i>Detection</i> .....	24
Tabel 3.5	<i>Fuzzy Rating</i> untuk <i>Severity</i> .....	26
Tabel 3.6	<i>Fuzzy Rating</i> untuk <i>Occurrence</i> .....	26
Tabel 3.7	<i>Fuzzy Rating</i> untuk <i>Detection</i> .....	27
Tabel 3.8	<i>Fuzzy Weight</i> untuk Kepentingan Relatif Faktor Risiko .....	27
Tabel 3.9	Nilai Skala Perbandingan .....	29
Tabel 3.10	Matriks Perbandingan Berpasangan .....	29
Tabel 3.11	Nilai Acak (RI) Matriks .....	31
Tabel 3.12	Skala Linguistik untuk Kepentingan Relatif .....	32
Tabel 4.1	Risiko Produksi Minuman Sari Apel .....	42
Tabel 4.2	Agregasi Nilai O, S, D .....	46
Tabel 4.3	Nilai Bobot, Bilangan <i>Fuzzy</i> dan Rata-Rata Responden .....	48
Tabel 4.4	Nilai Agregasi dari Bobot dan <i>Fuzzy Number</i> .....	48
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan FRPN .....	50
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Faktor Risiko Produksi Sari Apel .....	54
Tabel 4.7	Hasil Agregat Kriteria Mitigasi Risiko Produksi Sari Apel Brosem .....	55
Tabel 4.8	Nilai Agregat Strategi untuk Kriteria Harga Bahan Baku Fluktuatif .....	59
Tabel 4.9	Nilai Agregat Strategi Kriteria Tumpahan Produk Sari Apel .....	62
Tabel 4.10	Nilai Agregat Strategi Kriteria Kualitas Produk Tidak Standar .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Pembuatan Minuman Sari Apel ...	6
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian .....	18
Gambar 3.2 Struktur Hierarki AHP Strategi Mitigasi .....	29
Gambar 4.1 Hierarki Strategi Mitigasi Risiko Produksi Sari Apel Brosem .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner <i>Fuzzy</i> FMEA .....	64
Lampiran 2. Kuesioner Bobot Faktor, Bilangan <i>Fuzzy</i> dan Rata-Rata Nilai Agregat Bobot Kepentingan S, O, dan D .....	70
Lampiran 3. Kuesioner AHP .....	71
Lampiran 4. Proses Produksi Sari Apel Brosem .....	74
Lampiran 5. Data Hasil Kuesioner FMEA .....	75
Lampiran 6. Perhitungan <i>Fuzzy Rating</i> O, S, D .....	77
Lampiran 7. Agregasi Bobot Kepentingan Rating <i>Fuzzy</i> .....	87
Lampiran 8. Perhitungan FRPN .....	89
Lampiran 9. Perhitungan AHP .....	90
Lampiran 10. Hasil Perhitungan FAHP .....	108

## DAFTAR NOTASI

$\lambda$  maks = nilai eigen terbesar dari matrik berordo  $n$

CI = *Consistency Index* (indeks konsistensi)

CR = *Consistency Ratio* (rasio konsistensi)

$h_j$  = Bobot responden

$n$  = Jumlah *Fuzzy Number*

RI = *Random Index* (indeks acak)

$R_i^S$  = Nilai agregat dari S (*severity*)

$R_i^O$  = Nilai agregat dari O (*occurrence*)

$R_i^D$  = Nilai agregat dari D (*detection*)

$w^S$  = Nilai agregat dari bobot *Fuzzy S* (*severity*)

$w^O$  = Nilai agregat dari bobot *Fuzzy O* (*occurrence*)

$w^D$  = Nilai agregat dari bobot *Fuzzy D* (*detection*)

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Saat ini, berbagai bentuk makanan dan minuman banyak beredar di masyarakat. Salah satunya adalah buah-buahan yang sekarang tidak selalu dikonsumsi dalam bentuk segar, tetapi dapat diolah menjadi berbagai bentuk dan jenis produk makanan dan minuman. Pengolahan buah-buahan bertujuan untuk memperpanjang masa simpan, untuk meningkatkan rasa serta meningkatkan nilai ekonomis. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi produk buah-buahan menggunakan bahan-bahan yang berkualitas sehingga menghasilkan produk yang berkualitas. Para produsen berusaha untuk menawarkan yang terbaik bagi konsumennya sehingga tercipta persaingan yang cukup ketat.

Salah satu produk olahan buah apel adalah sari apel. Sari apel adalah cairan atau minuman yang pembuatannya diperoleh langsung dari perasan buah apel, tanpa melalui proses fermentasi (Sutrida, 2007). Industri sari apel cukup banyak berada di Batu karena Batu merupakan daerah penghasil buah apel (Rosalin dkk, 2015). Sari apel banyak diproduksi sebagai produk oleh-oleh yang digemari wisatawan kota Batu dan Malang, sehingga produk sari apel dapat meningkatkan perekonomian daerah dan berpotensi untuk dikembangkan. Dinas Pertanian Kota Batu (2016) menyatakan hasil produksi apel di Kota Batu dari tahun 2013 sampai 2015 secara berturut-turut, yaitu 20.968 ton, 17.710 ton, dan 16.781 ton. KSU Brosem merupakan koperasi serba usaha yang memproduksi minuman sari apel. Penurunan produksi apel di Kota Batu menunjukkan adanya risiko pada KSU Brosem karena memproduksi buah apel. Selain itu KSU Brosem memiliki tujuan untuk mencapai keuntungan yang optimal, oleh sebab itu kegiatan produksi sari apel menjadi penting dilakukan analisis risiko untuk mengidentifikasi, mengukur, dan menyusun strategi untuk membangun sistem manajemen risiko.

Adanya risiko pada produksi sari apel Brosem diantaranya ditimbulkan dari kondisi bahan baku, mesin dan kesalahan tenaga kerja produksi. Risiko yang ada pada bahan baku meliputi keterlambatan penerimaan, harga bahan baku fluktuatif dan kerusakan bahan baku. Risiko yang dapat timbul dari mesin yaitu kerusakan mesin yang dapat menimbulkan terjadinya risiko-risiko lain. Risiko yang terjadi karena kesalahan tenaga kerja seperti kontaminasi saat proses produksi yang mempengaruhi kualitas produk. Potensi risiko tersebut dapat menyebabkan terganggunya proses produksi sehingga dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan, maka perlu dilakukan kegiatan untuk mengelola risiko tersebut. Risiko pada produksi dapat terjadi pada pengelolaan bahan baku, proses produksi sampai produk jadi. Keputusan yang tepat dapat diambil sehingga risiko yang dihadapi KSU Brosem dapat dihindari atau dikurangi. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengelola risiko yaitu metode *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis* (FFMEA) dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP).

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan teknik analisis yang menggabungkan teknologi dan pengalaman dalam mengidentifikasi kegagalan proses produksi dan merencanakan untuk mencegahnya terulang (Santoso, 2007). Hal yang dapat dianalisis pada metode FMEA yaitu kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*), dampak atau keparahan kegagalan (*severity*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*) (Puspitasari, 2014). Menambah konsep *Fuzzy* pada FMEA memungkinkan data yang digunakan berupa data linguistik ataupun data numerik yang mempunyai nilai *membership* pada setiap atributnya untuk memeriksa penyebab kegagalan yang terjadi selama produksi mengevaluasi prioritas risiko dan membantu menentukan tindakan yang tepat untuk menghindari masalah yang diidentifikasi (Iqbal dkk, 2013).

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah suatu konsep untuk pembuatan keputusan berbasis multi kriteria (kriteria yang

banyak). AHP dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pembuatan keputusan yang kompleks. Menurut Irawan dan Winiarti (2015), model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi sistem atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, diikuti level sistem, kriteria, sub sistem dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari kriteria alternatif. *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* merupakan metode pengembangan dari *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk pengambilan keputusan dengan banyak kriteria yang bersifat subjektif, sehingga metode FAHP digunakan untuk menangani kelemahan pada metode AHP (Raharjo dan Sutapa, 2002).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Apa saja risiko pada produksi sari apel Brosem?
2. Bagaimana prioritas risiko pada produksi sari apel Brosem menggunakan metode *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy-FMEA)*?
3. Bagaimana strategi penanganan risiko yang sebaiknya dilakukan pada produksi sari apel Brosem menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy-AHP)*?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi risiko pada produksi sari apel Brosem
2. Menganalisis risiko yang harus diprioritaskan untuk segera ditangani menggunakan metode *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy-FMEA)*
3. Menentukan rumusan strategi dan rekomendasi untuk mengurangi dan meminimalkan terjadinya risiko produksi sari apel Brosem menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy-AHP)*

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat dan kontribusi bagi pihak-pihak terkait, seperti:

1. Bagi perusahaan dalam hal ini KSU Sari Apel Brosem, sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan dan penanganan serta pengendalian dalam menghadapi risiko pada produksi sari apel Brosem.
2. Bagi pembaca, sebagai informasi mengenai risiko pada pemasaran produk hasil pertanian khususnya sari apel Brosem agar dapat dikembangkan dan diaplikasikan serta dapat dijadikan rujukan untuk penelitian selanjutnya.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

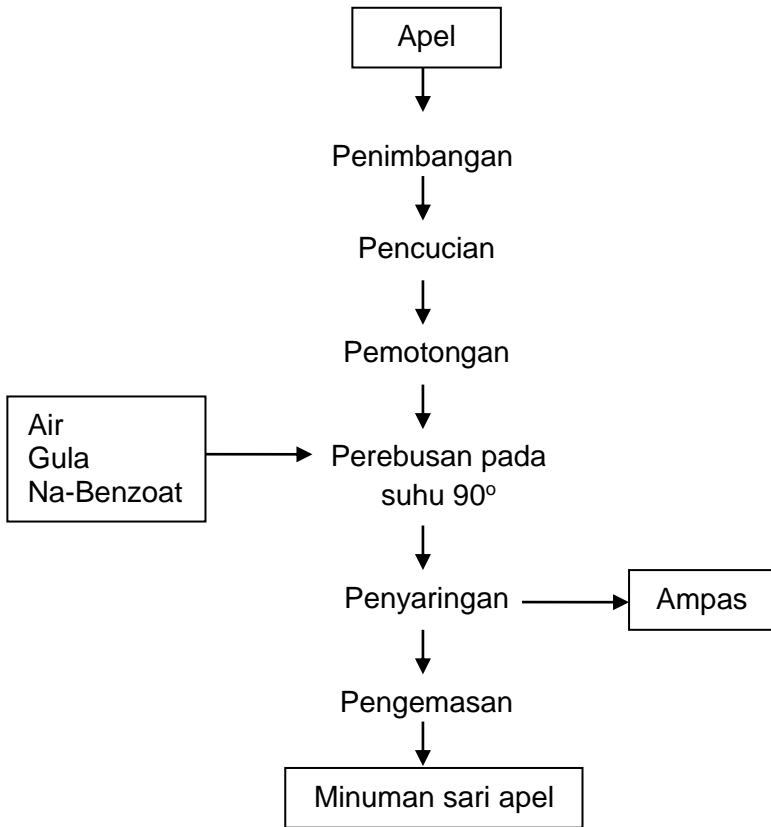
### 2.1 Sari Apel

Apel merupakan buah tahunan yang berasal dari Asia Barat dan dapat tumbuh dengan baik di daerah beriklim subtropis. Apel dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan curah hujan antara 1000-2600 mm/tahun (Kurniawan, 2014). Apel merupakan buah yang diminati oleh berbagai kalangan masyarakat karena memiliki kandungan gizi yang tinggi (Khurniyati dan Estiasih, 2015). Industri pengolahan buah-buahan dengan teknologi praktis, ekonomis, dan dapat diterapkan pada industri skala kecil sampai menengah (UKM) diharapkan dapat memberi peluang kepada petani dan pelaku agribisnis lainnya untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan mereka (Widianingrum dan Winarti, 2007).

Minuman sari buah adalah cairan yang diperoleh dari bagian buah yang dapat dimakan yang dicuci, dihancurkan, dijernihkan (jika dibutuhkan), dengan atau tanpa pasteurisasi dan dikemas untuk dapat dikonsumsi langsung (Uppa & Estiasih, 2015). Minuman sari buah dalam SNI 01-3719-1995 adalah minuman ringan yang dibuat dari campuran sari buah dengan air minum dengan atau tanpa penambahan gula dan bahan tambahan makanan yang diizinkan. Sari buah merupakan hasil pengepresan atau hasil ekstraksi buah yang sudah disaring. Sari buah adalah cairan yang diperoleh dari bagian buah yang dapat dimakan yang dicuci, dihancurkan, dijernihkan (jika dibutuhkan), dengan atau tanpa pasteurisasi dan dikemas untuk dapat dikonsumsi langsung (BSN, 1995).

Minuman sari buah apel merupakan minuman ringan yang terbuat dari buah apel dan air minum dengan atau penambahan gula dan tambahan makanan yang diizinkan (Khurniyati dan Estiasih, 2015). Sari apel adalah cairan atau minuman yang pembuatannya diperoleh langsung dari perasan buah apel tanpa melalui proses fermentasi. Diagram alir proses pembuatan sari apel dapat dilihat pada **Gambar 2.1**. Umumnya sari apel diminum langsung menjadi minuman segar.

Pembuatan sari apel biasanya dibutuhkan bahan tambahan lain seperti air, gula pasir, asam malat dan natrium benzoat (Yulianti *et al.*, 2007).



**Gambar 2.1** Diagram Alir Pembuatan Minuman Sari Apel  
Sumber: Rahadi (2008)

## 2.2 Proses Produksi

Produksi adalah suatu kegiatan atau proses yang mentransformasikan masukan (*input*) menjadi keluaran (*output*). Istilah produksi dipergunakan dalam organisasi yang menghasilkan keluaran atau *output* berupa barang maupun jasa. Proses produksi merupakan rangkaian dari proses penyiapan bahan baku atau material (Fuad, dkk, 2006). Terdapat dua jenis proses produksi berdasarkan sifat manufakturnya, yaitu perusahaan dengan proses produksi terus menerus (*continuous process* atau *continuous manufacturing*) dan proses produksi yang terputus-putus (*intermitten process* atau *intermitten manufacturing*). Proses produksi secara *continuous* beroperasi secara terus-menerus untuk memenuhi kebutuhan pasar. Perusahaan manufaktur yang memproduksi secara terputus-putus menggantungkan proses produksinya pada pesanan (Heizer dan Render, 2006).

Pembuatan sari buah pada umumnya dari tiap-tiap jenis buah memiliki prinsip yang sama meskipun ada segikit perbedaan. Bahan tambahan yang ditambahkan pada pembuatan sari buah antara lain gula, asam sitrat, asam malat dan asam askorbat atau vitamin C. Buah yang digunakan harus dipilih terlebih dahulu. Buah yang busuk, terlalu matang, atau ada ketidaknormalan lain harus disingkirkan. Hal ini dilakukan untuk memperoleh mutu produk akhir yang baik dan seragam (Japriana, dkk, 2015).

## 2.3 Risiko

Risiko adalah kemungkinan terjadinya penyimpangan dari harapan yang dapat menimbulkan kerugian. Biasanya, satu penyebab risiko dapat merangsang lebih dari satu kejadian risiko (Kasidi, 2010). Identifikasi risiko merupakan kegiatan pemetaan karakteristik dan sumber risiko yang memicu efektifitas dan efisiensi kinerja. Saat risiko sudah diketahui selanjutnya dilakukan pengukuran peluang risiko dan dampak dari risiko tersebut, kemudian dilakukan evaluasi untuk mengendalikan risiko dan mengelola solusi (Wu dan Blachurst,

2009). Misalnya, masalah dalam suatu sistem produksi pemasok dapat mengakibatkan kekurangan bahan dan menolak peningkatan karena kurang mampu memasok (Pujawan *et al.*, 2009).

Analisis risiko adalah suatu metode atau teknik untuk mengidentifikasi dan mengukur risiko pengembangan, seleksi dan program manajemen untuk menghadapi risiko tersebut dalam sebuah cara yang terorganisir. Hal yang meliputi tiga aspek risiko antara lain identifikasi risiko, penilaian risiko dan pengelolaan risiko (Sandhyavitri dan Saputra, 2013). Labombang (2011) menjelaskan bahwa risiko adalah variasi dalam hal-hal yang mungkin terjadinya secara alami atau mungkin terjadinya peristiwa di luar yang diharapkan yang menjadi sebuah ancaman terhadap properti dan keuntungan finansial akibat bahaya yang terjadi.

Risiko dapat dikategorikan ke dalam dua bentuk, yaitu risiko spekulatif dan risiko murni. Risiko spekulatif merupakan suatu keadaan yang dihadapi perusahaan yang dapat memberikan keuntungan dan juga dapat memberikan kerugian. Contohnya adalah bisnis, membeli saham, dan lainnya. Risiko murni merupakan sesuatu yang dapat berakibat merugikan atau tidak terjadi apa-apa dan tidak mungkin menguntungkan, contohnya adalah kecelakaan, kebakaran, banjir, dan sebagainya (Suswinarno, 2013). Hanafi (2009) menambahkan selain risiko spekulatif dan murni, risiko juga bias dibedakan antara risiko dinamis dan statis. Risiko statis muncul dari kondisi keseimbangan tertentu, misalnya ketika risiko terkena petir merupakan risiko yang muncul dari kondisi alam yang tertentu. Karakteristik risiko ini tidak berubah dari waktu ke waktu. Risiko dinamis muncul dari adanya perubahan kondisi tertentu, misalnya perubahan kondisi masyarakat semakin kritis. Risiko juga bisa bersifat subjektif dan objektif. Risiko subjektif berkaitan dengan persepsi seseorang terhadap risiko, misalnya untuk standar deviasi pasar yang sama sebesar 25% dari dua orang yang berbeda mempunyai pandangan yang berbeda.

Sedangkan risiko objektif adalah risiko yang didasarkan pada observasi parameter yang objektif.

Pengukuran risiko dapat membantu dalam melihat tinggi rendahnya risiko yang dihadapi oleh perusahaan. Selain itu, dapat melihat dampak dari risiko tersebut terhadap kinerja perusahaan, sekaligus bisa melakukan prioritas risiko yaitu risiko mana yang paling relevan. Pengukuran risiko biasanya dilakukan melalui kuantifikasi risiko. Kuantifikasi bisa dilakukan dengan metode yang sederhana sampai metode yang sangat kompleks. Pengukuran dan kuantifikasi risiko akan sangat tergantung pada karakteristik risiko (Tugiman, 2009). Pengelolaan risiko dapat mempengaruhi tujuan perusahaan. Risiko harus dapat dikelola dengan baik sehingga risiko yang ada tidak berdampak buruk pada perusahaan, tetapi dapat membantu perusahaan dalam memahami ketidakpastian kondisi ekonomi. Pengelolaan atas risiko yang dihadapi perusahaan biasa disebut dengan manajemen risiko (Ruwita dan Harto, 2012).

## **2.4 Risiko Proses Produksi**

Risiko operasional dalam produksi adalah jenis risiko yang dapat menyebabkan kerugian karena kegagalan dalam proses, sumber daya manusia yang tidak memadai, kegagalan sistem serta kejadian eksternal (Tattam, 2011). Menurut Frame dalam Darmawan (2011), risiko operasional merupakan risiko yang berkaitan dalam kegiatan operasional dalam perusahaan, hal tersebut meliputi risiko dalam menjalankan lini perakitan, pengelolaan kantor, dan pengoperasian fasilitas. Risiko tersebut muncul ketika terjadi hal yang dapat mengancam kegiatan operasional.

Risiko operasional meliputi lima hal yaitu kegagalan proses internal dalam perusahaan, kesalahan sumber daya manusia, kegagalan dalam sistem, kerugian karena kejadian diluar perusahaan, dan kerugian karena pelanggaran peraturan dan hukum. Kerugian risiko operasional tidak hanya terjadi pada lembaga keuangan, melainkan juga terjadi pada sector

perusahaan industri, perdagangan, pertambangan, dan semua perusahaan lain yang berkaitan dengan sector ekonomi (Darmawan, 2011).

Salah satu sub bagian dari risiko operasional adalah risiko proses produksi. Risiko dapat dilihat dari dua sisi, yaitu dari sisi hasil dan sisi proses. Risiko pada hasil merupakan suatu kondisi pada hasil dimana tak mampu diperkirakan kepastiannya, sebab dapat menimbulkan kontra produktif. Risiko pada proses merupakan semua hal yang memberikan pengaruh terhadap tujuan yang akan dicapai dapat menimbulkan terjadinya kejadian yang tidak diinginkan (Alijoyo, 2006). Risiko proses adalah risiko yang berasal dari masalah internal perusahaan yang disebabkan oleh lemahnya sistem kontrol manajemen yang dilakukan oleh pihak internal perusahaan, sehingga dibutuhkan pengelolaan dengan manajemen risiko yang baik. Risiko proses merupakan hal penting yang tidak mungkin diabaikan oleh perusahaan karena berkaitan dengan produksi yang dapat berakibat pada kegagalan produksi yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan (Fahmi, 2015).

## **2.5 Manajemen Risiko**

Manajemen risiko merupakan aktivitas perencanaan dan pengambilan keputusan yang dirancang untuk menangani terjadinya bahaya atau risiko. Risiko yang dimaksud terdiri dari hal-hal yang mempunyai bahaya tinggi (Kouvelis *et al.*, 2012). Manajemen risiko merupakan suatu pendekatan terstruktur atau metodologi dalam mengelola ketidakpastian yang berkaitan dengan ancaman, atau rangkaian aktivitas manusia termasuk penilaian risiko, pengembangan strategi untuk mengelola dan mitigasi risiko dengan menggunakan pengelolaan sumber daya (Suswinarno, 2013). Pendekatan manajemen risiko meningkatkan kemampuan organisasi untuk mengatur risiko di semua tahapan. Proses manajemen risiko secara spesifik dijelaskan dalam fase yang dipecah menjadi beberapa cara, beberapa dihubungkan dengan tugas atau aktivitas dan

beberapa dihubungkan dengan pengiriman (*output/product*) (Septani *et al.*, 2012).

Manajemen risiko merupakan sejumlah kegiatan atau proses manajemen yang terarah dan bersifat proaktif, yang ditujukan untuk mengakomodasi kemungkinan gagal pada salah satu atau sebagian dari sebuah transaksi atau instrument. Oleh karena itu, manajemen risiko haruslah merupakan sebuah proses yang dinamis, tidak statis, dan berubah sejalan dengan ubahan kebutuhan dan risiko usaha (Basyaib, 2007). Menurut Zain (2008), strategi umum yang dilakukan dalam manajemen risiko adalah memindahkan risiko, menghindari risiko, meminimalisasi dampak buruk dari risiko, dan menghadapi sebagian ataupun keseluruhan risiko. Setiap masing-masing strategi memiliki kelemahan dan kekurangan sehingga diperlukan analisa yang tepat agar keputusan yang diambil tidak salah dan justru merugikan.

## **2.6 Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FFMEA)**

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah suatu alat yang secara sistematis mengidentifikasi akibat atau konsekuensi dari kegagalan atau sistem atau proses, serta mengurangi atau mengeliminasi peluang terjadinya kegagalan (Lipol dan Haq, 2011). FMEA merupakan metode analisis induktif untuk mengidentifikasi kerusakan produk dan atau proses yang paling potensial dengan mendeteksi peluang, penyebabnya, efek, dan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat kepentingan kerusakan. Analisis induktif merupakan analisis yang dimulai dari penyebab-penyebab kerusakan dan bagaimana kerusakan bisa terjadi. Metode FMEA akan mendefinisikan segala sesuatu yang rusak dan mengapa kerusakan bisa terjadi (Yasa, 2013).

Evans dan Lindsay (2007) menjelaskan bahwa dalam menganalisis dengan menggunakan metode FMEA terlebih dahulu mendefinisikan tentang *Risk Priority Number* (RPN). RPN merupakan indikator kekritisitas dalam menentukan tindakan koreksi yang sesuai dengan mode kegagalan. RPN

digunakan untuk menaksir risiko dengan menggunakan tiga kriteria *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Nilai *severity* adalah rangking dari dampak yang disebabkan oleh mode kegagalan. Nilai *occurrence* (Tabel 2.2) merupakan peringkat dari probabilitas atau frekuensi kegagalan yang dapat terjadi. Nilai *detection* (Tabel 2.3) merupakan peringkat dari kemampuan mendeteksi kegagalan sebelum efek kegagalan tersebut benar-benar terjadi.

Wang *et al* (2009) mengusulkan *Fuzzy* FMEA baru yang memungkinkan faktor risiko dan bobot relatif untuk dievaluasi secara linguistik dengan cara yang tepat menggunakan *Fuzzy* RPN, daripada *crisp* RPN atau *fuzzy if-then* untuk menetapkan prioritas mode kegagalan. Penelitian ini menghasilkan tahapan mendapatkan nilai *Fuzzy* RPN. Tahap pertama yaitu mengagregatkan opini subjektif anggota tim FMEA, dan tahap kedua yaitu menentukan *Fuzzy* RPN untuk setiap mode kegagalan. Hasil penelitian menjelaskan *Fuzzy* FMEA yang diusulkan lebih realistis, lebih praktis, dan lebih fleksibel. Faktor risiko dan bobot kepentingan relatif dievaluasi secara linguistik daripada nilai numerik yang tepat sehingga membuat penelitian mudah dilakukan. Usulan *Fuzzy* FMEA dalam penelitian tidak terbatas pada faktor S, O, dan D tetapi berlaku untuk sejumlah faktor risiko lainnya.

## **2.7 Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)**

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu teknik kuantitatif yang dikembangkan untuk kasus-kasus yang mempunyai berbagai tingkat (hirarki) analisis. Metode ini adalah salah satu cara praktis untuk mengatasi bermacam hubungan fungsional pada suatu jaringan yang kompleks. Metode ini menggunakan perbandingan secara berpasangan, menghitung faktor pembobot, dan menganalisisnya sehingga menghasilkan prioritas relatif di antara alternatif yang ada. AHP merupakan metode yang sederhana dan fleksibel yang dapat menampung kreativitas untuk pemecahan suatu masalah (Herjanto, 2009). AHP mempunyai keunggulan dalam menjelaskan proses



pengambilan keputusan, sebab AHP dapat digambarkan secara grafis, sehingga dapat dengan mudah dimengerti oleh semua pihak yang terkait pada pengambilan keputusan. Selain itu, AHP juga dapat menguji konsistensi penilaian, apabila terjadi penyimpangan yang terlalu jauh dari nilai konsistensi, maka hal ini dapat menunjukkan bahwa penilaian perlu diperbaiki, atau hierarki harus distruktur ulang. Ide dasar prinsip kerja AHP, yaitu penyusunan hierarki, penilaian kriteria dan alternatif, penentuan prioritas, dan konsistensi logis (Marimin, 2004).

Tiga tahapan utama dalam AHP adalah pembuatan hierarki, perbandingan berpasangan, dan mensintesis keputusan (Utama, 2017). Metode AHP memberikan solusi dalam membantu membuat keputusan berdasarkan multikriteria yang diterapkan (Setiawan, 2009). Saaty dan Vargas (2012) menjelaskan bahwa AHP dimulai dengan identifikasi masalah, kemudian menguraikannya menjadi elemen-elemen pokok untuk mendukung keputusan yang akan diambil. Elemen-elemen ini dapat berupa alternatif tindakan, atribut atau kriteria yang akan digunakan untuk menentukan prioritas atau peringkat dari serangkaian alternatif solusi yang akan diambil.

*Fuzzy* AHP merupakan gabungan metode AHP dengan pendekatan konsep *fuzzy*. FAHP menutup kelemahan yang terdapat pada AHP, yaitu permasalahan terhadap kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak. Ketidakpastian bilangan dipresentasikan dengan urutan skala (Permana, 2013). Pengambilan keputusan dalam AHP dengan banyak kriteria bersifat subjektif, untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dikembangkan teknik himpunan *fuzzy* dalam AHP. Pendekatan logika *fuzzy* terhadap AHP dilakukan melalui *fuzzy* triangular yaitu dengan mengkonversikan nilai skala AHP ke dalam bilangan *fuzzy* (Santoso, 2016).

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Irawan (2017) memilih sebuah strategi penanganan risiko produksi keripik tempe sebagai upaya untuk mengurangi terjadinya risiko bahan baku, risiko produksi, dan risiko permintaan keripik tempe yang ada di UKM XYZ. Strategi tersebut menerapkan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi risiko dari tiap variabel risiko dan menerapkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan bobot masing-masing kriteria dan subkriteria. Proses pengidentifikasian risiko proses produksi keripik tempe terdapat 11 risiko. Hasil pengukuran dan penilaian risiko tersebut didapatkan risiko tertinggi pada masing-masing variabel, yaitu harga bahan baku kedelai fluktuatif, hasil keripik tempe yang tidak baik, dan permintaan keripik tempe yang fluktuatif. Berdasarkan perhitungan metode AHP diperoleh alternatif strategi untuk meminimasi risiko, yaitu menjaga kualitas produk untuk bahan baku, proses produksi dan permintaan.

Kinanthi dkk (2015) mengidentifikasi terjadinya risiko yang terkait aktivitas pengadaan bahan baku dengan mengetahui risiko potensialnya dan melakukan analisis risiko. Penelitian tersebut menggunakan metode *Fuzzy FMEA* untuk mengidentifikasi permasalahan atau risiko apa saja yang terjadi sebagai dasar dilakukan perhitungan menggunakan metode *Fuzzy FMEA*. Hasil dari penelitian tersebut dapat diketahui risiko apa yang potensial menggunakan perhitungan FRPN dari yang paling atas hingga bawah yaitu risiko kelebihan bahan baku tembakau dan risiko kekurangan bahan baku cengkeh.

Nasution (2014) melakukan penelitian dengan judul Identifikasi dan Evaluasi Risiko Menggunakan *Fuzzy FMEA* pada Rantai Pasok Agroindustri Udang. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan model identifikasi dan evaluasi risiko rantai pasok udang. Identifikasi risiko akan dilakukan dengan pendekatan *what-if analysis* dan evaluasi risiko yang dikembangkan menggunakan model *fuzzy FMEA*, dengan masukan data dari beberapa ahli dan pelaku rantai pasok

udang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani mempunyai risiko yang paling tinggi, jika dibandingkan risiko pada tingkat pedagang pengumpul dan risiko agroindustri. Risiko dominan pada tingkat petani disebabkan oleh kegagalan panen akibat serangan hama dan penyakit. Pada tingkat pengumpul risiko dominan adalah keberadaan dan loyalitas pemasok, sedangkan pada tingkat prosesor risiko dominan adalah keberagaman mutu pasokan dan kontaminasi antibiotik pada komoditi udang.

Santoso, dkk (2018) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan prioritas strategi pemasaran dalam produksi keripik kentang perusahaan XYZ. Metode yang digunakan untuk analisis risiko adalah *fuzzy* FMEA dan untuk menentukan prioritas strategis adalah ANP. Temuan menunjukkan bahwa risiko paling potensial dalam pemasaran keripik kentang adalah risiko promosi, persaingan produk sejenis atau pesaing baru dan risiko produk. analisis risiko kemudian dianggap sebagai rumusan dasar strategi mitigasi risiko dengan menggunakan metode ANP. ditemukan bahwa strategi mitigasi risiko pasar tertinggi terletak pada peningkatan promosi substrategi untuk meningkatkan efektivitas promosi dan infrastruktur, kepatuhan dengan pengembangan media informasi dan komunikasi, dan pemeliharaan kualitas layanan dalam subkriteria membangun dan mempertahankan hubungan yang baik dengan pelanggan.

Ayhan (2013) melakukan penelitian yang terkait dengan permasalahan pemilihan pemasok. Penelitian tersebut menggunakan metode *fuzzy* AHP dengan studi kasus di *gearmotor company*. Pemilihan *supplier* pada penelitian ini menggunakan 5 kriteria utama, yaitu, *quality, origin of the raw material, cost, delivery time, after sales services*. Pemilihan dilakukan terhadap 3 *supplier*, yaitu *supplier* A, B, dan C. berdasarkan hasil dari perhitungan menggunakan metode *fuzzy* AHP, diketahui bahwa *supplier* C merupakan *supplier* terbaik.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di KSU Sari Apel Brosem yang berlokasi di Batu. Kegiatan ini dilaksanakan pada bulan April 2018 sampai selesai. Pengolahan data dilakukan di laboratorium Manajemen Agroindustri, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

#### 3.2 Prosedur Penelitian

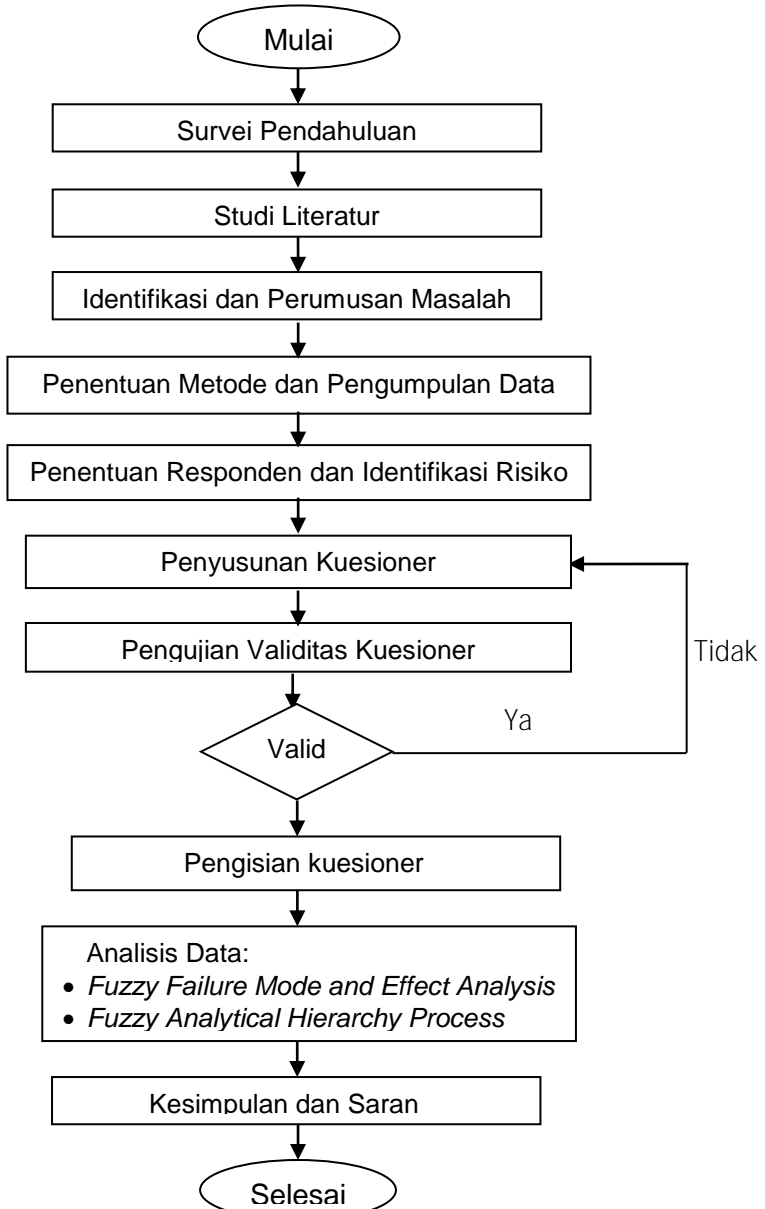
Penetapan prosedur penelitian secara sistematis harus dilakukan diawal sebelum melakukan pemecahan masalah yang dibahas. Prosedur penelitian ini dilakukan agar penelitian berjalan dengan teratur dan terarah serta mempermudah dalam analisa permasalahan yang ada. Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

##### 3.2.1 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan dilakukan melalui observasi, wawancara langsung dengan KSU Brosem. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui kondisi umum yang terjadi di KSU Brosem, memberikan gambaran umum permasalahan yang terjadi dari bahan baku diterima kemudian diproduksi sampai menjadi produk minuman sari apel Brosem.

##### 3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari informasi dari berbagai sumber acuan untuk mendukung pelaksanaan penelitian. Tujuannya untuk memperjelas permasalahan yang dipilih dan mengetahui hasil penelitian lain yang serupa. Sumber literatur yang digunakan antara lain adalah buku, jurnal dan laporan penelitian. Teori yang diperlukan dalam penelitian di KSU Sari Apel Brosem adalah risiko, manajemen risiko, produksi, risiko produksi, strategi mitigasi risiko, metode *fuzzy* FMEA dan *fuzzy* AHP.



**Gambar 3.1** Prosedur Penelitian

### **3.2.3 Identifikasi dan Perumusan Masalah**

Identifikasi masalah merupakan lanjutan dari survei pendahuluan. Kegiatan ini dilaksanakan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi, dimana hasil survei tersebut terdapat kendala-kendala atau penyimpangan saat bahan baku diterima dan saat proses produksi sari apel. Adanya kejadian-kejadian yang menyimpang atau risiko dapat menyebabkan kerugian terhadap produk sari apel. Adanya risiko-risiko tersebut harus dikurangi, karena dapat menyebabkan kerugian dalam perusahaan.

### **3.2.4 Penentuan Metode dan Pengumpulan Data**

Risiko yang diketahui dalam penelitian ini diolah menggunakan metode *fuzzy* FMEA, setelah ditemukan risiko-risiko dengan nilai FRPN tertinggi akan dimitigasi menggunakan metode *fuzzy* AHP. Pada penelitian terdapat dua jenis data yang akan digunakan, yaitu data primer dan data sekunder.

#### **a. Data Primer**

Data primer merupakan hasil yang didapatkan dari perusahaan secara langsung, wawancara, maupun kuesioner yang dilakukan pada responden pakar. Data primer dalam penelitian ini yaitu data risiko-risiko produksi dan kuesioner yang diisi oleh pakar dari pihak perusahaan. Data risiko-risiko produksi diperoleh dengan melakukan wawancara dengan kepala bagian produksi KSU Brosem yang mengetahui secara keseluruhan mengenai produksi minuman sari apel.

#### **b. Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung, baik dari buku-buku literatur, arsip-arsip dan dokumen-dokumen yang dimiliki oleh perusahaan, maupun sumber lain yang terkait. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu profil perusahaan, struktur organisasi perusahaan, serta buku-buku dan penelitian terkait risiko produksi.

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Observasi

Metode ini mengumpulkan data dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian dalam periode waktu tertentu dan melakukan pencatatan data yang didapatkan. Observasi ini berguna untuk memperoleh data pendukung terkait topik penelitian.

b. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan tanya jawab kepada pihak terkait. wawancara ini dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan proses produksi yang ada pada objek penelitian. Wawancara dilakukan pada kepala bagian pengadaan bahan baku dan kepala bagian produksi KSU Sari Apel Brosem.

c. Kuesioner

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data dengan memberikan daftar pertanyaan maupun pernyataan tertulis kepada responden yang terkait dengan bahan baku dan proses produksi minuman sari apel. Kuesioner akan disebarakan kepada beberapa responden pakar yang menjadi bagian dari penelitian terkait aktivitas penanganan bahan baku dan produksi pada KSU Sari Apel Brosem.

### **3.2.5 Penentuan Responden dan Identifikasi Risiko**

Responden yang digunakan adalah responden ahli atau pakar, yaitu pihak yang memiliki pengetahuan dan pemahaman dengan baik produksi yang ada di KSU Sari Apel Brosem. Pakar berperan sebagai sumber informasi data primer dan penentu tingkat kepentingan risiko. Responden dalam penelitian ini menggunakan 3 pakar. Responden terdiri dari kepala bagian produksi, kepala bagian pengadaan bahan baku dan karyawan bagian produksi. Responden yang dipilih berdasarkan tingkat pengalaman dan pemahaman mengenai produksi minuman sari apel dan risiko-risiko yang terjadi. Responden yang dipilih akan membantu peneliti dalam melakukan identifikasi risiko, pengukuran risiko, penentuan strategi mitigasi dan pembobotan strategi mitigasi.

Tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi kejadian risiko. Identifikasi kejadian risiko dilakukan pada setiap aktivitas proses produksi. Identifikasi ini dilakukan dengan metode wawancara kepada responden, pertanyaan yang diajukan meliputi apa saja risiko yang mungkin timbul dan apa dampak yang ditimbulkan serta mengidentifikasi penyebab terjadinya kejadian risiko. Pengkajian identifikasi risiko dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

**Tabel 3.1** Identifikasi Risiko Proses Produksi Minuman Sari Apel

No.	Variabel Risiko	Komponen Risiko	Referensi
1	Bahan Baku	- Keterlambatan penerimaan bahan baku	Handayani (2013)
		- Harga bahan baku fluktuatif	Irawan dkk, (2017)
		- Bahan baku rusak saat disimpan	KSU Brosem (2018)
		- Kekurangan bahan baku utama	Handayani (2013)
2	Proses Produksi	- Kesalahan pengambilan bahan baku	Handayani (2013)
		- Komposisi bahan kurang konsisten	KSU Brosem (2018)
		- Kerusakan mesin <i>sealing</i>	Hartanto dkk, (2014)
		- Kerusakan mesin <i>filling</i>	Hariri dkk, (2013)
		- Tumpahan produk sari apel	KSU Brosem (2018)
- Kontaminasi debu, rambut dan benda asing	Yana (2015)		
3	Produk	- Kualitas produk tidak sesuai standar	Handayani (2013)
		- Kemasan primer bocor	KSU Brosem (2018)
		- Produk rusak di Gudang	Handayani (2013)



### 3.2.6 Penyusunan Kuesioner dan Pengujian Validitas

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini ada dua jenis, yaitu kuesioner penilaian bobot risiko proses produksi minuman sari apel, serta kuesioner untuk memitigasi risiko-risiko tersebut.

Uji validitas digunakan untuk mengukur sejauh mana alat ukur mampu mengukur apa yang akan diukur. Alat ukur dapat dianggap valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan. Pada penelitian ini digunakan *face validity* untuk menguji validitas kuesioner. Hasil *face validity* dianggap valid apabila penampilan alat ukur telah memberi kesan mampu mengungkapkan hal yang diukur. *Face validity* ditentukan dengan cara melakukan wawancara dengan responden pakar (Nisfiannoor, 2009).

### 3.2.7 Pengolahan Data

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pemetaan terhadap setiap risiko dampak serta penyebab pada setiap faktor risiko. Pengukuran risiko proses produksi minuman sari apel Brosem pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy FMEA* (FFMEA) untuk mendapatkan tingkat prioritas risiko. *Fuzzy FMEA* merupakan metodologi yang memakai logika *fuzzy* dalam mengidentifikasi permasalahan atau penyebab risiko yang terjadi melalui pertimbangan kriteria *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). *Severity* (S) merupakan seberapa serius kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan.

Menurut tingkat keseriusan, *severity* dinilai pada skala 1 sampai 10. Skala *severity* atau dampak ditunjukkan pada **Tabel 3.2**. *Occurrence* (O), menunjukkan tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan ditunjukkan dalam 10 tingkat. 1 adalah yang hampir tidak pernah terjadi (1) sampai yang paling mungkin terjadi atau sulit dihindari (10). Skala *occurrence*

(kejadian) ditunjukkan pada **Tabel 3.3. Detection (D)** menunjukkan tingkat lolosnya penyebab kegagalan dari kontrol yang ada, levelnya mulai dari 1-10, dimana angka 1 menunjukkan kemungkinan lewat dari kontrol (pasti terdeteksi) adalah sangat besar. Skala *detection* ditunjukkan pada **Tabel 3.4.**

**Tabel 3.2. Skala Severity**

<b>Rating</b>	<b>Efek</b>	<b>Dampak Keparahan</b>
10	<i>Hazardous without warning (HWOW)</i>	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi <i>system safety</i> tanpa peringatan
9	<i>Hazardous with warning (HWW)</i>	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi <i>system safety</i> dalam peringatan
8	<i>Very High (VH)</i>	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kegagalan menyebabkan kerusakan tanpa membahayakan keselamatan
7	<i>High (H)</i>	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kerusakan peralatan
6	<i>Moderate (M)</i>	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kerusakan kecil
5	<i>Low (L)</i>	Sistem tidak dapat beroperasi tanpa kerusakan
4	<i>Very Low (VL)</i>	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami penurunan secara signifikan
3	<i>Minor (MR)</i>	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami beberapa penurunan
2	<i>Very Minor (VMR)</i>	Sistem dapat beroperasi dengan sedikit gangguan
1	<i>None (N)</i>	Tidak ada pengaruh

Sumber: Wang *et al.*, (2009)

**Tabel 3.3. Skala Occurrence**

<b>Rating</b>	<b>Efek</b>	<b>Probabilitas Kegagalan</b>
10	<i>Very High (VH)</i>	> 1 dalam 2
9		1 dalam 3
8	<i>High (H)</i>	1 dalam 8
7		1 dalam 20
6	<i>Moderate (M)</i>	1 dalam 80
5		1 dalam 400
4	<i>Low (L)</i>	1 dalam 2000
3		1 dalam 15000
2		1 dalam 150000
1		< 1 dalam 150000

Sumber: Wang *et al.*, (2009)

**Tabel 3.4. Skala Detection**

<b>Rating</b>	<b>Efek</b>	<b>Kemungkinan Deteksi</b>
10	<i>Absolute Uncertainty (AU)</i>	Tidak mampu mendeteksi penyebab kegagalan berikutnya
9		Sangat kecil kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan berikutnya
8	<i>Remote (R)</i>	Kecil kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan berikutnya
7	<i>Very Low (VL)</i>	Sangat rendah kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan berikutnya
6	<i>Low (L)</i>	Rendah kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan berikutnya
5	<i>Moderate (M)</i>	Sedang kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan berikutnya
4	<i>Moderately High (MH)</i>	Cukup tinggi kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan berikutnya
3		Tinggi kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan berikutnya
2	<i>Very High (VH)</i>	Sangat tinggi kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan berikutnya
1	<i>Almost Certain (AC)</i>	Hampir pasti kemampuan mendeteksi penyebab kegagalan berikutnya

Sumber: Wang *et al.*, (2009)

Pada faktor-faktor S, O, dan D dapat dievaluasi dengan cara linguistik. Istilah linguistik dan *fuzzy number* yang akan digunakan untuk mengevaluasi faktor-faktor S, O, dan D ditunjukkan pada **Tabel 3.5**, **Tabel 3.6**, dan **Tabel 3.7**, serta bobot kepentingan relatif dari faktor-faktor S, O, dan D dinilai menggunakan istilah linguistik dapat dilihat pada **Tabel 3.8**.

Penilaian faktor-faktor *failure mode* menggunakan metode FMEA dalam logika *fuzzy* menurut Wang *et al*, (2009), dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Menentukan nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) berdasarkan **Tabel 3.2**, **Tabel 3.3**, dan **Tabel 3.4**.
- Melakukan perhitungan agregasi penilaian peringkat *fuzzy* terhadap faktor *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) berdasarkan persamaan 1, persamaan 2, dan persamaan 3 dibawah ini.

$$\bar{R}_i^S = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ij}^S = (\sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijL}^S, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM}^S, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijU}^S, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijV}^S)$$

$$\bar{R}_i^O = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ij}^O = (\sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijL}^O, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM}^O, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijU}^O, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijV}^O)$$

$$\bar{R}_i^D = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ij}^D = (\sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijL}^D, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM}^D, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijU}^D, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijV}^D)$$

- Melakukan perhitungan agregasi bobot kepentingan untuk faktor *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) berdasarkan persamaan (4), persamaan (5), dan persamaan (6) dibawah ini.

$$\bar{W}^S = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{w}_j^S = (\sum_{j=1}^m h_j w_{jL}^S, \sum_{j=1}^m h_j w_{jM}^S, \sum_{j=1}^m h_j w_{jU}^S)$$

$$\bar{W}^O = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{w}_j^O = (\sum_{j=1}^m h_j w_{jL}^O, \sum_{j=1}^m h_j w_{jM}^O, \sum_{j=1}^m h_j w_{jU}^O)$$

$$\bar{W}^D = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{w}_j^D = (\sum_{j=1}^m h_j w_{jL}^D, \sum_{j=1}^m h_j w_{jM}^D, \sum_{j=1}^m h_j w_{jU}^D)$$

**Tabel 3.5. Fuzzy Rating untuk Severity**

<b>Rating</b>	<b>Severity</b>	<b>Fuzzy Number</b>
<i>Hazardous without warning</i> (HWOW)	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi <i>system safety</i> tanpa peringatan	(9, 10, 10)
<i>Hazardous with warning</i> (HWW)	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi <i>system safety</i> dalam peringatan	(8, 9, 10)
<i>Very High</i> (VH)	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kegagalan menyebabkan kerusakan tanpa membahayakan keselamatan	(7, 8, 9)
<i>High</i> (H)	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kerusakan peralatan	(6, 7, 8)
<i>Moderate</i> (M)	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kerusakan kecil	(5, 6, 7)
<i>Low</i> (L)	Sistem tidak dapat beroperasi tanpa kerusakan	(4, 5, 6)
<i>Very Low</i> (VL)	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami penurunan secara signifikan	(3, 4, 5)
<i>Minor</i> (MR)	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami beberapa penurunan	(2, 3, 4)
<i>Very Minor</i> (VMR)	Sistem dapat beroperasi dengan sedikit gangguan	(1, 2, 3)
<i>None</i> (N)	Tidak ada pengaruh	(1, 1, 2)

Sumber: Wang et al., (2009)

**Tabel 3.6. Fuzzy Rating untuk Occurrence**

<b>Rating</b>	<b>Probability of Occurrence</b>	<b>Fuzzy Number</b>
<i>Very High</i> (VH)	Kegagalan tidak dapat dihindari	(8, 9, 10, 10)
<i>High</i> (H)	Kegagalan terjadi berulang-ulang	(6, 7, 8, 9)
<i>Moderate</i> (M)	Kegagalan terkadang terjadi	(3, 4, 6, 7)
<i>Low</i> (L)	Kegagalan relatif rendah	(1, 2, 3, 4)
<i>Remote</i> (R)	Kegagalan tidak akan terjadi	(1, 1, 2)

Sumber: Wang et al., (2009)

**Tabel 3.7.** *Fuzzy Rating* untuk *Detection*

<i>Rating</i>	<i>Kemungkinan Terjadinya Detection</i>	<i>Fuzzy Number</i>
<i>Absolute Uncertainty (AU)</i>	Tidak ada kesempatan	(9, 10, 10)
<i>Very Remote (VR)</i>	Kesempatan sangat kecil	(8, 9, 10)
<i>Remote (R)</i>	Kesempatan kecil	(7, 8, 9)
<i>Very Low (VL)</i>	Kesempatan sangat rendah	(6, 7, 8)
<i>Low (L)</i>	Kesempatan rendah	(5, 6, 7)
<i>Moderate (M)</i>	Kesempatan sedang	(4, 5, 6)
<i>Moderately High (MH)</i>	Kesempatan cukup tinggi	(3, 4, 5)
<i>High (H)</i>	Kesempatan tinggi	(2, 3, 4)
<i>Very High (VH)</i>	Kesempatan sangat tinggi	(1, 2, 3)
<i>Almost Certain (AC)</i>	Hampir pasti	(1, 1, 2)

Sumber: Wang *et al.*, (2009)

**Tabel 3.8.** *Fuzzy Weight* untuk Kepentingan Relatif Faktor Risiko

<i>Istilah Linguistik</i>	<i>Fuzzy Number</i>
<i>Very Low (VL)</i>	(0, 0, 0.25)
<i>Low (L)</i>	(0, 0.25, 0.5)
<i>Medium (M)</i>	(0.25, 0.5, 0.75)
<i>High (H)</i>	(0.5, 0.75, 1)
<i>Very High (VH)</i>	(0.75, 1, 1)

Sumber: Wang *et al.*, (2009)

- d. Menentukan *Fuzzy Risk Priority Number (FRPN)* untuk setiap risiko berdasarkan persamaan (7).

$$FRPN_i = (\bar{R}_i^O) \frac{\bar{w}^O}{\bar{w}^O + \bar{w}^S + \bar{w}^D} \times (\bar{R}_i^S) \frac{\bar{w}^S}{\bar{w}^O + \bar{w}^S + \bar{w}^D} \times (\bar{R}_i^D) \frac{\bar{w}^D}{\bar{w}^O + \bar{w}^S + \bar{w}^D}$$

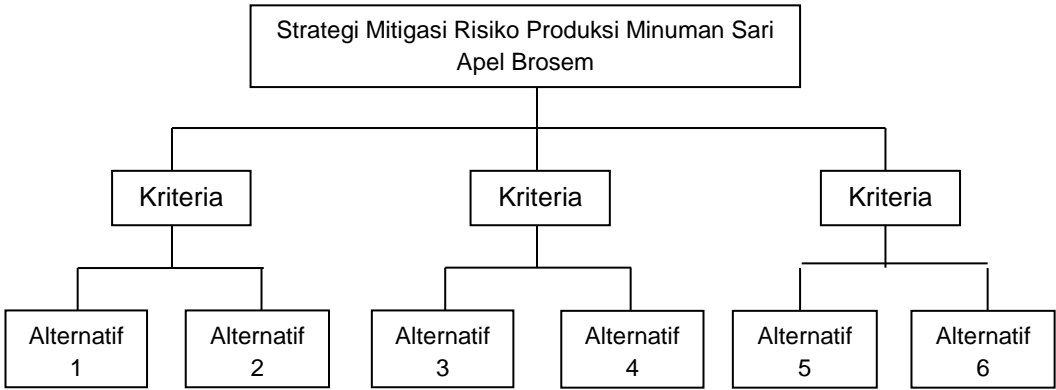
- e. Mengurutkan peringkat dilakukan dari nilai FRPN, dimana peringkat yang teratas adalah nilai FRPN terbesar yang merupakan risiko utama yang harus dilakukan mitigasi.

### 3.2.8 Penyusunan Strategi Mitigasi Risiko dengan *Fuzzy AHP*

Berdasarkan hasil identifikasi terdapat risiko prioritas yang akan dilakukan mitigasi yaitu risiko yang berada pada

peringkat teratas FRPN. Strategi mitigasi didapatkan dengan melakukan wawancara dan *brainstorming* dengan responden pakar. Penyusunan strategi mitigasi risiko dengan metode *Fuzzy AHP*. Langkah-langkah penyusunan *Fuzzy AHP* sebagai berikut:

1. Menguraikan masalah dari risiko tertinggi dan menentukan tujuan, faktor, alternatif strategi dalam usaha minimasi risiko bahan baku dan proses produksi yang terjadi di KSU Sari Apel Brosem. Struktur hierarki untuk meminimasi risiko pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.
2. Mengumpulkan data dari para ahli atau pihak yang mengambil keputusan. Pada penelitian ini pengambilan keputusan terdiri kepala bagian pengadaan bahan baku, kepala bagian produksi, dan dua karyawan bagian produksi. Para ahli atau pihak yang mengambil keputusan dapat memberikan penilaian dengan parameter skala penilaian.
3. Hasil dari penentuan strategi alternatif berdasarkan hasil dari *Fuzzy FMEA* dan pendapat pakar akan direkap kedalam sebuah matrik perbandingan berpasangan. Matrik perbandingan yang akan digunakan disesuaikan dengan kriteria maupun sub kriteria. Nilai skala perbandingan dan matrik perbandingan berpasangan dapat dilihat pada **Tabel 3.9** dan **Tabel 3.10**.



**Gambar 3.2** Struktur Hierarki AHP Strategi Mitigasi

**Tabel 3.9.** Nilai Skala Perbandingan

Nilai	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

Sumber: Chavez *et al.*, (2012)

**Tabel 3.10.** Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	X1	X2	X3
X1	1		
X2		1	
X3			1

Sumber: Chavez *et al.*, (2012)



4. Menghitung Vektor Prioritas untuk Kriteria Utama

- a. Nilai yang terdapat dalam satu kolom dijumlahkan dan diberi nama total kolom.

Contoh:

Kriteria	X1	X2	X3
X1	1		
X2		1	
X3			1
Total Kolom	$\bar{o}$	$\bar{o}$	$\bar{o}$

- b. Setiap entri matriks dibagi dengan total kolomnya

Contoh:

Kriteria	X1	X2	X3	Total Baris
X1	1			$\bar{o}$
X2		1		$\bar{o}$
X3			1	$\bar{o}$
Total Kolom	$\bar{o}$	$\bar{o}$	$\bar{o}$	$\bar{o}$

- c. Rata-rata dari entri matriks yang terdapat dalam satu baris dihitung dan dinyatakan hasilnya sebagai vektor prioritas. Dalam perhitungan vektor prioritas adalah dengan menjumlahkan setiap baris per elemen dan dibagi dengan jumlah kriteria.

Contoh:

Kriteria	X1	X2	X3	Total Baris	Vektor Prioritas
X1	1			$\bar{o}$	$\bar{o}$
X2		1		$\bar{o}$	$\bar{o}$
X3			1	$\bar{o}$	$\bar{o}$
Total Kolom	$\bar{o}$	$\bar{o}$	$\bar{o}$	$\bar{o}$	$\bar{o}$

5. Menghitung Rasio Konsistensi (CR)

- a. Matriks perbandingan berpasangan dikalikan dengan vektor prioritas. Vektor baru tersebut dinyatakan sebagai vektor jumlah bobot.
- b. Entri dari vektor jumlah bobot dibagi dengan entri yang berpasangan dari vektor prioritas dan dinyatakan hasilnya sebagai bobot prioritas.

- c. Menghitung rata-rata dari nilai bobot prioritas dan hasilnya dinotasikan dengan:

$$\{ \frac{\sum a_i \cdot \text{bobot prioritas}_i}{n}$$

- d. Menghitung *Consistency Index* (CI) dengan rumus sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1}$$

- e. Menghitung *Consistency Ratio* (CR) dengan rumus sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Suatu matriks perbandingan berpasangan dinyatakan konsisten apabila nilai *Consistency Ratio* ( $CI$ ) dapat dilihat pada **Tabel 3.11**.

**Tabel 3.11.** Nilai Acak (RI) Matriks

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Sumber: Kusriani, (2007)

Selanjutnya analisis data dengan menggabungkan perhitungan AHP dengan *Fuzzy*. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut (Adnyana, 2016):

1. Matriks Perbandingan Berpasangan *Fuzzy*

*Triangular Fuzzy Number* (TFN) merupakan teori himpunan *Fuzzy* membantu dalam pengukuran yang berhubungan dengan penilaian subjektif dengan memakai bahasa linguistik. Inti dari *Fuzzy* AHP terletak pada perbandingan berpasangan yang digambarkan dengan skala rasio yang berhubungan dengan skala *Fuzzy*. Skala linguistik *Fuzzy* dan AHP dapat dilihat pada **Tabel 3.12**.

**Tabel 3.12.** Skala Linguistik untuk Kepentingan Relatif

Skala AHP	Variabel Linguistik	Skala Bilangan Fuzzy
1	Sama Penting	(1, 1, 3)
2	Sedikit Penting	(1, 2, 4)
3	Sedikit Lebih Penting	(1, 3, 5)
4	Cukup Lebih Penting	(2, 4, 6)
5	Lebih Penting	(3, 5, 7)
6	Sedikit Cukup Lebih Penting	(4, 6, 8)
7	Sangat Lebih Penting	(5, 7, 9)
8	Sedikit Sangat Lebih Penting	(6, 8, 9)
9	Mutlak Lebih Penting	(7, 9, 9)

Sumber: Anshori, (2012)

Penggunaan variabel linguistik dalam metode logika *Fuzzy* untuk mendapatkan penilaian subjektif dari pembuat keputusan. Fungsi keanggotaan triangular dapat digunakan untuk mengelompokan kesamaan yang terjadi pada variabel linguistik. Berikut merupakan contoh matriks perbandingan berpasangan *Fuzzy*:

Kriteria	X1	X2	X3
X1	(1,1,3)		
X2		(1,1,3)	
X3			(1,1,3)

- Menghitung nilai  $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \sum_{j=1}^m l_j$  ,  $\sum_{j=1}^m m_j$  ,  $\sum_{j=1}^m u_j$  dengan operasi penjumlahan pada tiap-tiap TFN dalam setiap baris.
- Menghitung nilai *Fuzzy synthetic extent* (Adnyana, 2016):

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_i^j \times \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_i^j}$$

$$\text{Dimana: } \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_i^j} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n l_i}$$



perhitungan FAHP yang diakar sesuai dengan jumlah responden yaitu 3.

### **3.2.9 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan diperoleh dari pengolahan dan analisa data dengan menjawab tujuan penelitian serta sebagai penutup dari penelitian ini. Saran adalah masukan yang ditujukan untuk penelitian selanjutnya dengan tema objek penelitian yang berkaitan serta untuk pihak KSU Sari Apel Brosem dalam meminimalisir risiko yang telah diketahui pada proses produksi.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum KSU Brosem

Koperasi Serba Usaha (KSU) Brosem didirikan pada tanggal 14 Januari 2004 oleh warga RW 10 kelurahan Sisir, kota Batu, Jawa Timur. Nama Brosem merupakan singkatan dari Bromo-Semeru. Usaha ini awalnya tercetus oleh ide sebuah perkumpulan PKK yang terdiri dari sekitar 20 ibu rumah tangga. Berdasarkan keinginan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan meningkatkan kesejahteraan warga setempat, maka perkumpulan ini kemudian mendirikan sebuah usaha bersama yang dimiliki oleh masyarakat setempat. Dengan memiliki sebuah usaha mandiri bersama, KSU Brosem berharap dapat menjadi contoh bagi masyarakat daerah sekitar. KSU Brosem merupakan perusahaan yang bergerak pada industri minuman sari apel. KSU Brosem dalam melaksanakan kegiatan produksi sehari-hari, baik dalam proses maupun administrasi perusahaan KSU Brosem didukung oleh tenaga kerja sebanyak 33 orang, dimana tenaga kerja tersebut adalah warga setempat. Pengambilan dan penempatan karyawan disesuaikan dengan kebutuhan proses produksi. Rumah produksi KSU Brosem beralamat di Jalan Bromo Gg I no 4 RT. 01, RW. 10, Kelurahan Sisir, Kota Batu.

KSU Brosem hanya menghasilkan satu jenis produk yaitu minuman sari apel yang dikemas dalam dua jenis ukuran kemasan *cup* yang pertama adalah 120ml yang disusun dalam tiga macam *box* dengan jumlah yang berbeda, yaitu 18 *cup*, 32 *cup*, dan 40 *cup*. Kemasan *cup* dengan ukuran yang lain yaitu 200ml dengan jumlah 24 *cup* per *box*. Perusahaan ini memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai, yang pertama meningkatkan volume penjualan untuk meningkatkan keuntungan dan menunjukkan kemampuan serta keberhasilan perusahaan dalam menjalankan usahanya. Tujuan yang kedua adalah berusaha mencapai laba yang optimal, dengan selalu menjaga keseimbangan antara penerimaan dengan

pengeluaran. Tujuan ketiga yaitu perluasan usaha untuk mencapai keuntungan yang ditargetkan.

### **3.2 Proses Produksi**

#### **4.2.1 Bahan Baku**

Proses Produksi memerlukan beberapa bahan yang harus disiapkan terlebih dahulu agar mempermudah proses produksi. Bahan baku yang disiapkan antara lain bahan utama dan bahan pendukung. Bahan baku utama yang disiapkan untuk proses pembuatan sari apel adalah buah apel dan air. Buah apel yang digunakan berjenis *rome beauty*. Kebutuhan buah apel untuk diproduksi adalah minimal 50kg/hari. Bahan baku tambahan yang digunakan untuk pembuatan sari apel, yaitu gula, Natrium benzoat, Malic acid, karamel, dan aroma apel.

Bahan baku tambahan untuk pembuatan sari apel mempunyai manfaat yang berbeda-beda. Gula yang digunakan pada proses pembuatan sari apel yaitu menggunakan gula pasir yang berfungsi untuk memberikan cita rasa manis dan sebagai bahan yang dapat mengawetkan sari apel secara alami. Menurut Buckle, *et al* (1985) dalam Sulardjo dan Agus (2012) mengatakan bahwa daya larut yang tinggi dari gula dan daya mengikatnya air merupakan sifat-sifat yang menyebabkan gula sering digunakan dalam pengawetan bahan pangan. Konsentrasi gula yang cukup tinggi pada olahan pangan dapat mencegah pertumbuhan mikrobia, sehingga dapat berperan sebagai pengawet. Pemanis rasa sari apel juga menggunakan karamel. Selain gula, Natrium benzoat juga digunakan sebagai pengawet produk sari apel. Bahan tambahan Malic acid merupakan asam karboksilat yang digunakan untuk memberikan rasa asam dan getir pada sari apel atau disebut dengan penguat rasa apel. Produk sari apel tidak menggunakan bahan tambahan pewarna baik pewarna buatan maupun pewarna alami, karena warna yang dihasilkan pada produk sari apel merupakan warna alami yang didapatkan selama proses produksi hingga menjadi produk sari apel.

#### 4.2.2 Tahapan Proses Produksi

Tahapan proses produksi merupakan proses perubahan bentuk dan peningkatan daya guna dari suatu bahan baku menjadi barang-barang yang sudah diolah dan siap dipasarkan. Keterlibatan faktor-faktor produksi merupakan hal yang sangat penting untuk diarahkan kepada sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan, sehingga membawa dampak yang sangat besar bagi efektivitas proses produksi perusahaan (Rosa dan Suharmiati, 2008). KSU Brosem menerapkan produksi secara kontinyu karena proses produksi terus berjalan tidak hanya bergantung pada permintaan pasar saja. Tipe proses kontinyu merupakan tipe proses yang pola atau urutan yang pasti dan tidak berubah-ubah dalam pelaksanaan proses produksi diperusahaan. Pola atau urutan pelaksanaan proses produksi diperusahaan akan selalu sama antara pelaksanaan proses produksi pada waktu lalu, pada saat sekarang dan pada waktu yang akan datang.

Pada proses produksi sari apel, terdapat beberapa tahapan yaitu penyortiran, pencucian, pemotongan, perebusan, pencampuran, penyaringan, dan pengemasan. Diagram alir proses produksi sari apel dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Tahapan proses produksi sari apel Brosem sebagai berikut:

##### 1) Penerimaan Bahan Baku

Penerimaan bahan baku sari apel Brosem diperoleh dari beberapa tengkulak di Batu. Banyaknya jumlah tengkulak yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan proses produksi dan menggunakan tengkulak terdekat agar apabila terjadinya keterlambatan disalah satu tengkulak dapat segera diatasi. Buah apel yang masuk ke dalam perusahaan untuk proses produksi dilakukan penyortiran untuk melihat apakah apel yang diterima sesuai dengan kualitas dan jumlah yang ditentukan atau tidak, jika ada apel dengan kualitas yang tidak sesuai, maka segera dikembalikan untuk ditukar. Apabila kualitas apel sudah sesuai maka akan masuk ke gudang bahan baku untuk disimpan sebelum masuk ke proses produksi. Masa simpan apel di dalam gudang penyimpanan apel sebelum diproduksi maksimal hanya dua hari, karena apel yang baik seharusnya



tidak terlalu lama disimpan agar kualitas apel tidak menurun. Buah apel yang digunakan dalam proses produksi sari apel berumur 6-7 bulan. Apabila lebih dari tujuh bulan, apel sudah masir dan terlalu tua untuk produk sari apel dan apabila umur apel kurang dari 6 bulan masih terlalu keras dan tidak mengeluarkan aroma yang kuat.

Bahan baku tambahan didapat dari beberapa *supplier* melalui pemesanan sebelumnya. Bahan baku tambahan juga disimpan dalam gudang bahan baku bersama dengan bahan baku utama. Bahan baku utama dan tambahan yang akan digunakan tidak terdapat penjadwalan penggunaan bahan untuk proses produksi. Pada bahan baku utama yaitu buah apel tidak terdapat perlakuan khusus, hanya diletakkan dalam beberapa keranjang dan dilakukan penumpukan. Selain buah apel, bahan baku utama lain yaitu air menggunakan sumber air sumur yang ada di lokasi produksi sari apel Brosem. Pada bahan baku tambahan tidak terdapat perlakuan khusus, hanya disimpan dalam gudang penyimpanan bahan baku dan disusun atau dilakukan penumpukan.

## 2) Penyortiran

Penyortiran yang dilakukan pada bahan baku utama yaitu buah apel dilakukan untuk melihat adanya cacat fisik pada apel di bagian tertentu seperti apabila ditemukan bagian yang busuk dan berlubang pada apel maka akan dipotong dan dibuang bagian yang busuk saja. Buah apel tidak memerlukan pengupasan kulit apel, karena kulit apel juga ikut diproduksi dan tidak menimbulkan pengaruh tertentu pada saat proses produksi. Limbah yang dihasilkan dari proses penyortiran yaitu potongan-potongan apel pada bagian tertentu yang mengalami kebusukan. Penyortiran dilakukan menggunakan alat berupa pisau *stainless steel* yang secara manual dilakukan oleh karyawan produksi.

## 3) Pencucian

Proses pencucian buah apel menggunakan air mengalir. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan debu atau kotoran dan bahan kimia jika ada yang menempel pada buah apel.

Setelah dilakukan proses pencucian, air hasil pencucian langsung dibuang ke lingkungan dan tidak ada perlakuan khusus.

#### 4) Pematangan

Proses pematangan dilakukan secara manual dengan menggunakan pisau dapur oleh tenaga kerja. Pematangan dilakukan untuk mendapatkan potongan buah apel yang lebih kecil. Buah apel yang dipotong menghasilkan limbah berupa biji apel. Kulit apel tidak dilakukan pengupasan karena ikut dalam proses produksi. Tangkai pada apel telah disisihkan sejak apel masih berada di petani.

#### 5) Perebusan

Buah apel yang telah dipotong kecil-kecil kemudian dilakukan perebusan. Proses perebusan dilakukan dengan menggunakan air sumur. Alat yang digunakan yaitu kompor gas dan panci yang berukuran besar. Perebusan dilakukan hingga mendidih dan menghasilkan ekstrak apel. Waktu yang dibutuhkan dalam proses perebusan sekitar 40 menit. Buah apel disisihkan setelah perebusan mendidih, dimana ampas buah apel yang telah disisihkan menjadi limbah yang kemudian dibuang atau digunakan untuk pembuatan selai apabila ada yang membutuhkan ampas buah apel tersebut.

#### 6) Pencampuran

Pencampuran merupakan proses yang menyebabkan tercampurnya suatu bahan ke bahan lain yang bertujuan agar bahan tersebut terjadi homogenisasi. Proses pencampuran dilakukan pada saat ekstrak apel masih mendidih. Bahan yang dicampurkan adalah air panas mendidih yang dimasak di waktu yang bersamaan saat proses perebusan buah apel menjadi ekstrak apel. Selain itu ditambahkan bahan pendukung berupa gula, natrium benzoat, malic acid, dan karamel. Bahan tambahan dimasukkan saat ekstrak apel mendidih kemudian setelah dilakukan pencampuran ditambahkan air rebusan yang sudah mendidih, sehingga bahan tambahan yang dimasukkan dapat larut dengan baik dibantu dengan proses pengadukan secara terus menerus saat bahan tambahan dimasukkan

menggunakan adukan kayu. Proses pencampuran ekstrak apel dengan bahan tambahan lain dilakukan dengan cara manual oleh karyawan tanpa menggunakan mesin yang bekerja secara otomatis.

#### 7) Penyaringan

Proses penyaringan adalah metode pemisahan yang digunakan untuk memisahkan cairan dan padatan yang tidak larut berdasarkan perbedaan ukuran partikel zat-zat yang bercampur. Penyaringan dilakukan menggunakan *filter* atau alat penyaring biasa. Sari apel yang masuk proses penyaringan dalam kondisi masih panas setelah proses pencampuran dengan perebusan. Tujuan dari proses penyaringan adalah memisahkan ampas gula saat proses pencampuran dan pengadukan yang tidak dapat terlarut sempurna. Setelah proses penyaringan sari apel dialirkan masuk ke dalam tangki, dimana bagian atas tangki juga terdapat alat saring untuk memisahkan benda asing yang ada pada sari apel. Tangki yang digunakan adalah tangki *stainless steel* yang tidak tembus cahaya yang membuat tangki tersebut tidak akan ditumbuhi lumut dan tahan terhadap cairan panas sehingga tangka tidak berubah bentuk meskipun terdapat tekanan air panas di dalam tangki.

#### 8) Pengemasan

Sari apel yang masuk ke dalam tangki bertujuan untuk mengalirkan produk ke dalam kemasan primer berupa *cup* untuk dilakukan pengisian produk. Mesin yang digunakan yaitu mesin *filling* yang dilanjutkan dengan proses pemberian tutup *cup*. *Cup* plastik yang digunakan sebagai kemasan primer adalah plastik berjenis PP. Volume produk setiap kemasan *cup* plastik yaitu 120 ml. *Cup* plastik yang telah terisi sari apel kemudian ditutup dengan plastik penutup *cup* menggunakan *sealer* yang secara otomatis memberikan tanggal kadaluarsa pada produk. Plastik penutup menunjukkan merek dagang sari apel Brosem, logo, slogan produk, komposisi dan informasi produk yang lain. Setelah produk sari apel dikemas dalam kemasan primer kemudian dilakukan pengepakan dalam kemasan sekunder berupa *box* karton yang dilakukan dengan cara manual oleh

tenaga kerja yang bertugas. Sari apel Brosem kemasan *cup* 120 ml dibedakan menjadi tiga jumlah yang berbeda tiap *box*, yaitu sari apel 18 *cup/box*, sari apel 32 *cup/box*, dan sari apel 40 *cup/box*. *Box* karton yang telah penuh dengan jumlah produk sari apel yang ditentukan kemudian dilakukan penyimpanan produk dalam gudang produk jadi dan dilakukan *quality control* untuk melihat kesesuaian kualitas dari produk sari apel sebelum dipasarkan.

### 3.3 Identifikasi Risiko

Penilaian risiko produksi minuman sari apel Brosem dibantu oleh beberapa responden ahli. Responden ahli akan menilai risiko dan memberikan strategi mitigasi untuk risiko yang menjadi prioritas utama dari kuesioner yang diberikan. Terdapat tiga responden ahli yang melakukan penilaian pengukuran risiko dan strategi mitigasi risiko. Identitas responden yang pertama yaitu ibu Dyah yang merupakan kepala produksi sari apel Brosem, kemudian responden selanjutnya adalah ibu Umpin yang merupakan kepala pengadaan bahan baku sari apel Brosem dan responden ketiga adalah ibu Sumiati yang merupakan karyawan produksi sari apel Brosem. Ketiga responden tersebut memiliki pengalaman bekerja di KSU Brosem lebih dari 10 tahun. Berdasarkan jabatan dan pengalaman kerja, maka dibuat pembobotan terhadap ketiga responden tersebut. Responden yang pertama diberikan bobot sebesar 40% kepada ibu Dyah sebagai kepala bagian proses produksi. Responden kedua diberikan bobot sebesar 30% kepada ibu Umpin sebagai bagian pengadaan bahan baku dan responden ketiga diberikan bobot sebesar 30% kepada ibu Sumiati sebagai karyawan proses produksi. Pembobotan tersebut disesuaikan dengan jumlah pembobotan yaitu 100%. Risiko produksi sari apel Brosem didapatkan dari hasil observasi dan wawancara dengan responden ahli dari KSU Brosem. Berdasarkan observasi dan wawancara tersebut didapatkan 13 risiko yang terjadi pada produksi minuman sari apel yang dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Risiko Produksi Minuman Sari Apel

No.	Variabel Risiko	Komponen Risiko
1	Bahan Baku	<ul style="list-style-type: none"><li>- Keterlambatan penerimaan bahan baku</li><li>- Harga bahan baku fluktuatif</li><li>- Bahan baku rusak saat disimpan</li><li>- Kekurangan bahan baku utama</li></ul>
2	Proses Produksi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kesalahan pengambilan bahan baku</li><li>- Komposisi bahan kurang konsisten</li><li>- Kerusakan mesin <i>sealing</i></li><li>- Kerusakan mesin <i>filling</i></li><li>- Tumpahan produk sari apel</li><li>- Kontaminasi debu, rambut dan benda asing</li></ul>
3	Produk	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kualitas produk tidak sesuai standar</li><li>- Kemasan primer bocor</li><li>- Produk rusak di Gudang</li></ul>

Berdasarkan **Tabel 4.1** dijelaskan terdapat 3 variabel dan komponennya untuk setiap variabel. Komponen risiko didapatkan dari hasil survei dan *brainstorming* dengan pihak terkait. Variabel risiko produksi di KSU Brosem terdiri dari bahan baku, proses produksi dan produk jadi. Komponen risiko pada variabel bahan baku terdapat 4 risiko. Komponen risiko pada variabel proses produksi terdapat 6 risiko. Komponen risiko pada variabel produk jadi terdapat 3 risiko. Risiko keterlambatan penerimaan bahan baku merupakan salah satu risiko yang dapat menghambat jalannya proses produksi. Keterlambatan penerimaan bahan baku terjadi pada bahan baku utama yaitu buah apel yang disebabkan karena pengaruh musim, musim hujan yang membuat apel mudah rusak dan stok bahan baku tengkulak berkurang untuk dikirim ke KSU Brosem. Jumlah permintaan buah apel dapat dipenuhi oleh tengkulak namun mengalami keterlambatan. Risiko harga bahan baku fluktuatif disebabkan karena bergantung pada mudah atau sulitnya

tengkulak mendapatkan buah apel sehingga berdampak pada harga apel yang mengalami kenaikan saat apel sulit diperoleh dan mengalami penurunan harga saat apel mudah diperoleh tengkulak. Peramalan permintaan adalah proyeksi permintaan untuk produk atau layanan suatu perusahaan yang mengendalikan produksi, kapasitas serta sistem penjadwalan dan menjadi *input* bagi perencanaan keuangan, pemasaran dan sumber daya manusia (Prasetya dan Fitri, 2009). Buah apel yang datang kemudian disimpan dalam gudang dan tidak ada perlakuan khusus hanya ditampung dalam keranjang plastik hingga penuh tanpa ditutup kemudian dilakukan penumpukan dengan keranjang apel sehingga dapat menyebabkan apel mudah rusak saat disimpan. Buah apel yang rusak akibat penumpukan saat disimpan dapat menimbulkan risiko kekurangan bahan baku utama atau apel karena apel yang rusak atau cacat akan disisihkan sebelum masuk ke proses produksi.

Komponen risiko pada variabel proses produksi yang pertama adalah kesalahan pengambilan bahan baku karena bahan baku yang disimpan tidak diberi tanda atau identitas dan penjadwalan penggunaan bahan baku. Misalnya pada buah apel yang terlebih dahulu datang dari tengkulak tidak didahulukan untuk masuk proses produksi. Menurut Nadia, dkk (2010) penjadwalan produksi merupakan salah satu tahap penting sebelum melakukan kegiatan produksi untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian proses produksi. Selain waktu penyelesaian produk, hal lain yang perlu diperhatikan adalah kebutuhan bahan baku yang harus tersedia sebelum kegiatan produksi dilakukan. Risiko komposisi bahan kurang konsisten disebabkan karena pada saat proses produksi, persiapan bahan-bahan yang digunakan, baik bahan baku utama maupun tambahan tidak selalu melalui proses penimbangan secara akurat dan konsisten disetiap proses produksi yang dijalankan.

Proses pengisian produk ke *cup* menggunakan mesin *filling*, terjadi kerusakan pada mesin yang digunakan karena

kurangnya perawatan dan tidak ada penjadwalan perawatan mesin serta tidak ada prosedur penggunaan mesin sehingga mesin menjadi *error*. Hal ini dapat berdampak pada produk yang diisikan pada *cup* dapat melebihi kapasitas *cup* atau bahkan *cup* tidak terpasang sehingga terjadi tumpahan produk yang dapat menurunkan produktivitas dari produksi karena kejadian tersebut, selain itu tumpahan juga dapat terjadi karena kelalaian karyawan dalam kegiatan pengepakan karena kurang kehati-hatian sehingga produk jatuh dan bocor. Kerusakan mesin juga dapat terjadi pada mesin *sealing* pada proses pengemasan produk. Kerusakan mesin *sealing* disebabkan karena umur mesin yang tua dan tidak adanya penjadwalan perawatan mesin secara rutin sehingga menimbulkan mesin *sealing* tidak bekerja maksimal atau bahkan tidak dapat digunakan sementara waktu sampai proses perbaikan dilakukan. Menurut Oktalisa, dkk (2003) salah satu hal yang mempengaruhi kelancaran proses produksi adalah kinerja mesin. Mesin merupakan faktor produksi yang sangat berpengaruh dalam proses produksi. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan perawatan mesin yang terencana agar mesin dapat beroperasi secara maksimal, mengurangi kerusakan mesin dan meningkatkan efisiensi produksi.

Kontaminasi pada proses produksi dapat terjadi karena akibat dari kelalaian tenaga kerja dalam menjaga kebersihan di lingkungan produksi. Misalnya pada mesin tidak dilakukan pembersihan pada produk sari apel yang tumpah dapat menimbulkan bagian-bagian tertentu pada mesin menjadi berkarat. Selain itu tenaga kerja tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang ada dalam peraturan perusahaan pada saat proses produksi dapat memicu adanya kontaminasi, seperti rambut karena tidak memakai penutup kepala, tidak menggunakan masker dan sarung tangan dapat mengkontaminasi produk saat proses produksi. Komponen risiko pada variabel produk jadi yang pertama adalah kualitas produk sari apel tidak sesuai dengan standar. Menurut pihak KSU Brosem, sari apel yang sesuai standar adalah tidak

terdapat kotoran yang masuk dalam produk, sari apel tidak berlendir, volume produk setiap *cup* tidak kurang, dan posisi tutup kemasan *cup* harus pas, logo dan merek produk dapat terbaca, *cup* tidak penyok. Risiko kemasan bocor disebabkan karena kesalahan pada mesin *sealing* yang *error* dan dapat disebabkan karena pada saat proses pengepakan produk ke dalam *box* dilakukan secara cepat oleh tenaga kerja sehingga mengakibatkan produk jatuh dan kemasannya bocor. Risiko produk rusak di gudang disebabkan karena penanganan produk di gudang yang kurang sesuai seperti peletakan *box* dilakukan dengan cara dilempar sehingga dapat mengakibatkan produk rusak.

### **3.4 Pengukuran Risiko Produksi Sari Apel Brosem**

Pengukuran risiko produksi sari apel Brosem menggunakan metode *fuzzy failure mode and effect analysis* (*Fuzzy FMEA*). Berdasarkan hasil identifikasi pada produksi sari apel Brosem didapatkan sejumlah risiko yang berpotensi menyebabkan kegagalan. Pengukuran *Fuzzy FMEA* dilakukan untuk menganalisis dan mengukur kemungkinan terjadinya risiko yang dapat menyebabkan kegagalan pada produksi. Prioritas risiko diukur berdasarkan tiga faktor yaitu *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) dari setiap risiko yang diperoleh dari kuesioner. Penerapan logika *fuzzy* dalam *FMEA* adalah untuk membantu menentukan nilai *Risk Priority Number* dari kegagalan yang terjadi. Adapun kuesioner *Fuzzy FMEA* diberikan kepada 3 responden yaitu kepala bagian produksi, kepala bagian pengadaan bahan baku, dan karyawan produksi.

#### **4.4.1 Perhitungan Agregasi Nilai *Occurrence*, *Severity*, dan *Detection***

Perhitungan agregasi dilakukan berdasarkan penilaian nilai *occurrence*, *severity*, dan *detection* hasil kuesioner dari responden ahli. Hasil dari responden ahli tersebut didapatkan berdasarkan kuesioner yang diberikan kepada responden ahli. Responden ahli tersebut adalah tiga orang yang sudah ditetapkan yaitu kepala bagian produksi, kepala bagian



pengadaan bahan baku, dan karyawan produksi. Hasil pengolahan data agregasi nilai *occurrence*, *severity* dan *detection* untuk semua risiko dapat dilihat pada **Tabel 4.2**. Hasil dari **Tabel 4.2** menunjukkan hasil agregasi nilai *occurrence*, *severity* dan *detection*. Nilai *occurrence* terbesar pada risiko kerusakan mesin *sealing* dengan nilai 8,0 menunjukkan bahwa risiko kerusakan mesin *sealing* sering terjadi. Nilai *severity* terbesar pada risiko tumpahan produk sari apel dengan nilai 7,7 menunjukkan bahwa risiko tersebut memiliki dampak keparahan tinggi. Nilai *detection* terbesar pada risiko harga bahan baku fluktuatif dengan nilai 7,7 menunjukkan bahwa risiko tersebut memiliki kemampuan deteksi yang rendah untuk mengetahui penyebabnya.

**Tabel 4.2** Agregasi Nilai O, S, D

No	Komponen Risiko	O	S	D
1	Risiko keterlambatan penerimaan bahan baku	4.7	5.3	3.3
2	Risiko harga bahan baku fluktuatif	6.7	3.7	7.7
3	Risiko bahan baku rusak saat disimpan	3.7	6	2.7
4	Risiko kekurangan bahan baku utama	3.0	6.7	3.7
5	Risiko kesalahan pengambilan bahan baku	4.7	3.3	4
6	Risiko komposisi bahan kurang konsisten	4.3	4.3	2
7	Risiko kerusakan mesin <i>sealing</i>	8.0	3.7	6.3
8	Risiko kerusakan mesin <i>filling</i>	5.7	6.3	6.3
9	Risiko tumpahan produk sari apel	6	7.7	5.7
10	Risiko kontaminasi debu, rambut dan benda asing	6	4.7	2.7
11	Risiko kualitas produk tidak sesuai standar	7.7	5	4.3
12	Risiko kemasan primer bocor	5.7	3.3	4.3
13	Risiko produk rusak di Gudang	3.7	3.7	3

Perhitungan agregasi *occurrence*, *severity* dan *detection* ketiga responden ahli pada **Tabel 4.2** didapatkan berdasarkan hasil kuesioner FMEA yang dapat dilihat pada **Lampiran 5**. Setelah didapatkan hasil kuesioner FMEA kemudian dilakukan perhitungan fuzzifikasi. Fuzzifikasi dalam metode FMEA yaitu menghitung tiap komponen risiko menggunakan *fuzzy number* dikalikan dengan bobot masing-masing responden ahli dan diagregatkan. Hasil perhitungan fuzzifikasi *occurrence*, *severity* dan *detection* digunakan untuk mendapatkan nilai FRPN. Hasil perhitungan fuzzifikasi dapat dilihat pada **Lampiran 6**.

### **3.4.2 Perhitungan Bobot Kepentingan dan Agregasi Faktor Occurrence, Severity dan Detection**

Hasil kuesioner yang didapatkan kemudian dilakukan perhitungan dan didapatkan nilai agregasi untuk setiap *occurrence*, *severity* dan *detection*. Selanjutnya adalah memperhitungkan bobot untuk masing-masing faktor. Bobot penilaian ini didapatkan dari penilaian responden ahli kemudian dirubah menjadi bilangan *fuzzy*. Masing-masing bobot faktor memiliki tingkat bobot yang berbeda yang dinilai oleh responden ahli. Nilai agregat dan rata-rata dihitung dari bilangan *fuzzy*. Nilai bobot, bilangan *fuzzy* dan rata-rata nilai agregat faktor *occurrence*, *severity*, *detection*, nilai agregasi bobot *fuzzy number* dan rata-rata agregat faktor *occurrence*, *severity* dan *detection* dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4**. Agregat dan perhitungan pangkat pada **Tabel 4.4** dapat dilihat pada **Lampiran 7**.

**Tabel 4.3** Nilai Bobot, bilangan *fuzzy* dan rata-rata responden

Responden	Faktor	Bobot Faktor	Fuzzy Number		
R1	Severity	High	0.5	0.75	1
	Occurrence	Medium	0.25	0.5	0.75
	Detection	Medium	0.25	0.5	0.75
R2	Severity	Medium	0.25	0.5	0.75
	Occurrence	Medium	0.25	0.5	0.75
	Detection	Medium	0.25	0.5	0.75
R3	Severity	Medium	0.25	0.5	0.75
	Occurrence	Low	0	0.25	0.5
	Detection	Medium	0.25	0.5	0.75

**Tabel 4.4** Nilai Agregasi dari bobot dan *fuzzy number*

Faktor	Agregat	Pangkat
<i>Occurrence</i>	0.425	0.28
<i>Severity</i>	0.6	0.39
<i>Detection</i>	0.5	0.33

Perhitungan nilai agregat dilakukan dengan cara mengalikan bilangan *fuzzy* dengan bobot kepentingan pakar yang telah ditentukan. Nilai agregat digunakan sebagai nilai pangkat untuk masing-masing faktor O, S dan D untuk mencari nilai FRPN. Sebagaimana Wang *et al*, (2009) menyatakan bahwa *fuzzy* FMEA menunjukkan setiap faktor memiliki bobot masing-masing, berbeda dengan FMEA konvensional yang menganggap semua faktor memiliki bobot kepentingan yang sama.

### 3.4.3 Perhitungan Nilai *Fuzzy Risk Priority Number* (FRPN)

Perhitungan nilai *fuzzy risk priority number* (FRPN) yang merupakan tahap terakhir dalam metode *fuzzy* FMEA. Perhitungan dilanjutkan dari nilai agregat kejadian (R<sub>i</sub>) dan nilai agregasi dari bobot *fuzzy number* sehingga didapatkan nilai FRPN. Berdasarkan nilai FRPN, kemudian diurutkan dari nilai

FRPN terendah hingga nilai FRPN tertinggi. Semakin tinggi nilai FRPN maka menunjukkan seberapa besar prioritas risiko tersebut. Hasil perhitungan nilai FRPN dapat dilihat pada **Tabel 4.5** dan perhitungan FRPN dapat dilihat pada **Lampiran 8**. Berdasarkan **Tabel 4.5** hasil yang diketahui bahwa didapatkan rangking risiko prioritas mulai dari rangking pertama hingga ke tiga belas dari hasil nilai FRPN. Berdasarkan hasil tersebut yang menjadi risiko dengan rangking pertama yang harus mendapatkan perhatian dari perusahaan adalah risiko tumpahan produk sari apel dengan nilai FRPN 6,569. Risiko tersebut menjadi risiko utama karena nilai yang diberikan oleh ketiga respondeh ahli untuk *occurrence*, *severity* dan *detection* tinggi.

Risiko tumpahan produk terjadi karena adanya masalah pada proses pengisian produk sari apel ke dalam kemasan *cup* plastik karena kerusakan mesin atau kemasan *cup* plastik bocor, sehingga dampak dari risiko tersebut adalah penurunan jumlah produk akhir. Ketiga responden memberikan nilai *severity* 7-8 (tinggi-sangat tinggi). Frekuensi risiko tumpahan produk sari apel sering terjadi, dari ketiga responden memberikan nilai *occurrence* 5-7 (cukup-tinggi). Kemampuan mendeteksi risiko tumpahan produk sari apel dinilai oleh ketiga responden adalah 5-6 (cukup-rendah) sehingga kemampuan mendeteksi untuk risiko ini cukup kecil. Risiko tumpahan produk sari apel dapat mengakibatkan penurunan produktivitas pada proses produksi. Hal ini terjadi karena banyaknya produk yang tumpah dapat mengurangi jumlah produk jadi yang seharusnya dapat dihasilkan. Produk tumpahan hanya ditampung menggunakan wadah dan selanjutnya menjadi limbah cair pada produksi tersebut.

**Tabel 4.5** Hasil Perhitungan FRPN

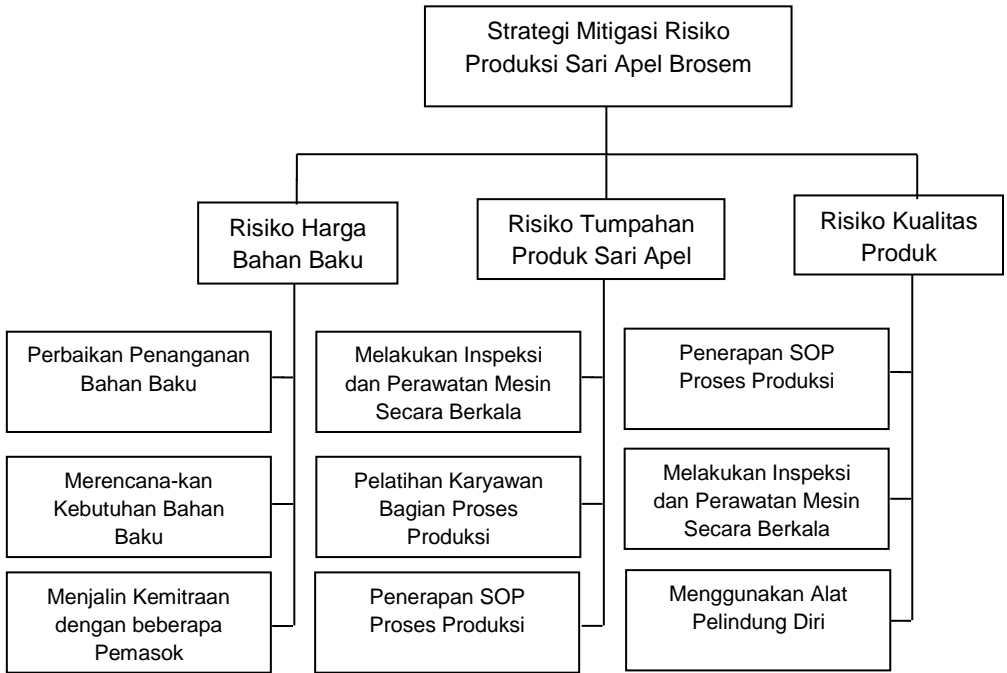
<b>Komponen Risiko</b>	<b>FRPN</b>	<b>Rangking</b>
Risiko keterlambatan penerimaan bahan baku	4.497	6
Risiko harga bahan baku fluktuatif	5.505	3
Risiko bahan baku rusak saat disimpan	4.143	8
Risiko kekurangan bahan baku utama	4.190	7
Risiko kesalahan pengambilan bahan baku	3.740	11
Risiko komposisi bahan kurang konsisten	3.521	13
Risiko kerusakan mesin <i>sealing</i>	5.364	5
Risiko kerusakan mesin <i>filling</i>	5.938	2
Risiko tumpahan produk sari apel	6.569	1
Risiko kontaminasi debu, rambut dan benda asing	4.060	10
Risiko kualitas produk tidak sesuai standar	5.368	4
Risiko kemasan primer bocor	4.102	9
Risiko produk rusak di Gudang	3.629	12

Risiko yang memiliki rangking terendah adalah risiko komposisi bahan kurang konsisten dengan nilai FRPN 3,521. Risiko komposisi bahan kurang konsisten tersebut terjadi karena bahan baku utama yang digunakan adalah apel awalnya dilakukan penimbangan, kemudian apel yang akan digunakan untuk produksi melewati proses sortir untuk dipisahkan bagian-bagian tertentu yang rusak. Setelah dilakukan penyortiran, apel yang sudah sesuai standar produksi dilakukan pemrosesan selanjutnya. Berdasarkan nilai yang diberikan responden untuk *occurrence* adalah 4-5 (rendah-cukup) artinya risiko komposisi bahan kurang konsisten jarang terjadi di perusahaan. Nilai yang didapatkan untuk *severity* adalah 4-5 (sangat rendah-rendah) yang berarti bahwa dampak yang ditimbulkan risiko tersebut tidak berbahaya. Nilai yang didapatkan untuk *detection* adalah 2 (sangat tinggi) yang berarti bahwa kemampuan mendeteksi risiko tersebut sangat tinggi.

### 3.5 Mitigasi Risiko Produksi Sari Apel Brosem

Risiko yang telah diurutkan dari risiko dengan nilai FRPN terendah hingga risiko dengan nilai FRPN tertinggi. Risiko-risiko yang ada di KSU Brosem memiliki peluang untuk mengganggu jalannya produksi sari apel yang dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Perhitungan rata-rata geometrik FRPN komponen risiko dapat dilihat pada **Lampiran 8**. Nilai rata-rata geometrik FRPN proses produksi sari apel adalah 4,575 dan terdapat 5 risiko yang memiliki nilai diatas rata-rata geometrik. Lima risiko tersebut adalah risiko harga bahan baku fluktuatif, risiko kerusakan mesin *sealing*, risiko kerusakan mesin *filling*, dan risiko tumpahan produk sari apel serta risiko kualitas produk tidak sesuai standar. Risiko-risiko tersebut berada tersebar dalam tiga variabel risiko, sehingga dipilih risiko dengan nilai FRPN tertinggi setiap variabel untuk diminimalkan risiko tersebut dengan membuat rumusan strategi mitigasi untuk meminimalkan risiko. Strategi mitigasi risiko merupakan upaya untuk menghindari, mengurangi dan menghilangkan risiko. Perumusan strategi mitigasi untuk meminimalkan risiko produksi sari apel Brosem menggunakan metode *fuzzy* AHP.

Perhitungan *fuzzy* AHP dilakukan berdasarkan kuesioner yang diberikan kepada tiga responden ahli, tiga responden ahli tersebut adalah kepala bagian produksi, kepala pengadaan bahan baku dan karyawan produksi. Kuesioner strategi mitigasi risiko produksi dengan menggunakan *fuzzy* AHP dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Pembuatan kuesioner strategi mitigasi dibuat berdasarkan pada hierarki strategi mitigasi risiko produksi sari apel Brosem yang dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



**Gambar 4.1** Hierarki Strategi Mitigasi Risiko Produksi Sari Apel Brosem

Salah satu langkah dalam melakukan strategi mitigasi risiko produksi sari apel Brosem dengan menggunakan metode *fuzzy* AHP adalah pembuatan hierarki. Menurut Darmanto (2014), setelah mendefinisikan masalah, langkah yang selanjutnya adalah pembuatan hierarki yang mana pada hierarki tersebut didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks menjadi sebuah hierarki. Hierarki tersebut terdiri dari level pertama yang merupakan tujuan, lalu diikuti oleh level kriteria dan selanjutnya adalah alternatif. Dalam strategi mitigasi risiko produksi sari apel dilakukan dengan wawancara dan diskusi dengan responden ahli yang ada di KSU Brosem. Level pertama adalah tujuan hierarki yaitu strategi mitigasi risiko produksi sari apel Brosem. Level kedua adalah kriteria, dalam pembuatan kriteria strategi risiko produksi sari

apel Brosem dibagi menjadi tiga kriteria. Kriteria hierarki strategi mitigasi risiko produksi tersebut adalah harga bahan baku fluktuatif, tumpahan produk sari apel dan kualitas produk tidak standar. Kriteria tersebut merupakan hasil wawancara dan diskusi dengan responden ahli serta peninjauan langsung di KSU Brosem.

Berdasarkan wawancara dan diskusi dengan responden ahli menjelaskan bahwa kriteria harga bahan baku fluktuatif, tumpahan produk sari apel dan kualitas produk tidak standar dapat mempermudah dalam menentukan alternatif apa saja yang digunakan sebagai cara mencapai tujuan dari level pertama hierarki yaitu strategi mitigasi risiko produksi sari apel. Kriteria harga bahan baku fluktuatif memiliki beberapa alternatif strategi diantaranya adalah perbaikan penanganan bahan baku, merencanakan kebutuhan bahan baku dan menjalin kemitraan dengan beberapa pemasok. Kriteria tumpahan produk sari apel memiliki beberapa alternatif strategi diantaranya adalah melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala, pelatihan karyawan bagian proses produksi dan penerapan SOP proses produksi. Kriteria produk tidak sesuai standar memiliki beberapa alternatif strategi diantaranya adalah penerapan SOP proses produksi, melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala dan menggunakan alat pelindung diri. Setelah itu dilakukan perhitungan agar didapatkan agregat pembobotan terhadap masing-masing kriteria dan agregat pembobotan terhadap masing-masing alternatif strategi mitigasi risiko produksi sari apel Brosem.

Perhitungan *fuzzy* AHP dimulai dari hasil perhitungan AHP yang dilanjutkan dengan fuzzifikasi. Perhitungan AHP diawali dengan mengolah data hasil kuesioner dari ketiga responden ahli menjadi matriks perbandingan berpasangan. Setelah itu dilanjutkan dengan menghitung total kolom, total baris, vektor prioritas, mencari nilai bobot vektor dan lamda maksimum. Hasil dari perhitungan AHP adalah nilai CI dan CR. Nilai konsistensi merupakan pengukuran tingkat kesalahan dalam menentukan angka-angka perbandingan berpasangan



kriteria satu dengan kriteria lainnya (Sestri, 2013). Nilai CR maka data kuesioner tersebut tidak konsisten yang berarti harus pengulangan. Kemudian dilakukan perhitungan *fuzzy* dengan menggunakan bilangan TFN (*Triangular Fuzzy Number*), membuat matriks perbandingan sama seperti pada perhitungan AHP, membuat perhitungan nilai *low* (l), *medium* (m) dan *upper* (u), dan memperhitungkan *fuzzy syntetic extent*. Kemudian didapatkan hasil akhir adalah nilai normalisasi vektor bobot.

#### 4.5.1 Kriteria Risiko

Berdasarkan pada perhitungan faktor risiko terhadap kriteria harga bahan baku fluktuatif, tumpahan produk sari apel dan kualitas produk tidak standar terhadap ketiga responden ahli didapatkan nilai perhitungan CI, CR dan nilai normalisasi untuk masing-masing kriteria. Hasil perhitungan *fuzzy* AHP oleh ketiga responden ahli dapat dilihat pada **Tabel 4.6** dan contoh perhitungan *fuzzy* AHP dapat dilihat pada **Lampiran 10**.

**Tabel 4.6** Hasil Perhitungan Faktor Risiko Produksi Sari Apel

Kriteria	Pakar	AHP		FAHP
		CI	CR	Normalisasi Vektor Bobot
Harga Bahan Baku Fluktuatif				0.125
Tumpahan Produk Sari Apel	1	0.004	0.006	0.543
Kualitas Produk Tidak Standar				0.332
Harga Bahan Baku Fluktuatif				0.294
Tumpahan Produk Sari Apel	2	0.033	0.057	0.654
Kualitas Produk Tidak Standar				0.052
Harga Bahan Baku Fluktuatif				0.559
Tumpahan Produk Sari Apel	3	0.004	0.006	0.117
Kualitas Produk Tidak Standar				0.324

Berdasarkan pada **Tabel 4.6** hasil perhitungan faktor risiko produksi sari apel terhadap tiga responden ahli didapatkan hasil nilai CI dan CR dari perhitungan AHP dan nilai *fuzzy* AHP normalisasi bobot vektor. Nilai CI untuk masing-masing responden ahli adalah 0.004, 0.033 dan 0.004. Nilai CR untuk masing-masing responden ahli adalah 0.006, 0.057 dan 0.006. Nilai *fuzzy* normalisasi bobot vektor untuk responden ahli 1 (kepala bagian produksi) untuk kriteria harga bahan baku fluktuatif, tumpahan produk sari apel dan kualitas produk tidak standar adalah 0.125, 0.543 dan 0.332. Nilai *fuzzy* normalisasi bobot vektor untuk responden ahli 2 (kepala bagian pengadaan bahan baku) untuk kriteria harga bahan baku fluktuatif, tumpahan produk sari apel dan kualitas produk tidak standar adalah 0.294, 0.654 dan 0.052. Nilai *fuzzy* normalisasi bobot vektor untuk responden ahli 3 (karyawan produksi) untuk kriteria harga bahan baku fluktuatif, tumpahan produk sari apel dan kualitas produk tidak standar adalah 0.559, 0.117 dan 0.324. Berdasarkan data hasil perhitungan kriteria yang didapat dari ~~kelembutan~~ sudah konsisten dan tidak perlu ada pengulangan. Nilai *fuzzy* AHP normalisasi vektor bobot didapatkan dari ketiga responden ahli, namun perlu melakukan agregat dari ketiga responden ahli dengan menjumlah masing-masing kriteria dari ketiga responden ahli lalu dibagi dengan jumlah responden ahli yang ada dan didapatkan hasil agregat kriteria mitigasi risiko produksi sari apel Brosem yang dapat dilihat pada **Tabel 4.7**.

**Tabel 4.7** Hasil Agregat Kriteria Mitigasi Risiko Produksi Sari Apel Brosem

Kriteria	Hasil Agregat	Rangking
Harga Bahan Baku Fluktuatif	0.326	2
Tumpahan Produk Sari Apel	0.438	1
Kualitas Produk Tidak Standar	0.236	3

Berdasarkan hasil agregat kriteria mitigasi risiko produksi sari apel Brosem dari hasil perhitungan dan rangking dari faktor

risiko untuk tiga ahli, didapatkan untuk kriteria harga bahan baku fluktuatif, tumpahan produk sari apel dan kualitas produk tidak standar. Rangking pertama adalah kriteria tumpahan produk sari apel dengan nilai agregat 0.438, kemudian rangking kedua adalah kriteria harga bahan baku fluktuatif dengan nilai agregat 0.326 dan rangking ketiga adalah kriteria kualitas produk tidak standar dengan nilai agregat 0.236. Hal tersebut menunjukkan bahwa kriteria tumpahan produk sari apel merupakan kriteria yang harus mendapatkan perhatian dari perusahaan karena menempati posisi pertama. Tumpahan produk sari apel merupakan bagian dari faktor proses produksi yang memiliki beberapa penyebab tumpahan produk tersebut dapat terjadi seperti faktor kelalaian karyawan produksi dan mesin maupun peralatan produksi yang belum memiliki SOP. Selain itu tidak adanya prosedur *setting* temperatur pada mesin *sealing* yang menyebabkan kemasan bocor dan produk tumpah, kemudian *cup* gagal terpasang pada *holder conveyor* pada mesin *filling*. Menurut Chairunnisa (2013), dalam suatu proses produksi, mesin adalah alat yang digerakkan oleh tenaga untuk membantu manusia dalam proses produksi. Mesin merupakan faktor produksi yang menentukan kelancaran suatu proses produksi. Penggunaan mesin harus digunakan dengan baik agar proses produksi berjalan secara efisien. Setelah proses produksi berjalan secara efisien diharapkan tujuan perusahaan akan segera tercapai.

Kriteria mitigasi risiko produksi sari apel Brosem yang kedua adalah harga bahan baku fluktuatif. Bahan baku merupakan faktor utama bagi perusahaan untuk mendukung kelancaran proses produksi. Bahan baku yang berkualitas memenuhi standar sangat penting dalam suatu proses produksi (Novitri, 2015). Industri berbahan baku buah apel yang cukup besar di kota Batu adalah industri sari apel. Penyebab utama dari adanya harga bahan baku fluktuatif karena bahan baku buah apel adalah bahan baku yang tidak bisa disimpan terlalu lama tanpa penanganan khusus karena akan menurunkan kualitasnya dan mengalami pembusukan. Cuaca menjadi salah

satu faktor yang mempengaruhi harga bahan baku menjadi fluktuatif karena saat terjadi musim hujan, bahan baku apel menjadi mudah rusak sehingga susah didapat. Buah apel yang susah didapat merupakan tanggung jawab dari tengkulak, walaupun tanggung jawab dari tengkulak tetapi akan berdampak pada harga apel yang mengalami kenaikan karena susah didapat oleh tengkulak, kemudian harga buah apel dapat mengalami penurunan kembali apabila mudah didapat oleh tengkulak. Kegiatan produksi perlu mengatur jumlah persediaan bahan baku, sehingga apabila permintaan tiba-tiba melonjak, tidak akan kesulitan untuk menyediakan kebutuhan bahan baku yang mempengaruhi harga bahan baku tersebut.

Kriteria mitigasi risiko produksi yang menjadi peringkat ketiga adalah kriteria kualitas produk tidak standar yang memiliki nilai agregat 0.236. kriteria kualitas produk tidak standar meskipun memiliki peringkat terendah bukan berarti tidak diperhatikan oleh perusahaan. Kriteria tersebut tetap mendapat perhatian dari perusahaan setelah kriteria tumpahan produk dan harga bahan baku fluktuatif. Produk minuman sari apel Brosem dapat dikatakan standar menurut perusahaan adalah tidak ada kotoran yang masuk, tidak ada lendir yang ada dalam produk, tutup *cup* tidak rusak atau sobek, kemudian tutup *cup* tidak miring, karena informasi yang ada pada tutup *cup* akan tidak terbaca apabila terjadi kemiringan pada tutup *cup* dan cacat *cup* atau penyok. Produk yang mengalami kebocoran juga tidak termasuk pada ketentuan standar produk dan volume yang kurang pada kemasan *cup* juga tidak termasuk produk standar. Kualitas produk jadi dapat dilihat dan dinilai secara langsung setelah proses pengemasan berlangsung dan saat produk dilakukan kegiatan *quality control* saat produk disimpan dalam gudang. Beberapa penyebab dari adanya kualitas produk yang tidak standar yaitu kesalahan pada karyawan yang tidak menjaga kebersihan pada proses produksi dengan tidak menggunakan alat pelindung diri (APD), tempat produksi yang kurang dijaga kebersihannya sehingga mempengaruhi adanya produk yang tidak sesuai standar. Selain itu terdapat kesalahan

pada mesin yang digunakan untuk volume produk yang tidak sesuai setiap kemasan seperti *error* atau kesalahan pengaturan mesin.

#### 4.5.2 Strategi Mitigasi Risiko

Perhitungan alternatif strategi dilakukan setelah perhitungan kriteria strategi mitigasi risiko produksi sari apel Brosem terhadap tiga kriteria yaitu kriteria harga bahan baku fluktuatif, kriteria tumpahan produk sari apel dan kriteria kualitas produk tidak standar. Terdapat beberapa alternatif strategi untuk masing-masing kriteria. Kriteria harga bahan baku fluktuatif memiliki beberapa alternatif diantaranya adalah perbaikan penanganan bahan baku, merencanakan kebutuhan bahan baku dan menjalin kemitraan dengan beberapa pemasok. Kriteria tumpahan produk sari apel memiliki beberapa alternatif strategi diantaranya melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala, pelatihan karyawan proses produksi dan penerapan SOP proses produksi. Kriteria kualitas produk tidak standar memiliki beberapa alternatif strategi diantaranya adalah penerapan SOP proses produksi, melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala, dan menggunakan alat pelindung diri. Hasil perhitungan untuk masing-masing alternatif dapat dilihat pada **Lampiran 9**. Hasil perhitungan alternatif tersebut pada **Lampiran 9** menunjukkan bahwa seluruh nilai CR untuk masing-masing alternatif pada setiap kriteria memiliki nilai dibawah 10% (0.1). Sehingga menunjukkan bahwa data dari kuesioner dan diolah sudah konsisten dan tidak perlu ada perbaikan dalam pengisian kuesioner. Sama seperti perhitungan kriteria, perhitungan alternatif dihitung dengan mengubah skala kepentingan AHP ke dalam bilangan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) agar dapat memperoleh bobot normalisasi untuk masing-masing kriteria, sehingga kriteria tersebut dapat dilihat urutan prioritas dari yang terendah hingga tertinggi berdasarkan pada nilai normalisasi. Semakin tinggi nilai normalisasi atau peringkat alternatif, maka alternatif tersebut mendapatkan prioritas sebagai perbaikan mitigasi risiko produksi sari apel Brosem.

### 3.5.2.1 Strategi Mitigasi Kriteria Harga Bahan Baku Fluktuatif

Kriteria harga bahan baku fluktuatif memiliki beberapa alternatif strategi diantaranya perbaikan penanganan baku, merencanakan kebutuhan bahan baku dan menjalin kemitraan dengan beberapa pemasok. Setelah didapatkan hasil perhitungan normalisasi bobot vektor dari tiga responden ahli tentunya perlu melakukan agregat untuk alternatif-alternatif kriteria tersebut untuk memperoleh nilai rata-rata dari nilai normalisasi bobot vektor agar didapatkan agregat alternatif kriteria harga bahan baku fluktuatif yang dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

**Tabel 4.8** Nilai Agregat Strategi untuk Kriteria Harga Bahan Baku Fluktuatif

Kriteria	Alternatif Strategi	Nilai Agregat Alternatif	Rangking
Harga Bahan Baku Fluktuatif	Perbaikan penanganan bahan baku	0.209	2
	Merencanakan kebutuhan bahan baku	0.603	1
	Menjalin kemitraan dengan beberapa pemasok	0.188	3

Berdasarkan perhitungan agregasi yang dapat dilihat pada **Tabel 4.8** didapatkan nilai agregat alternatif dari kriteria harga bahan baku fluktuatif. Alternatif rangking pertama sekaligus paling tinggi adalah merencanakan kebutuhan bahan baku dengan nilai agregat 0.603. Alternatif rangking kedua adalah perbaikan penanganan bahan baku dengan nilai agregat alternatif 0.209. Alternatif rangking ketiga sekaligus paling rendah adalah menjalin kemitraan dengan beberapa pemasok dengan nilai agregat alternatif 0.188.

### 1) Merencanakan kebutuhan bahan baku

Alternatif strategi merencanakan kebutuhan bahan baku dilakukan agar jumlah bahan baku yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk proses produksi sesuai dengan jumlah permintaan produk sari apel. Perencanaan kebutuhan bahan baku menjadi suatu hal yang sangat penting dan perlu diperhatikan karena proses produksi sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku agar proses produksi tetap berjalan dengan lancar. Menurut Yamit (1999) terdapat tiga alasan perlunya perencanaan kebutuhan bahan baku bagi perusahaan, yang pertama adalah adanya unsur ketidakpastian permintaan, adanya unsur ketidakpastian pasokan dari *supplier* dan adanya unsur ketidakpastian tenggang waktu pemesanan. Risiko yang terjadi pada KSU Brosem yang berkaitan dengan diantaranya terjadi keterlambatan bahan baku atau ketidaktepatan jadwal pengiriman barang dan apabila dalam menerima permintaan dalam jumlah banyak dengan waktu yang singkat perusahaan kurang mampu mengelola dengan baik, sehingga berpengaruh pada permintaan bahan baku pada pemasok dan berdampak pada harga bahan baku yang fluktuatif. Merencanakan dan meramalkan permintaan dapat menggunakan data penjualan tahun-tahun sebelumnya, dengan melihat data tersebut maka dapat diprediksi waktu yang tepat terjadinya peningkatan sari apel.

### 2) Perbaikan penanganan bahan baku

Perbaikan penanganan bahan baku merupakan alternatif yang dilakukan untuk mengurangi pemborosan atau inefisiensi, sehingga tujuan penanganan bahan adalah untuk mengangkat, memindahkan dan menempatkan bahan baku saat dibutuhkan serta melancarkan proses produksi, agar barang-barang yang dibutuhkan akan didapatkan tepat waktu dan dapat menekan biaya yang dikeluarkan selama proses produksi. Karakteristik buah apel merupakan salah satu yang menjadi dasar diperlukannya perbaikan dalam penanganan bahan baku. Buah merupakan jenis makanan yang mudah rusak, dan memiliki

umur tertentu yang tidak panjang. Penanganan bahan baku diperlukan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan bahan baku sehingga dapat mengurangi pemborosan dalam memenuhi kebutuhan bahan baku serta menghindari permintaan secara mendadak terhadap pemasok karena kekurangan bahan baku yang berdampak pada biaya yang dikeluarkan untuk mendapatkan bahan baku tersebut.

### 3) Menjalin kemitraan dengan beberapa pemasok

Pemasok berperan penting dalam menentukan mutu bahan baku dan biaya bahan baku tersebut. Kemampuan pemasok menyediakan bahan baku tepat waktu akan membantu perusahaan mengurangi tumpukan persediaan sehingga mempermudah dalam penyimpanan bahan baku tersebut. Dalam hal pembiayaan, pemasok biasanya memberikan kemudahan-kemudahan apabila perusahaan rajin melakukan pembelian dan pembayaran tepat waktu yang mempengaruhi biaya sehingga meningkatkan efisiensi perusahaan, terutama dalam jangka menengah dan panjang. Menjalin kemitraan dengan beberapa pemasok merupakan alternatif yang dilakukan agar dapat menjadi perbandingan harga bahan baku dan memenuhi kebutuhan bahan baku karena setiap pemasok biasanya memiliki kebijakan yang berbeda-beda. Selain itu, cuaca mempengaruhi jumlah pertumbuhan buah apel di Kota Batu, dimana buah apel adalah bahan baku yang dibutuhkan oleh banyak industri yang produknya berbahan dasar buah apel. Pada saat musim hujan, dapat mudah merusak buah apel di perkebunan, kemudian buah apel dengan kualitas baik susah didapat oleh pemasok, sehingga buah apel dari pemasok mengalami kenaikan harga untuk perusahaan. Oleh sebab itu, diperlukan menjalin kemitraan dengan beberapa pemasok sebagai perbandingan dan menjaga biaya pengeluaran bahan baku agar tetap stabil.



### 3.5.2.2 Strategi Mitigasi Kriteria Tumpahan Produk Sari Apel

Kriteria tumpahan produk sari apel memiliki beberapa alternatif diantaranya melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala, pelatihan karyawan bagian produksi dan penerapan SOP proses produksi. Setelah didapatkan nilai normalisasi bobot vektor tentunya perlu melakukan agregat untuk alternatif-alternatif kriteria tumpahan produk sari apel dengan mencari nilai rata-rata dari nilai normalisasi bobot vektor agar didapatkan agregat alternatif kriteria tumpahan produk sari apel yang dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

**Tabel 4.9** Nilai Agregat Strategi Kriteria Tumpahan Produk Sari Apel

Kriteria	Alternatif Strategi	Nilai Agregat Alternatif	Rangking
Tumpahan Produk Sari Apel	Melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala	0.310	2
	Pelatihan karyawan bagian proses produksi	0.238	3
	Penerapan SOP proses produksi	0.452	1

Berdasarkan perhitungan agregasi yang dapat dilihat pada **Tabel 4.9** didapatkan nilai agregat alternatif dari kriteria tumpahan produk sari apel. Alternatif rangking pertama sekaligus paling tinggi adalah penerapan SOP proses produksi dengan nilai agregat alternatif 0.452. Alternatif rangking kedua adalah melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala dengan nilai agregat 0.310. Alternatif rangking ketiga sekaligus paling rendah adalah pelatihan karyawan bagian proses produksi dengan nilai agregat alternatif 0.238.

### 1) Penerapan SOP proses produksi

Alternatif strategi penerapan SOP proses produksi dilakukan agar dapat terhindar dari kegagalan atau kesalahan pada saat produksi berlangsung dan tidak menyebabkan kerugian pada perusahaan. Menurut Setiawan, dkk (2011) SOP pada aktivitas produksi akan dijadikan sebagai acuan untuk membuat suatu standar proses pada sistem produksi. Oleh karena itu strategi ini akan membantu untuk menjadi acuan standar proses produksi yang baik agar menghasilkan produk yang berkualitas. Menurut Ahyari (1990), mengatakan bahwa kualitas produksi harus diperhatikan, meskipun penggunaan bahan baku yang sudah baik, tetapi jika kualitas proses tidak mengikuti persyaratan yang telah ditentukan, maka kemungkinan besar kualitas produk akhir tidak memuaskan. Perlu diketahui bahwa proses produksi sari apel Brosem telah memiliki SOP yang diterbitkan pada tahun 2010, namun SOP yang dimiliki tersebut tidak mencakup semua kegiatan proses produksi, hanya beberapa SOP yang dimiliki seperti kegiatan perebusan, pengemasan dan penyimpanan produk jadi.

### 2) Melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala

Alternatif strategi melakukan inspeksi dan perawatan mesin berada pada rangking kedua dalam kriteria tumpahan produk pada strategi mitigasi risiko produksi sari apel Brosem. Inspeksi dan perawatan penting dilakukan untuk menjaga kondisi mesin dalam keadaan optimal ketika dioperasikan. Inspeksi yang dilakukan pada produksi sari apel Brosem yaitu pada bagian luar dan bagian dalam mesin. Inspeksi bagian luar ditujukan untuk mendeteksi kelainan yang terjadi pada mesin yang beroperasi seperti timbul suara tidak normal. Sedangkan inspeksi bagian dalam mesin ditujukan untuk pemeriksaan elemen-elemen mesin yang ada pada bagian dalam mesin. Menurut Silalahi (2008), menyatakan bahwa komponen mesin harus dalam perawatan sehingga meminimasi kerusakan mesin yang berakibat fatal. Kerusakan pada komponen yang tidak terdeteksi selama berlangsungnya proses produksi mampu

mempengaruhi kinerja bahkan mempengaruhi komponen lain yang berhubungan dengan komponen yang bersangkutan.

### 3) Pelatihan karyawan bagian proses produksi

Alternatif strategi pelatihan karyawan bagian proses produksi dilakukan agar meningkatkan kemampuan profesionalisme karyawan. KSU Brosem memberikan pelatihan terkait kegiatan proses produksi, standar operasional proses kegiatan perawatan mesin dan peralatan dan cara mengoperasikannya. Strategi tersebut dilakukan agar karyawan dapat mengenal lebih baik kegiatan proses produksi sari apel Brosem. Pelatihan pada karyawan produksi KSU Brosem dilakukan dengan cara mengajari karyawan bagian produksi mengenai SOP disetiap tahapan proses produksi. Pelatihan karyawan proses produksi diharapkan dapat mengurangi risiko proses produksi yang disebabkan oleh tenaga kerja. Menurut Handoro (2010), pelatihan merupakan suatu proses untuk meningkatkan ketrampilan pengetahuan tenaga kerja. Pelatihan tenaga kerja dilakukan agar tenaga kerja dapat bekerja lebih efektif dan dapat meningkatkan keahlian, ketrampilan dan pengetahuan dalam menjalankan tugasnya. Pelatihan juga dapat meningkatkan tanggung jawab dalam melaksanakan tugas, kerjasama tim lebih kompak, serta loyalitas terhadap perusahaan.

#### **3.5.2.3 Strategi Mitigasi Kriteria Kualitas Produk Tidak Standar**

Kriteria kualitas produk tidak standar memiliki beberapa alternatif diantaranya penerapan SOP proses produksi, melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala, dan menggunakan alat pelindung diri (APD). Setelah didapatkan hasil perhitungan normalisasi bobot vektor dari tiga responden ahli. Setelah didapatkan nilai normalisasi bobot vektor tentunya perlu melakukan agregat untuk alternatif-alternatif kriteria kualitas produk tidak standar dengan mencari nilai rata-rata dari nilai normalisasi bobot vektor agar didapatkan agregat alternatif

kriteria kualitas produk tidak standar yang dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

**Tabel 4.10** Nilai Agregat Strategi Kriteria Kualitas Produk Tidak Standar

Kriteria	Alternatif Strategi	Nilai Agregat Alternatif	Rangking
Kualitas Produk Tidak Standar	Penerapan SOP proses produksi	0.284	2
	Melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala	0.130	3
	Menggunakan alat pelindung diri	0.543	1

Berdasarkan perhitungan agregasi yang dapat dilihat pada **Tabel 4.10** didapatkan nilai agregat alternatif dari kriteria kualitas produk tidak standar. Alternatif rangking pertama sekaligus paling tinggi adalah menggunakan alat pelindung diri dengan nilai agregat 0.543. Alternatif rangking kedua adalah penerapan SOP proses produksi dengan nilai agregat alternatif 0.284. Alternatif rangking ketiga sekaligus paling rendah adalah melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala dengan nilai agregat alternatif 0.130.

1) Menggunakan alat pelindung diri

Alternatif strategi menggunakan alat pelindung diri berada pada rangking pertama dalam kriteria kualitas produk tidak standar pada strategi mitigasi risiko produksi sari apel Brosem. Alat pelindung diri (APD) merupakan seperangkat alat yang digunakan oleh tenaga kerja untuk melindungi seluruh atau sebagian tubuhnya terhadap kemungkinan adanya potensi bahaya atau kecelakaan kerja. APD diterapkan pada standar operasional prosedur produksi sari apel Brosem. Namun pada kenyataannya di KSU Brosem, sebagian besar tenaga kerja tidak menerapkan apa yang seharusnya dilakukan sesuai

dengan standar operasional prosedur. Selain dapat melindungi tenaga kerja dari bahaya dan kecelakaan kerja, APD juga dapat mencegah adanya kontaminasi dari tenaga kerja ke bahan maupun produk ketika proses produksi. Kontaminasi yang terjadi pada sari apel Brosem dapat menyebabkan timbulnya risiko kualitas produk menjadi tidak sesuai dengan standar.

## 2) Penerapan SOP proses produksi

Alternatif strategi penerapan SOP proses produksi berada pada rangking kedua dalam kriteria kualitas produk tidak standar pada strategi mitigasi risiko produksi sari apel Brosem. Menjaga kualitas produk saat proses produksi sangatlah penting. Penerapan SOP pada proses produksi dapat mendukung terjaganya kualitas produk yang akan dihasilkan, karena bertujuan untuk menghindari kegagalan atau kesalahan pada saat proses produksi berlangsung. SOP pada aktivitas produksi akan dijadikan sebagai acuan untuk membuat suatu standar proses pada sistem produksi (Setiawan dkk, 2011). Oleh karena itu strategi ini dapat membuat standar prosedur yang baik untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh KSU Brosem.

## 3) Melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala

Alternatif strategi melakukan inspeksi dan perawatan penting dilakukan untuk menjaga kondisi mesin dalam keadaan optimal ketika dioperasikan. Inspeksi yang dilakukan pada produksi sari apel Brosem yaitu pada bagian luar dan bagian dalam mesin. Inspeksi bagian luar ditujukan untuk mendeteksi kelainan yang terjadi pada mesin yang beroperasi seperti timbul suara tidak normal. Sedangkan inspeksi bagian dalam mesin ditujukan untuk pemeriksaan elemen-elemen mesin yang ada pada bagian dalam mesin. Menurut Silalahi (2008), menyatakan bahwa komponen mesin harus dalam perawatan sehingga meminimasi kerusakan mesin yang berakibat fatal. Kerusakan pada komponen yang tidak terdeteksi selama berlangsungnya proses produksi mampu mempengaruhi kinerja bahkan

mempengaruhi komponen lain yang berhubungan dengan komponen yang bersangkutan.

### **3.6 Implikasi Manajerial Risiko Produksi Sari Apel**

Berdasarkan hasil pembahasan mengenai strategi risiko proses produksi sari apel diperoleh beberapa alternatif yang memiliki bobot tertinggi. Alternatif yang memiliki bobot tertinggi berarti responden ahli menganggap strategi tersebut dijelaskan untuk diterapkan di perusahaan. Penelitian ini terdapat 9 alternatif strategi yang dikelompokkan dalam 3 risiko, yaitu harga bahan baku fluktuatif, tumpahan produk sari apel dan kualitas produk tidak standar. Alternatif merupakan perbaikan pada 3 risiko prioritas yang disusun berdasarkan pembobotan *fuzzy AHP*.

1) Risiko pertama adalah tumpahan produk pada sari apel. Perbaikan dilakukan dengan menerapkan SOP proses produksi dengan memberi pelatihan dan peringatan mengenai pentingnya SOP sebagai standarisasi cara yang dilakukan karyawan dalam menyelesaikan pekerjaan, cara penggunaan peralatan dan pengoperasian mesin di setiap tahapan proses produksi serta mengurangi tingkat kesalahan dan kelalaian yang mungkin dilakukan karyawan yang dapat mencegah tumpahnya produk sari apel yang dapat menurunkan jumlah produk jadi. Kemudian melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala dengan melakukan pengecekan dan pergantian komponen mesin *filling* dan mesin *sealing* secara rutin. Upaya ini penting dilakukan dengan tujuan mesin dapat selalu beroperasi dengan baik, ketika melakukan proses produksi. Perbaikan selanjutnya adalah pelatihan karyawan bagian proses produksi dilakukan agar karyawan lebih ahli dan terampil dalam menjalankan pekerjaan, meningkatkan efisiensi dan efektivitas kerja dan meningkatkan mutu hasil kerja. Upaya yang dilakukan untuk pelatihan karyawan adalah mengadakan evaluasi dan penilaian kinerja karyawan minimal setiap satu tahun sekali pada tahapan proses produksi. Kinerja karyawan diartikan

sebagai suatu tingkatan dimana karyawan memenuhi atau mencapai persyaratan kerja yang telah ditentukan.

2) Risiko kedua adalah harga bahan baku fluktuatif. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah merencanakan kebutuhan bahan baku dengan melakukan pengelolaan persediaan dan penjadwalan untuk memenuhi kebutuhan proses produksi. Upaya lain dalam merencanakan kebutuhan bahan baku yaitu dengan meramalkan jumlah permintaan atau produksi untuk waktu yang akan datang. Perbaikan penanganan bahan baku dilakukan agar mengurangi pemborosan atau inefisiensi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tujuan penanganan bahan adalah untuk mengangkat, memindahkan dan menempatkan material saat dibutuhkan serta untuk meperlancar proses produksi agar dapat diselesaikan tepat pada waktunya, selain itu untuk menekan biaya yang dikeluarkan selama proses produksi. Upaya yang dilakukan dalam perbaikan penanganan bahan adalah memperhatikan karakteristik buah apel yang tidak memiliki daya tahan terhadap benturan atau tekanan yang besar yang dapat menyebabkan rusaknya buah apel. Karakteristik buah apel tersebut dapat menentukan sistem penyimpanan bahan yang seharusnya tidak dilakukan dengan penumpukan wadah terhadap buah apel. Perbaikan selanjutnya adalah menjalin kemitraan dengan beberapa pemasok menjadi cara untuk mendapatkan pilihan bahan baku sesuai dengan harga dan kualitas yang dipilih.

3) Risiko ketiga adalah kualitas produk tidak sesuai standar. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah menggunakan alat pelindung diri, dimana dalam KSU Brosem telah memberlakukan tata tertib untuk karyawan berupa kewajiban untuk menggunakan penutup rambut, masker, celemek dan sarung tangan. Namun pada keseharian karyawan produksi tidak mengenakan beberapa alat pelindung diri tersebut. Upaya yang dapat dilakukan untuk mendisiplinkan karyawan adalah dengan melakukan pengawasan dan memberi peringatan agar

mencegah karyawan menganggap remeh dan lalai dalam peraturan perusahaan. Perbaikan selanjutnya adalah penerapan SOP proses produksi dilakukan dengan memberi pelatihan dan peringatan mengenai adanya SOP sebagai standarisasi cara yang dilakukan karyawan dalam menyelesaikan pekerjaan, selain itu mengurangi tingkat kesalahan dan kelalaian yang mungkin dilakukan karyawan yang dapat mencegah produk sari apel tidak standar. Melakukan inspeksi dan perawatan mesin secara berkala terutama pada mesin *filling* dan mesin *sealing* sehingga mampu mencegah tumpahan produk sari apel. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga mesin selalu beroperasi dengan baik adalah melakukan perawatan preventif berupa pengecekan dan pergantian komponen secara berkala. Upaya ini penting dilakukan dengan tujuan mesin dapat selalu beroperasi dengan baik dan menjaga kualitas produk agar sesuai dengan standar.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 1.1 Kesimpulan

1. Pada proses pengidentifikasian risiko produksi sari apel Brosem terdapat 13 risiko yaitu pada variabel bahan baku antara lain keterlambatan penerimaan bahan baku, harga bahan baku fluktuatif, bahan baku rusak saat disimpan, dan kekurangan bahan baku utama. Pada variabel proses produksi terdapat kesalahan pengambilan bahan baku, komposisi bahan kurang konsisten, kerusakan mesin *sealing*, kerusakan mesin *filling*, dan tumpahan produk sari apel serta kontaminasi debu, rambut dan benda asing. Pada variabel produk terdapat risiko kualitas produk tidak sesuai standar, kemasan primer bocor dan produk rusak di Gudang.
2. Hasil pengukuran dan penilaian risiko produksi sari apel Brosem menggunakan metode *fuzzy* FMEA didapatkan risiko tertinggi pada masing-masing variabel. Risiko pada variabel bahan baku adalah harga bahan baku fluktuatif, risiko pada variabel proses produksi adalah tumpahan produk sari apel, dan risiko pada variabel produk adalah kualitas produk tidak standar.
3. Berdasarkan perhitungan metode *fuzzy* AHP diperoleh beberapa alternatif strategi yang diprioritaskan dalam memitigasi risiko. Alternatif strategi mitigasi dari risiko harga bahan baku fluktuatif yang menjadi prioritas adalah merencanakan kebutuhan bahan baku. Pada risiko tumpahan produk sari apel yang menjadi prioritas adalah menerapkan SOP proses produksi, dan pada risiko kualitas produk tidak standar yang menjadi prioritas adalah menggunakan alat pelindung diri.

## **1.2 Saran**

Penelitian ini memiliki beberapa saran perbaikan dan rekomendasi bagi perusahaan antara lain:

1. KSU Brosem diharapkan dapat membuat dan menerapkan SOP produksi sebagai standar kerja karyawan untuk mengurangi tingkat kesalahan yang dapat menimbulkan kerugian.
2. KSU Brosem diharapkan dapat melakukan pengelolaan persediaan dan penjadwalan kebutuhan bahan baku untuk menekan biaya yang dikeluarkan memenuhi kebutuhan bahan baku.
3. KSU Brosem harus lebih tegas dalam memberlakukan peraturan untuk karyawan perihal alat pelindung diri yang seharusnya dikenakan saat kegiatan proses produksi dalam upaya menjaga kualitas produk agar sesuai standar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, T. G. A. F., Gandhiadi, G. K., Nilakusumawati, D. P. E. 2016. **Penerapan Metode Fuzzy AHP dalam Penentuan Sektor yang Berpengaruh terhadap Perekonomian Provinsi Bali.** Jurnal Matematika 5(1): 59-66
- Ahyari, A. 1990. **Manajemen Produksi, Pengendalian Produksi.** BPFE. Yogyakarta
- Alijoyo, A. 2006. **Enterprise Risk Management.** Ray Indonesia. Jakarta
- Anonim. 2015. **Statistik Daerah Kota Batu 2016.** Dilihat 13 Maret 2018. <https://batukota.bps.go.id/website/pdf/publikasi/Statistik-Daerah-Kota-Batu-2016.pdf>
- Anonim. 2016. **Produksi Apel Kota Batu 2013-2015.** Dinas Pertanian. Batu
- Anshori, Y. 2012. **Pendekatan Triangular Fuzzy Number dalam Metode Analytic Hierarchy Process.** Jurnal Ilmiah Foristek 2(1):126-136
- Ayhan, M.B. 2013. **A Fuzzy AHP Approach for Supplier Selection Problem: A Case Study in a Gearmotor Company.** International Journal of Managing Value and Supply Chains 4(3): 16-21
- Basyaib, F. 2007. **Manajemen Risiko.** Grasindo. Jakarta
- Chairunnisa, T. L. T. 2013. **Analisis Pengaruh Faktor Produksi Terhadap Produksi Crude Palm Oil (CPO) pada Perseroan Perkebunan Nusantara (PTPN) III Kebun Sei Daun Labuhan Batu.** Jurnal e-maksi Harapan 1(11): 67-77
- Chavez, M., Beretsen, P., and Oudelansink, A. 2012. **Assesment of Criteria and Farming Activities for Tobacco Diversivication Using the Analytical Hierarchical Process (AHP) Technique.** Agricultural Systems 111: 53-62

- Darmanto, E., Latifah, N., dan Susanti, N. 2014. **Penerapan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) untuk Menentukan Kualitas Gula Tumbu.** Jurnal Simetris 5: 83-88
- Darmawan, A. 2011. **Perancangan Pengukuran Risiko Operasional pada Perusahaan Pembiayaan dengan Metode *Risk Breakdown Structure* dan *Analytic Network Process*.** Universitas Indonesia. Jakarta
- Evans, J.R., dan Lindsay, W.M. 2007. **Pengantar Six Sigma.** Salemba Empat. Jakarta
- Fahmi, I. 2005. **Manajemen Risiko.** Alfabeta. Bandung
- Fuad, M., Christine H., Nurlela, Sugiarto, Paulus, Y.E.F. 2006. **Pengantar Bisnis.** PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Gaspersz, V. 2002. **Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001: 2000, MBNQA, dan HACCP.** PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Gupta, G., Sahu, V.K., and Khandelwal, A.K. 2014. ***Risk in Supply Chain Management and its Mitigation.*** IOSR Journal Engineering 4(1): 42-50
- Hanafi, M. 2009. **Manajemen Risiko.** UPP Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN. Yogyakarta
- Handayani, D.I. 2014. **Risiko Rantai Pasok Minuman Sari Apel dalam Perspektif Sistem *Traceability*.** Jurnal Teknik Industri 1(2): 57-68
- Handoko. 2013. **Manajemen Personalia dan Sumber Daya Manusia.** BPF. Yogyakarta
- Hariri, R., Astuti, R., dan Ikasari, D.M. 2013. **Penerapan Metode *Six Sigma* Sebagai Upaya Perbaikan Untuk Mengurangi *Pack Deffect* Susu Greenfields (Studi Kasus Pada PT Greenfield, Malang).** Jurnal Teknologi Pertanian 14(2): 147-148
- Hartanto, D.P.O., Effendi, U., dan Putri, S.A. 2014. **Analisis Pengendalian Kualitas Proses *Sealing* dengan Pendekatan Metode *Six Sigma* (Studi Kasus di KSU**

- Brosem Malang).** Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri 2(6): 88-96
- Heizer, J., dan Render, B. 2006. **Manajemen Operasi.** Salemba. Jakarta
- Herjanto, E. 2009. **Sains Manajemen: Analisis Kuantitatif untuk Pengambilan Keputusan.** Grasindo. Jakarta
- Iqbal, M., Laili M., dan Nanang Y.S. 2013. **Penggunaan *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA)* Dalam Mengidentifikasi Risiko Kegagalan Proses Pemasangan dan Perbaikan AC.** Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer 7(2): 1-6
- Irawan, J.P., Santoso, I., Mustaniroh, S.A. 2017. **Model Analisis dan Strategi Mitigasi Risiko Produksi Keripik Tempe.** Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri 2(6): 88-96
- Irawan, R., dan Winiarti, S. 2015. **Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lokasi dan Evaluasi Lokasi Pemasaran Produk (Gula) Menggunakan Metode AHP (Studi Kasus: PT. Madurabaru).** Jurnal Informatika 2(9): 1079-1087
- Kinanthi, L., Nasir, W.S., dan Rahmi, Y. 2015. **Analisis Risiko Pengadaan Bahan Baku Menggunakan Metode *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA)* (Studi Kasus PR: Adi Bungsu Malang).** Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri 3(5): 1-11
- Khurniyati, M.I, dan Estiasih, T. 2015. **Pengaruh Konsentrasi Natrium Benzoat dan Kondisi Pasteurisasi (Suhu dan Waktu) Terhadap Karakteristik Minuman Sari Apel Berbagai Varietas.** Jurnal Pangan dan Agroindustri 3(2): 523-525
- Kouvelis, P., Dong, L., Boyabatli, O., and Li, R. 2012. ***Handbook of Integrated Risk Management in Global Supply Chains.*** A John Wiley and Sons Inc. Canada
- Kurniawan, R.F. 2014. **Khasiat dan Manfaat Dahsyatnya Kulit Apel.** Healthy Books. Surabaya

- Kusrini. 2007. **Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan**. Andi Offset. Yogyakarta
- Lipol, L.S., dan Haq, J. 2011. **Risk Analysis Method: FMEA/FMECA In the Organizations**. *International Journal of Basic and Applied Sciences IJBAS-IJENS* 11(5): 74-75
- Marimin. 2004. **Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk**. Grasindo. Jakarta
- Nadia, V., Dewi, D.R.S. dan Sianto, M.E. 2010. **Pemjadwalan Produksi dan Perencanaan Persediaan Bahan Baku di PT. Wahana Lentera Raya**. *Jurnal Wisya Teknik* 2(9): 179-192
- Nasution, S. 2014. **Identifikasi dan Evaluasi Risiko Menggunakan Fuzzy FMEA pada Rantai Pasok Agroindustri Udag**. *Jurnal Riset Industri* 8(2)
- Nisfiannoor, M. 2009. **Pendekatan Statistika Modern Ilmu Sosial**. Salemba Humanika. Jakarta
- Oktalisa, P., Matondang, N dan Ishak, A. 2013. **Perencanaan Sistem Perawatan Mesin dengan Pendekatan Reliability Engineering dan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) Pada PT. XXX**. *Jurnal Teknik Industri FT USU* 1(3): 52-56
- Permana, A.D. 2013. **Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Fuzzy Analytical Hierarchy Process untuk Kelayakan Kredit Rumah**. Skripsi. Universitas Dian Nuswantoro Semarang
- Prasetya, H dan Lukiastuti, F. 2009. **Manajemen Operasi**. MedPress. Yogyakarta
- Pujawan, I Nyoman, dan Geraldin. 2009. **House of Risk: A model for proactive supply chain risk management**. *Business Process Management Journal* 6(15)
- Puspitasari, N.B. 2014. **Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Risiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT Asaputex Jaya Tegal)**. *Jurnal Teknik Industri* 2(9): 96

- Rahadi, H. 2008. **Agribisnis Tanaman Buah**. Penebar Swadaya. Jakarta
- Rosalin, D.A., Setyanto, N.W., dan Hamdala, I. 2015. **Analisa Aspek Bauran Pemasaran dan Lingkungan Bisnis dengan Menerapkan Analisis Multivariat**. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri 5(3): 952-964
- Raharjo, S., dan Sutapa, I. 2002. **Aplikasi Fuzzy Analytical Hierarchy Process dalam Seleksi Karyawan**. Jurnal Teknik Industri 4(2): 82-92
- Sa'adah, L.I.N, dan Estiasih, T. 2015. **Karakterisasi Minuman Sari Apel Produksi Skala Mikro dan Kecil di Kota Batu**. Jurnal Pangan dan Agroindustri 2(3): 374-380
- Saaty, T.L., dan Vargas, L.G. 2012. **Models, Methods, Concept and Applications of the Analytic Hierarchy Process**. Springer Science and Business Media. New York
- Sandhyavritri, A., dan Saputra, N. 2013. **Analisis Risiko Jalan Tol Tahap Pra Konstruksi (Studi Kasus Jalan Tol Pekanbaru-Dumai)**. Jurnal Teknik Sipil 1(9): 1-19
- Santoso, I., Rahmatin, N., Indriani, C., Rahayu, S., Widyaningtyas, S. 2018. **Integration of the Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA) and the analytical Network Process (ANP) in Marketing Risk Analysis and Mitigation**. International Journal of Technology 9(4): 809-818
- Santoso, S. 2007. **Total Quality Management (TQM) dan Six Sigma**. Elex Media Komputindo. Jakarta
- Sarinah dan Taufik, D. 2015. **Analisis Strategi Penanganan Risiko Kekurangan Pasokan Pada Industri Pengolahan Rumput Laut: Studi Kasus di Sulawesi Selatan**. Jurnal Agritech 35(2): 223-233
- Septani, W., Syamsul M., dan Yandra A. 2012. **Manajemen Risiko Inovasi Produk Olahan Susu Sapi Berdasarkan Tahapan Proses Manajemen Inovasi**. Jurnal Teknik Industri (2):169-178

- Setiawan, A. 2009. **Implementasi Aplikasi *Decision Support System* dengan Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* untuk Penentuan Jenis Supplier.** Jurnal Gaung Informatika (2): 93
- Setiawan, B., Wessiani, N.A., dan Andrian, Y. 2011. **Perencanaan SOP dan Biaya Standar untuk Melihat Pencapaian Target Perusahaan terhadap Rencana Kerja Tahunan (RKT) HPH di PT X.** Dilihat 27 Mei 2018. <<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-16677-Paper-pdf>>
- Suswinarno. 2013. **Mengantisipasi Risiko dalam Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah.** Visimedia. Jakarta
- Sutrida, Y. 2007. **Khasiat dan Manfaat Apel.** Agromedia Pustaka. Jakarta
- Tattam, D. 2011. ***A Short Guide to Operational Risk.*** Gower Publishing. England
- Utama, D. N. 2017. **Sistem Penunjang Keputusan.** Garudhawaca. Yogyakarta
- Wang, Y. M., Kwai S. C., Gary K.K. 2009. ***Risk Evaluation in Failure Mode and Effect Effects Analysis Using Fuzzy Weighted Geometric Mean.*** *Journal Expert Systems with Application* 36: 1195-1207
- Widaningrum dan Winarti, C. 2007. **Studi Penerapan HACCP Pada Produksi Sari Buah Apel.** Jurnal Standarisasi 3(9): 94-105
- Wu, T. dan Blachurst, J. 2009. ***Managing Supply Chain Risk and Vulnerability: Tools and Method for Supply Chain Decision Makers.*** Springer. New York
- Yamit, Z. 1999. **Manajemen Persediaan.** BPFE. Yogyakarta
- Yasa, W., Dharma, S. dan Sudipta, K. 2013. **Manajemen Risiko Operasional dan Pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Regional Bangli Di Kabupaten Bangli.** Jurnal Spektran 1(2): 30-38
- Yulianti, S., Irlansyah, Junaedi, E., dan Mufatis, W. 2007. **Khasiat dan Manfaat Apel.** Agromedia Pustaka. Jakarta
- Zain, A. 2008. **Jejak Bisnis Khadijah.** Penerbit Hikmah. Jakarta