

## UPAYA MENINGKATKAN PENGENDALIAN KUALITAS KEAMANAN PANGAN UKM MELALUI PENERAPAN PRINSIP *HAZARD ANALYSIS & CRITICAL CONTROL POINTS* (HACCP)

<sup>1</sup>Puti Renosori, <sup>2</sup>Rakhmat Ceha, dan <sup>3</sup>Rima Utari

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

<sup>2,3</sup> Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Bandung, Jl. Purnawarman No. 63 Bandung 40116

e-mail: [putirenosori@yahoo.co.id](mailto:putirenosori@yahoo.co.id), [rceha@yahoo.com](mailto:rceha@yahoo.com), [riema\\_tari@yahoo.co.id](mailto:riema_tari@yahoo.co.id)

**Abstrak.** Pesatnya perkembangan usaha makanan mendorong pelakunya untuk menjaga dan menghasilkan kualitas produk makanan yang lebih baik, dan aman dikonsumsi. Salah satu cara untuk menjamin keamanan pangan yaitu dengan menerapkan Metode Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) yang merupakan sistem manajemen keamanan pangan telah diakui oleh dunia internasional, karena mempunyai tujuan dan tahapan jelas, serta mampu melakukan pencegahan dan pemecahan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan. Penerapan prinsip HACCP tidak hanya cocok diterapkan pada industri makanan yang besar, tetapi dapat diterapkan pada usaha-usaha makanan skala kecil dan menengah, karena itu studi kasus akan dilaksanakan di RM. Kepiting Tambora dimana salah satu menu andalannya adalah Kepiting Saos Tambora. Penelitian dilakukan dengan menggambarkan aliran proses dengan menggunakan diagram alir. Dengan diagram alir tersebut maka potensi bahaya dapat diidentifikasi sehingga dapat ditentukan tindakan perbaikan yang tepat berupa pengawasan sanitasi pekerja, lingkungan maupun peralatan produksi baik sebelum maupun sesudah bekerja serta pengawasan prosedur produksi yang tepat. Selanjutnya seluruh penerapan metoda HACCP ini harus didokumentasikan agar dapat dijadikan standar baku perusahaan. proses verifikasi sangat penting untuk dilakukan agar dapat mengetahui efektifitas penerapan HACCP. Penerapan HACCP yang sesuai diharapkan akan meningkatkan kualitas dan keamanan pangan.

**Kata kunci:** HACCP, Sanitasi, Keamanan pangan

### 1. Pendahuluan

Meningkatnya jumlah perempuan yang bekerja di luar rumah dan perubahan gaya hidup menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan pangan siap santap. Karena itu bidang usaha yang bergelut dalam dunia makanan atau sering disebut dengan istilah kuliner adalah bidang usaha yang berkembang pesat. Walaupun permintaan konsumen meningkat, tingkat persaingan pada bidang usaha ini sangat ketat karena banyaknya usaha makanan baru yang bermunculan. Hal itu mendorong semua yang bergerak dalam usaha ini untuk selalu berusaha menghasilkan produk yang lebih baik dan aman untuk dikonsumsi dibandingkan pesaing.

Salah satu cara untuk menjamin keamanan produk yang akan dipasarkan yaitu dengan menggunakan sistem pengendalian kualitas keamanan pangan yang mempunyai tujuan dan tahapan jelas, yaitu metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Metoda HACCP menurut definisi yang dikemukakan oleh BSN (1998) yaitu: "Suatu sistem yang mengidentifikasi, mengevaluasi dan mengendalikan bahaya yang

nyata bagi keamanan pangan”. Sistem HACCP melakukan analisis dan pengendalian secara seksama terhadap bahaya atau risiko biologis, kimia dan fisik dari bahan baku produksi, pengadaan dan penanganan dalam manufaktur, distribusi dan konsumsi dari produk akhir. sehingga diharapkan perusahaan dapat mencegah terjadinya bahaya sebelum makanan sampai pada konsumen.

Metoda HACCP adalah metoda pengendalian kualitas pangan yang telah diakui oleh dunia internasional. Penerapan metoda terutama prinsip dasarnya bukan hanya cocok untuk perusahaan besar saja tetapi juga pada usaha makanan kecil dan menengah (UKM). *International Commission On Microbiological Specification For Food* (IC MSF) tahun 1998 menjelaskan konsep HACCP dapat dan harus diterapkan pada seluruh mata rantai produksi makanan yaitu industri pangan produksi makanan katering atau jasa boga, makanan untuk hotel dan restoran, bahkan dalam pembuatan makanan jajanan. Penerapan metode ini, dapat mengurangi resiko bahaya dalam kegiatan produksi sehingga produk yang dihasilkan lebih terjamin mutu dan keamanannya. Selain itu, kepercayaan konsumen akan timbul terhadap keamanan pangan produk yang dikonsumsi, sehingga dapat meningkatkan penjualan produk.

Dalam pelaksanaannya, yang paling awal harus dipenuhi adalah penerapan SSOP (*Sanitation Standard Operating Procedure*) atau Standar Prosedur Operasi Sanitasi (SPOS). Prosedur sanitasi *Sanitation Standard Operating Procedure* (SSOP) merupakan suatu prosedur yang harus dilakukan perusahaan dalam menjamin kebersihan di setiap lini produksinya.

Studi kasus penerapan prinsip dasar metoda HACCP akan dilaksanakan di Rumah Makan (RM) Kepiting Tambora dengan menu andalannya Kepiting Saos Tambora. Pada saat ini RM Kepiting Tambora merencanakan membuka cabang RM untuk meningkatkan omzet penjualan. Pada penelitian awal dapat disimpulkan penerapan sanitasi di RM. Kepiting Tambora telah dilakukan sesuai dengan tahapan pada SSOP yang ada walaupun belum ada pendokumentasian secara tertulis. Maka untuk meningkatkan pengendalian kualitas dan pengendalian keamanan pangan dari produk yang dihasilkan perusahaan setuju untuk menerapkannya metoda HACCP.

Dari uraian diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah mengusulkan penerapan 7 prinsip HACCP, dengan cara menggunakan diagram alir untuk menggambarkan aliran proses pembuatan Kepiting Saos Tambora, sehingga dapat mengidentifikasi bahaya-bahaya potensial keamanan produk makanan, Dilanjutkan dengan menentukan kriteria batas-batas kritis untuk setiap Titik Kendali Kritis (TKK) , memberikan usulan tindakan perbaikan dan menetapkan anggota tim yang harus bertanggung jawab. Terakhir mendokumentasikan seluruh penerapan metoda HACCP , sehingga dapat dijadikan acuan / standar baku untuk proses produksi selanjutnya.

## 2. Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian yang telah dipaparkan, maka dilakukan pengumpulan data untuk masalah yang diteliti. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung terhadap jalannya aktivitas perusahaan, wawancara dengan pihak-pihak terkait dan studi literatur. Penelitian dilakukan dengan cara mengamati seluruh proses pembuatan Kepiting Saos Tambora. Pengamatan yang dilakukan dimulai dari penerimaan bahan baku, proses penyimpanan bahan baku, proses pembuatan produk, hingga proses akhir yaitu penyajian produk. Setiap tahapan proses yang dilakukan sangat mempengaruhi dalam melakukan analisis terhadap bahaya dan

potensi bahaya yang terjadi. Data-data yang dikumpulkan adalah semua bahan yang diperlukan baik bahan baku maupun tambahan, proses produksi, sistem pengelolaan kualitas dan keamanan pangan dan kebijakan-kebijakan kualitas yang ada.

Setelah ditetapkan tujuan penelitian dan pengumpulan data maka tahapan penelitian selanjutnya mengacu pada tahapan yang terdapat didalam metode penerapan HACCP yaitu 5 langkah awal dan 7 prinsip HACCP. Dua belas langkah pedoman penerapan HACCP ini telah diadopsi oleh Badan Standarisasi Nasional.

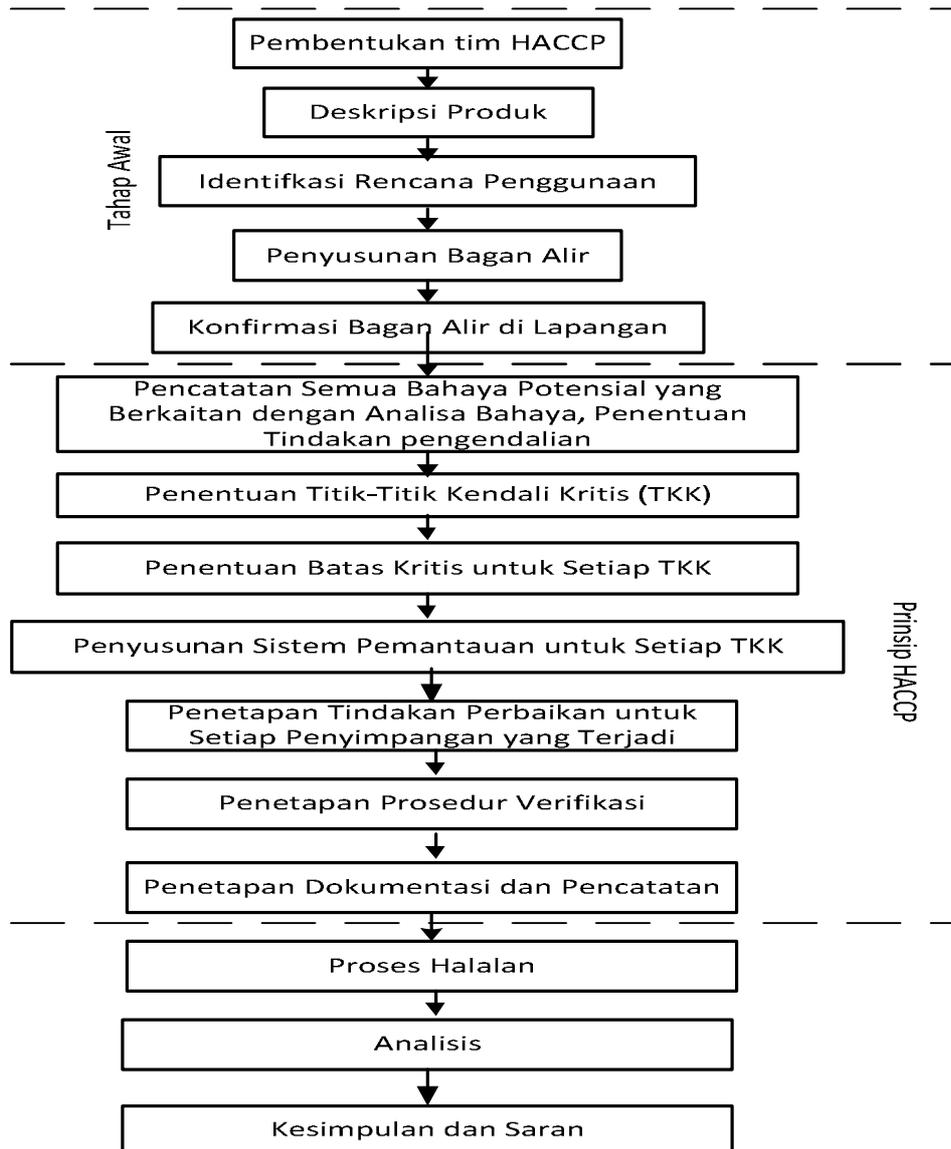
Lima langkah awal penerapan HACCP (Thaheer, 2005) yaitu :

- 1) Membentuk tim HACCP.  
Tim HACCP adalah kelompok orang di dalam perusahaan yang bertugas untuk merancang, menerapkan, dan mengendalikan sistem HACCP, yang merupakan perwakilan dari seluruh bagian yang ada di dalam perusahaan.
- 2) Mendeskripsikan produk.  
Merupakan perincian informasi lengkap mengenai produk yang berisi tentang komposisi, pengemasan, kondisi penyimpanan, daya tahan, cara pendistribusian, cara penyajian, dan berbagai informasi umum lainnya.
- 3) Mengidentifikasi rencana penggunaan.  
Mengidentifikasi sasaran konsumen, karena analisis risiko tingkat bahaya suatu produk akan berkaitan dengan sasaran konsumennya.
- 4) Membuat bagan alir/diagram alir.  
Bagan alir memuat semua tahapan di dalam operasional produksi sehingga mampu menggambarkan kondisi nyata proses produksi.
- 5) Mengkonfirmasi bagan alir di lapangan.  
Bagan alir yang dibuat perlu dievaluasi dan dipastikan melalui pengamatan langsung dan dilakukan pemeriksaan ke dalam setiap proses dengan sangat hati-hati dan teliti.

Setelah kelima tugas awal diselesaikan, maka tim HACCP dapat menerapkan tujuh prinsip HACCP dengan tahapan sebagai berikut (Thaheer, 2005):

- Prinsip 1 : berkaitan dengan analisa bahaya.
- Prinsip 2 : menentukan Titik Kendali Kritis (TKK).
- Prinsip 3 : menetapkan batas kritis (*critical limits*) pada tiap TKK.
- Prinsip 4 : menetapkan sistem pemantauan dan pengendalian TKK.
- Prinsip 5 : menetapkan tindakan perbaikan yang dilakukan jika hasil pemantauan menunjukkan bahwa suatu titik kendali kritis tertentu tidak dapat terkendali.
- Prinsip 6 : menetapkan prosedur verifikasi untuk memastikan bahwa sistem HACCP bekerja secara efektif.
- Prinsip 7 : Penetapan dokumentasi mengenai semua prosedur dan catatan yang sesuai dengan prinsip-prinsip dan penerapannya.

Tahapan metodologi penelitian yang dilakukan, secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan metodologi penelitian

### 3. Studi Kasus

Penelitian dilakukan dengan cara mengamati seluruh proses pembuatan Kepiting Saos Tambora di RM. Kepiting Tambora. Sebelum diterapkan system HACCP, dilakukan analisa penerapan *Standard Sanitation Operation Procedures (SSOP)* yang sudah dilakukan perusahaan mulai dari kebijakan perusahaan, tahapan kegiatan sanitasi, petugas yang bertanggung jawab melakukan sanitasi, cara pemantauan, sampai cara pendokumentasiannya. Program sanitasi yang meliputi keamanan air, kebersihan permukaan yang kontak dengan makanan, pencegahan kontaminasi silang, kebersihan pekerja, pencegahan atau perlindungan dari *adulterasi*, pelabelan dan penyimpanan yang tepat, pengendalian kesehatan karyawan, dan pemberantasan hama sudah dilakukan hanya belum ada pendokumentasiannya

### 3.1 Tahapan Awal Penerapan *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP)

Beberapa tindakan awal dalam penerapan HACCP adalah usulan pembentukan Tim HACCP, pendeskripsian produk, identifikasi rencana penggunaan, menyusun diagram alir, serta menkonfirmasi diagram alir. Deskripsi produk dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Deskripsi Produk**

Deskripsi	Uraian
Komposisi	Kepiting, telur, gula merah, jahe, daun sere, daun jeruk, cabai merah, cabai keriting, bawang bombay, bawang merah, bawang putih, tepung maizena, gula, garam, masako & saos tiram.
Karakteristik Produk Akhir	Kepiting Saos Tambora
Pengemasan Sekunder	Box Kemasan yang terbuat dari dus dan bahan plastik tahan panas untuk produk yang dibawa pulang.
Daya Tahan	±2 hari, simpan dalam lemari pendingin untuk produk yang dibawa pulang.
Metode Pendistribusian	<i>Strategy Place</i>
Sertifikat MUI	LPPOM: MUI- 10160000020510

### 3.2 Tujuh Prinsip Penerapan HACCP

#### Penerapan 7 Prinsip HACCP yaitu :

- **Identifikasi Potensi Bahaya**

Dilakukan dengan cara membuat daftar bahaya yang mungkin terdapat pada tiap tahapan dari produksi. Hasil analisis potensi bahaya pada setiap tahapan proses mulai dari penerimaan bahan baku, proses pengolahan, sampai penyajian hidangan, terdapat 27 potensi bahaya. Untuk setiap potensi bahaya tersebut diidentifikasi bahaya fisik, kimia dan biologi yang dapat menyebabkan pangan menjadi tidak aman untuk dikonsumsi manusia. selanjutnya diidentifikasi penyebab bahaya, serta upaya pengendalian yang dilakukan. Contoh hasil identifikasi potensi bahaya dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Contoh Identifikasi Bahaya**

Tahapan proses	Bahaya potensial	Penyebab bahaya	Upaya pengendalian
<b>Bahan baku</b>			
Penerimaan Kepiting	• Biologis	Pertumbuhan <i>Vibrio parahaemolyticus</i> jika kepiting disimpan > 24 jam	kepiting harus dikontrol ± 1 jam sekali dan diberi air agar tetap segar
	• Kimia	Tidak ada	Tidak ada
	• Fisik	Tidak ada	Tidak ada

- **Penentuan Titik Kendali Kritis (TKK)**

Tahapan selanjutnya adalah menganalisa setiap potensi bahaya yang teridentifikasi, dan kemudian menilainya apakah sebagai TKK atau tidak. Suatu titik kendali kritis (TKK) didefinisikan sebagai suatu tahap pengendalian untuk mencegah, menghilangkan, atau menurunkan suatu bahaya keamanan dan produk menuju suatu tingkat yang dapat diterima. Proses identifikasi TKK yang dibantu oleh 4

pertanyaan dalam pohon keputusan menetapkan. Penentuan TKK dapat dibantu dengan pohon keputusan, yaitu 4 pertanyaan yaitu:

- Q1 : Apakah ada upaya pengendalian potensi bahaya yang teridentifikasi?  
 Q2 : Apakah tahapan ini/proses yang dikaji secara khusus dirancang untuk menghilangkan/ mengurangi kemungkinan keberadaan suatu potensi bahaya hingga ke tingkat yang dapat diterima?  
 Q3 : Dapatkah kontaminasi dengan potensi bahaya yang teridentifikasi muncul melebihi konsentrasi yang dapat diterima atau dapatkah potensi bahaya ini meningkat hingga ke tingkat yang tidak dapat diterima?  
 Q4 : Apakah tahapan berikutnya dapat menghilangkan/mengurangi kemungkinan adanya potensi bahaya tsb. hingga ke tingkat yang dapat diterima?

Hasi penetapan TKK, yaitu pada penerimaan keping dan proses perebusan keping didalam air panas pada suhu 100 °C . Proses penetapan TKK dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Penentuan Titik Kendali Kritis (TKK)**

Proses	Bahaya	Q <sub>1</sub> ?	Q <sub>2</sub> ?	Q <sub>3</sub> ?	Q <sub>4</sub> ?	TKK?	Catatan Tim HACCP
		Ya(Y) / Tidak(T)					
Penerimaan Keping	Biologis: Pertumbuhan <i>Vibrio parahaemolyticus</i> jika keping disimpan > 24 jam	Y	T	Y	T	Y	Mengadakan spesifikasi pemasok
Perebusan didalam air panas suhu 100 °C selama ± 15 menit dalam panci	Biologis – Bakteri <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Ya	Ya			Ya	Pengontrolan suhu api kompor dan waktu perebusan

- Penentuan Batas-Batas Kritis untuk Masing-Masing Titik Kendali Kritis**  
 Pada TKK yang ditetapkan, kemudian ditentukan batas-batas kritisnya yaitu. kriteria yang memisahkan kondisi yang dapat diterima dengan yang tidak dapat diterima. Parameter untuk penyusunan batas kritis dipilih sedemikian rupa sehingga memungkinkan untuk melakukan tindakan perbaikan ketika batas kritis terlampaui. Batas kritis pada proses penerimaan keping berdasarkan kesepakatan spesifikasi yang ditetapkan antara manager RM dengan pemasok. Sedangkan pada proses perebusan keping waktu perebusan ± 15 menit.
- Penetapan Prosedur Pemantauan**  
 Setelah ditentukan Batas kritis terhadap suatu TKK, kemudian dilakukan pemantauan agar berada dibawah batas-batas kritis. Pemantauan akan memberikan informasi tepat pada waktunya agar dapat dilakukan penyesuaian yang perlu serta tindakan perbaikan bila mana perlu. Data yang diperoleh dari kegiatan pemantauan harus dievaluasi oleh petugas yang ditunjuk sesuai dengan pengetahuan dan kewenangannya dan melaksanakan tindakan perbaikan apabila menunjukkan kecenderungan kearah kehilangan kendali pada suatu TKK. Semua catatan dan dokumen yang berhubungan dengan pemantauan TKK harus ditandatangani oleh petugas yang berwenang.

- **Penetapan Tindakan Perbaikan**

Selanjutnya untuk masing-masing TKK yang teridentifikasi, dikembangkan tindakan perbaikan yang perlu dilakukan bilamana terjadi penyimpangan, tindakan-tindakan ini harus dapat menjamin bahwa TKK dapat dikendalikan. Tindakan Perbaikan untuk proses penerimaan kepiting adalah penggantian pemasok jika pemasok tidak dapat memenuhi batas kritis yang ditetapkan sedangkan pada proses perebusan kepiting didalam air panas pada suhu 100 °C adalah pengawasan terhadap proses perebusan dan waktu perebusan harus lebih diperketat agar produk tidak menjadi bubuk/ *benyek* karena terlalu matang

- **Penetapan Prosedur Verifikasi**

Kegiatan verifikasi terdiri dari empat jenis kegiatan, yaitu validasi HACCP, meninjau hasil pemantauan, pengujian produk, dan auditing. Frekuensi verifikasi harus dilakukan secukupnya untuk mengonfirmasikan bahwa sistem HACCP bekerja secara efektif. Petugas yang berwenang untuk memverifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Penetapan Prosedur Verifikasi**

Tahapan Proses	Bahaya	Batas Kritis	Pemantauan		Tindakan Perbaikan	Verifikasi
			Prosedur	Frekuensi		
Penerimaan Kepiting	Pertumbuhan <i>Vibrio parahaemolyticus</i> jika kepiting disimpan > 24 jam	Sesuai dengan spesifikasi	lakukan proses audit pemasok	Setiap hari	penggantian pemasok jika pemasok tidak dapat memenuhi batas kritis yang ditetapkan	<i>Supplier Quality Assurance Manager</i>
Perebusan didalam air panas suhu 100 °C selama ± 15 menit dalam panci	Bakteri <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Waktu perebusan ± 15 menit	Pemeriksaan kondisi api kompor	Setiap shift	Pengawasan terhadap proses perebusan dan waktu perebusan harus lebih diperketat agar produk tidak menjadi bubuk/ <i>benyek</i> karena terlalu matang	<i>Production Supervisor Production Supervisor</i>

- **Penetapan Dokumentasi dan Pencatatan**

Semua prosedur HACCP harus didokumentasikan dan harus sesuai dengan sifat dan ukuran operasi. Sistem pendokumentasian yang praktis dan tepat sangatlah penting untuk aplikasi yang efisien dan penerapan sistem HACCP yang efektif.

#### 4. Analisa

Program sanitasi ini telah dilaksanakan sebelum maupun sesudah dilakukan proses produksi. Tetapi pihak rumah makan belum melakukan pendokumentasian tahapan kegiatan sanitasi secara tertulis. Walaupun pendokumentasian belum ada, para pegawai selalu melakukan program sanitasi dengan kesadaran akan kewajiban kebersihan diri maupun lingkungan dibawah pengawasan langsung manager rumah makan.

Penerapan sistem HACCP yang konsisten harus dimulai dari komitmen manajemen. Manajemen yang berkomitmen pada penerapan sistem ini akan memperhatikan tanggung jawabnya dan konsekuensi pengeluaran yang berkaitan dengan program ini.

Karena mayoritas penduduk di Indonesia adalah beragama Islam maka perusahaan perlu memperhatikan kehalalan makanannya agar tidak ditinggalkan oleh konsumennya. Kehalalan makanan RM saos tambora telah terbukti dengan mendapat sertifikat halal dari MUI. Sertifikat halal tersebut berlaku 2 tahun karena itu pihak RM harus konsisten dengan menekankan pada 3 aspek *zero: zero limit, zero defect* dan *zero risk* yaitu tidak boleh ada sedikitpun barang haram yang digunakan, tidak boleh ada proses yang menimbulkan keharaman produk, dan tidak menimbulkan resiko dengan penerapannya, Oleh karena itu perlu adanya komitmen dari seluruh bagian organisasi manajemen, dimulai dari pengadaan bahan baku sampai distribusi pemasaran.

Untuk itu penerapan prosedur sanitasi atau yang biasa disebut dengan *Sanitation Standard Operating Procedure (SSOP)* serta penerapan 7 prinsip metoda *Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP)* dan penerapan proses halal secara tepat dan konsisten akan dapat meningkatkan jaminan kualitas dan keamanan dari produk yang dihasilkan serta untuk menghindari kontaminasi bahaya yang menyebabkan keharaman.

## 5. Kesimpulan dan Saran

HACCP adalah suatu pendekatan sistem dalam pengamanan makanan. Dengan pendekatan HACCP ini, maka pengawasan keamanan makanan baik yang dikelola oleh perusahaan makanan, jasa boga, rumah makan, restoran, maupun yang dikelola sebagai makanan jajanan dan makanan rumah tangga, dapat lebih terjamin mutunya, karena setiap tahapan proses pengolahan dikendalikan risikonya dan bahaya yang mungkin timbul. Untuk menerapkan HACCP diperlukan peningkatan mutu sumber daya manusia sehingga pendekatan sistem ini dapat mencapai sasaran.

Manajemen keamanan pangan dapat dilakukan dengan penerapan 7 prinsip HACCP, dengan cara menggunakan diagram alir untuk menggambarkan aliran proses pembuatan Kepiting Saos Tambora, sehingga dapat mengidentifikasi bahaya-bahaya potensial keamanan produk makanan, Dilanjutkan dengan menentukan kriteria batas-batas kritis untuk setiap Titik Kendali Kritis (TKK) , memberikan usulan tindakan perbaikan dan menetapkan anggota tim yang harus bertanggung jawab. Terakhir mendokumentasikan seluruh penerapan metoda HACCP, sehingga dapat dijadikan acuan/standar baku untuk proses produksi selanjutnya.

## 6. Daftar Pustaka

- Ariani, D.W., (2003). *Pengendalian Kualitas Statistik*, Andi, Yogyakarta.
- Badan Standar Nasional., *SNI 01-4852-1998 - Sistem Analisa Bahaya DanPengendalian Titik Kritis (HACCP) Serta Pedoman Penerapannya*, <http://www.ebookpangan.com/EBOOK%20GRATIS/Ebook%20Pangan/sni%2001-4852> 1998%20%20HACCP.pdf, [30 Maret 2012].
- Fathonah, S., (2005). *Higiene dan Sanitasi Makanan*, Unnes Press, Semarang.
- Shvoong.com-The Global Source for Summaries & Reviews., *Proses Pasteurisasi, sterilisasi-komersial/*, <http://id.shvoong.com/exact-sciences/1799738-prinsip-pasteurisasi-dan> [23 Juli 2012].
- Gaspersz, V., (2001). *Total Quality Management*, Gramedia Pustaka Utama.
- Thaheer, H., (2005). *Sistem Manajemen HACCP (HAZARD ANALYSIS & CRITICAL CONTROL)*, Bumi Aksara, Bogor.
- Situs Kimia Indonesia., *Sumber-Sumber Terjadinya Pencemaran*,[http://www.chemistry.org/materi\\_kimia/kimia\\_lingkungan/pencemaran\\_lingkungan/sumber-sumber-terjadinya-pencemaran/](http://www.chemistry.org/materi_kimia/kimia_lingkungan/pencemaran_lingkungan/sumber-sumber-terjadinya-pencemaran/), [20 Juli 2012].