

SKRIPSI

**PEMBUATAN *NATA DE SOYA* DAN IDENTIFIKASI *HAZARD*
SERTA TITIK KRITIS DALAM PEMBUATANNYA**



Oleh :

EKA ENDAH YULIANINGTYAS
NIM. 100531824

UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
SURABAYA
2007

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar
Sarjana Kesehatan Masyarakat (S.KM)
Bagian Kesehatan Lingkungan
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Airlangga

Oleh :

EKA ENDAH YULIANINGTYAS
NIM : 100531824



Surabaya, 30 Juli 2007

Mengetahui,

Ketua Bagian,

Prof. H. Soedjajadi Keman, dr., M.S., Ph.D
NIP 130704155

Menyetujui,

Pembimbing,

Retno Adriyani, S.T., M.Kes
NIP 132305116

ABSTRACT

Tofu whey are contains a lot of organic substances which if it is thrown away it can generate th contamination. Tofu whey will be more useful and have an economic valuable if it is exploited and processed turn out to be nata de soya. In making nata de soya it is suggested to conduct the hazard identification, critical point determination, critical boundary determination and also conduct the monitoring to support as an effort to guarantee the safety food. The purpose of this reseacrh was to make nata de soya and to identify the hazards and also determine the critical points in its making processes.

This was an experiment study with the method that used was comparative experiment. In this study is providing the tofu whey with the age of 0 hour, 6 hours, 12 hours, 18 hours and 24 hours; making starter, making nata, identifying the hazards and determining the critical point. All of gotten data were processed and analyzed descriptively and presented in the form of tables and also elaborated in narrative manner.

The tofu whey with the age variation of 0 hour, 6 hours and 12 hours, its fermentation processes is taken place quickly and nata were harvested in day 15th. The nata's quality that yielded were have 2 cm of thickness and have an elastic textures and also have transparent and white color. The hazard that identified included physical, chemical and biology hazards. The critical point that identified was 14 critical points.

Tofu whey that have age till 12 hours can yielded the nata with the quick fermentation process and good quality of nata with 2 cm of thickness, nata's textstures was elastic with transparent and white color. It was identified the existence of hazards in making of nata de soya and the critical point have been determined. It is suggested to producer of soybean curd in order to recycled tofu whey as nata de soya, not only thrown it away to water channel so that generating the contamination.

Keywords : hazard identification, tofu whey, nata de soya, and critical point.

ABSTRAK

Limbah cair tahu mengandung banyak bahan organik yang apabila dibuang begitu saja dapat menimbulkan pencemaran. Limbah cair tahu akan lebih berguna dan bernilai ekonomis bila dimanfaatkan dan diolah menjadi *nata de soya*. Pada pembuatan *nata de soya* seyogyanya dilakukan identifikasi bahaya, penentuan titik kritis, penetapan batas kritis dan melakukan pemantauan sebagai penunjang sebagai upaya untuk menjamin keamanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat *nata de soya* dan mengidentifikasi bahaya serta menentukan titik – titik kritis dalam pembuatannya.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan metode yang digunakan adalah *comparative experiment*. Pada penelitian ini yang dilakukan adalah menyediakan limbah cair tahu dengan umur 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam; membuat *sturier*, membuat *nata*, mengidentifikasi bahaya dan menentukan titik kritis. Seluruh data yang didapat, diolah dan dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta diuraikan secara naratif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair tahu dengan variasi umur limbah 0 jam, 6 jam dan 12 jam, proses fermentasinya berlangsung cepat dan *nata* di panen pada hari ke-15. Kualitas *nata* yang dihasilkan memiliki ketebalan 2 cm dan bertekstur kenyal serta berwarna putih transparan. Bahaya yang diidentifikasi meliputi bahaya fisik, kimia dan biologi. Titik kritis yang diidentifikasi sebanyak 14 titik kritis.

Limbah cair tahu yang berumur hingga 12 jam dapat menghasilkan *nata* dengan proses fermentasi cepat dan kualitas *nata* yang baik dengan ketebalan 2 cm, tekstur *nata* yang kenyal dan berwarna putih transparan. Teridentifikasi adanya bahaya pada pembuatan *nata de soya* dan titik – titik kritis telah ditentukan. Disarankan kepada produsen tahu agar limbah cair tahu dimanfaatkan kembali sebagai *nata de soya*, tidak hanya dibuang ke badan air sehingga menimbulkan pencemaran.

Kata kunci : identifikasi bahaya, limbah cair tahu, *nata de soya*, dan titik kritis.

PENGESAHAN

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga dan
diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar
Sarjana Kesehatan Masyarakat (S.KM)
pada tanggal 9 Agustus 2007



Tim Penguji :

1. Muji Sulistyowati, S.KM, M.Kes
2. Retno Adriyani, S.T., M.Kes
3. Rini Budiati, drg

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi yang berjudul **“PEMBUATAN *NATA DE SOYA* DAN IDENTIFIKASI *HAZARD* SERTA *TITIK KRITIS* DALAM PEMBUATANNYA”**, sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan kuliah di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.

Limbah tahu termasuk bahan buangan olahan makanan, dapat juga dimasukkan ke dalam kelompok bahan buangan organik. Bahan buangan organik, mudah membusuk dan dapat terdegradasi oleh mikroorganisme. Air buangan sisa pengolahan tahu termasuk limbah industri yang memberikan peranan terhadap tingginya tingkat pencemaran lingkungan, ternyata bisa dibuat menjadi produk makanan baru, yaitu *nata de soya*. Perlu perhatian khusus dalam proses pembuatan *nata de soya*, terutama terhadap jaminan keamanan pangan sehingga aman untuk dikonsumsi, terlebih lagi *nata de soya* menggunakan bahan baku limbah cair tahu. Oleh karena itu diperlukan identifikasi *hazard* dan titik-titik kritis yang mungkin timbul dalam proses penanganan makanan. Langkah ini merupakan tindakan pencegahan dalam manajemen keamanan pangan, sehingga dapat direncanakan dan dilaksanakan cara pengendalian yang efektif agar penanganan makanan dapat terlaksana dengan aman.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada Ibu Retno Adriyani, S.T., M.Kes, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan koreksi, petunjuk, saran dan bimbingan hingga tersusunnya skripsi ini.

Ucapan banyak terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan pula kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Dr. H. J. Mukono, dr., M.S., M.PH selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga
2. Bapak Prof. H. Soedjajadi Keman, dr., M.S., Ph.D selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga
3. Seluruh dosen dan staf Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. Terutama Ibu R. Azizah, S.H., M.Kes selaku koordinator Minat Kesehatan Lingkungan, Ibu Retno Adriyani, S.T., M.Kes selaku dosen pembimbing yang tidak bosan-bosannya mengingatkan penulis dalam penyusunan skripsi ini dan kepada bapak Sudarmaji, S.KM, M.Kes yang telah meminjamkan banyak literatur dalam memperlancar penyusunan skripsi
4. Alm ayah tercinta, terima kasih yang tak terhingga atas perhatian dan kasih sayang serta pengorbanan yang telah diberikan. Ibu dan adik tersayang, terima kasih yang tak terhingga atas kasih sayang, dukungan, doa dan kesabaran yang telah diberikan tiada henti-hentinya. Secara khusus ananda persembahkan karya ini kepada Ayah dan Ibu tersayang
5. Om Harianto, mbak Nik, Yuda dan Wahyu atas dukungannya baik moril, materiil dan keikhlasan serta penguatan yang telah diberikan kepada ananda sekeluarga.
6. Lek Agus dan Lek Gun sekeluarga atas dukungan dan doanya sehingga ananda termotifasi dalam menyusun karya ini.
7. Mas Wiedho yang selalu memberikan cinta, terima kasih yang tak terhingga atas dukungan, kasih sayang dan yang terutama kesabaran yang tak lelah

selalu diberikan kepada adek. Terima kasih telah membantuku kembali terbang saat sayapku lelah.

8. Mas Arif yang selalu menemani dari awal hingga akhir proses penelitian, terima kasih atas bantuannya.
9. Bapak Agus sekeluarga atas ijin, bantuan dan petunjuknya selama proses pelaksanaan penelitian.
10. Ibu Febria Rachamanita, drg dan Ibu Yohana Sussie Emissa, drg atas pengertian dan ijin yang selalu diberikan. Jendral Emy Ratmawati S.KM dan teman-teman kopralku: Olga Ceriasari, Dwi, Nuri and Rose (Kaum-kaum S.KM) atas dukungan dan doanya serta seluruh staf di UP terima kasih atas doanya.
11. Teman baruku Ridha atas bantuan, dukungan dan kerelaannya membantu meluangkan waktu dan tenaga untuk menemaniku dalam menyusun karya ini. Kamu adalah sahabat tidak terdugaku.
12. Teman-teman se-peminatan, Trio Kwek Kwek (Ndah “moet”, Mitha, Rini “Jibon”) atas dukungan dan saran yang sangat berharga selama masa perkuliahan dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelesaian karya ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan pahala atas segala amal yang telah diberikan dan semoga karya ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pihak lain

Surabaya, Juli 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang Masalah.....	1
I.2 Identifikasi Masalah.....	6
I.3 Pembatasan Masalah	8
I.4 Perumusan Masalah.....	8
BAB II TUJUAN DAN MANFAAT.....	9
II.1 Tujuan Penelitian.....	9
II.1.1 Tujuan umum.....	9
II.1.2 Tujuan khusus.....	9
II.2 Manfaat Penelitian.....	9
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	11
III.1 Tinjauan Umum Tahu.....	11
III.2 Proses Pembuatan Tahu.....	12
III.3 Limbah Industri Tahu.....	16
III.3.1 Limbah padat tahu.....	16
III.3.2 Limbah cair tahu.....	17
III.4 Penanganan Limbah Tahu.....	18
III.4.1 Penanganan limbah padat.....	19

III.4.2 Penanganan limbah cair.....	20
III.5 <i>Nata de Soya</i>	22
III.5.1 Mengenal produk nata.....	22
III.5.2 Proses pembuatan <i>nata de soya</i>	23
III.6 <i>Acetobacter aceti xylinum</i>	24
III.7 <i>Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)</i>	28
III.7.1 Definisi HACCP.....	28
III.7.2 Tujuan dan manfaat penerapan HACCP.....	28
III.7.3 Prinsip-prinsip HACCP.....	30
BAB IV KERANGKA KONSEPTUAL.....	36
BAB V METODE PENELITIAN.....	38
V.1 Rancang Bangun Penelitian.....	38
V.2 Sampel, Besar sampel dan Cara Pengambilan Sampel...	38
V.2.1 Sampel.....	38
V.2.2 Besar sampel.....	38
V.2.3 Cara pengambilan sampel.....	38
V.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	39
V.3.1 Lokasi penelitian.....	39
V.3.2 Waktu penelitian.....	39
V.4 Variabel, Definisi Operasional dan Cara Pengukuran....	40
V.4.1 Variabel penelitian.....	40
V.4.2 Definisi operasional dan cara pengukuran.....	40
V.5 Bahan dan Alat Penelitian	41
V.5.1 Bahan penelitian.....	41
V.5.2 Alat penelitian.....	41
V.6 Persiapan Penelitian.....	41
V.7 Teknik Analisis Data.....	44
BAB VI HASIL PENELITIAN.....	45
VI.1 Pengaruh umur limbah cair tahu pada proses fermentasi pembuatan <i>nata de soya</i>	45

VI.2 Kualitas <i>nata de soya</i> dengan penilaian organoleptik (tekstur dan warna).....	46
VI.3 Identifikasi bahaya.....	47
VI.3.1 Deskripsi produk.....	48
VI.3.2 Diagram alir proses produksi <i>nata de soya</i>	50
VI.3.3 Penggolongan karakter-istik bahaya dan kategori resiko.....	53
VI.4 Penentuan titik kendali kritis atau CCP.....	58
VI.5 Penetapan batas kritis dan pemantauan.....	64
BAB VII PEMBAHASAN.....	70
VII.1 Pengaruh umur limbah cair tahu pada prses fermentasi pembuatan <i>nata de soya</i>	70
VII.2 Kualitas <i>nata de soya</i> dengan penilaian organoleptik (tekstur dan warna).....	72
VII.3 Hasil identifikasi bahaya.....	72
VII.4 Penentuan CCP.....	76
VII.5 Penetapan batas kritis dan pemantauan.....	79
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
VIII.1 Kesimpulan.....	84
VIII.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN.....	89

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
III.1	Nilai gizi tahu dan kedelai (berdasarkan berat kering)	12
III.2	Daftar unsur gizi dalam ampas tahu	16
III.3	Beban pencemaran limbah cair tahu	18
III.4	Kelompok produk berdasarkan bahaya	32
III.5	Golongan produk berdasarkan kategori resiko	33
VI.1	Umur limbah cair tahu dan lamanya proses fermentasi pada pembuatan <i>nata de soya</i> pada percobaan I berdasarkan pemanenan	46
VI.2	Umur limbah cair tahu dan lamanya proses fermentasi pada pembuatan <i>nata de soya</i> pada percobaan II berdasarkan pemanenan	46
VI.3	Kualitas <i>nata de soya</i> dengan penilaian organoleptik (tekstur dan warna) pada percobaan I dan II	47
VI.4	Pengelompokkan karakteristik bahaya dan kategori resiko pada bahan mentah atau jenis produk pada pembuatan <i>nata de soya</i>	53
VI.5	Identifikasi bahaya dan cara pencegahan pada proses pembuatan <i>nata de soya</i> .	53
VI.6	Penentuan CCP pada pembuatan <i>nata de soya</i>	60
VI.7	Penetapan batas kritis dari CCP	64
VI.8	Hasil pengujian mikrobiologi (MPN <i>Coliform</i>) tiap CCP pada variasi waktu limbah cair tahu	67
VI.9	Hasil pengujian mikrobiologi (ALT) setiap produk <i>nata</i> pada masing-masing variasi waktu limbah cair tahu.	68
VI.10	Hasil pengujian mikrobiologi (<i>E.coli</i>) setiap produk <i>nata</i> pada masing-masing variasi waktu limbah cair tahu.	68

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
III.1	Diagram alir pembuatan tahu	14
IV.1	Kerangka konseptual	35
VI.1	Diagram alir proses pembuatan <i>starter</i>	48
VI.2	Diagram alir proses fermentasi pembuatan <i>nata de soya</i>	49
VI.3	Pohon keputusan untuk menentukan CCP	57



DAFTAR LAMPIRAN

No. Judul Lampiran

1. Hasil pengujian mikrobiologi (MPN Coliform) pada limbah cair tahu.
2. Hasil pengujian mikrobiologi (ALT dan *E.coli*) pada produk *nata*.



DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Daftar Lambang

%	: Persen
° C	: derajat celcius
±	: lebih kurang
m ³	: meter kubik

Daftar Singkatan

ALT	: Angka Lempeng Total
BTM	: Bahan Tambahan Makanan
BOD	: Biological Oxygen Demand
CCP	: Critical Control Point
cm	: centimeter
COD	: Chemical Oxygen Demand
Disperindag	: Dinas Perindustrian dan Perdagangan
<i>E.coli</i>	: <i>Eschericia coli</i>
gr	: gram
HACCP	: Hazard Analysis Critical Control Point
kg	: kilogram
lt	: liter
mg	: milligram
MPN	: Most Probable Number
ml	: milliliter
mm	: millimeter

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah

Industri kecil merupakan salah satu peluang yang dapat menciptakan lapangan pekerjaan dan penyerapan tenaga kerja. Peranan industri kecil terhadap roda perekonomian suatu negara sangat besar. Amerika Serikat misalnya, dari 5,5 juta usaha yang telah berjalan mantap, 95% diantaranya berupa usaha kecil. Kondisi serupa juga ditemukan di negara-negara maju lain, misalnya Jepang. Di Indonesia, 99% dari total unit usaha yang mandiri (sekitar 35 juta) juga berupa unit usaha kecil (Sarwono dan Saragih, 2004).

Salah satu usaha kecil yang potensial dikembangkan adalah pabrik pembuatan tahu. Kalau usaha itu dijalankan dengan serius pasti akan menguntungkan karena konsumen tahu yang sangat luas, mencakup seluruh strata sosial. Tahu tidak hanya dikonsumsi oleh masyarakat kelas bawah dan menengah saja, tetapi juga kelas atas. Ini terlihat dengan telah masuknya produk tahu di pasar swalayan. Selain itu, tahu termasuk lauk yang bergizi tinggi dan rendah kolesterol (Sarwono dan Saragih, 2004). Industri tahu di Indonesia mulai berkembang sejak kaum imigran Cina menetap dan bermukim di tanah air. Usaha ini dikembangkan sebagai mata pencarian dan tumpuan hidup.

Usaha pembuatan tahu tidak terlepas dari limbah yang dihasilkan. Limbah yang dihasilkan volumenya lebih besar bila dibandingkan dengan hasil produk tahunya sendiri (Disperindag, 1995). Sedangkan menurut Tjahjono (1993), air limbah yang dihasilkan sangat bervariasi jumlahnya

persatuan berat bahan baku, tergantung pada daerahnya masing-masing. Jumlah air limbah yang dihasilkan 10 sampai 20 kali berat bahan bakunya, yaitu kedelai.

Pada umumnya, limbah industri pangan tidak membahayakan kesehatan masyarakat, karena tidak terlibat langsung dalam perpindahan penyakit. Akan tetapi kandungan bahan organiknya yang tinggi dapat bertindak sebagai sumber makanan untuk pertumbuhan mikroba. Limbah industri pangan dapat menimbulkan masalah dalam penanganannya karena mengandung sejumlah besar karbohidrat, protein, lemak, garam-garam mineral dan sisa-sisa bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan dan pembersihan (Jenie dan Rahayu, 1993).

Limbah tahu termasuk bahan buangan olahan bahan makanan. Sebenarnya bahan buangan olahan bahan makanan dapat juga dimasukkan ke dalam kelompok bahan buangan organik. Oleh karena bahan buangan ini bersifat organik, maka mudah membusuk dan dapat terdegradasi oleh mikroorganisme. Apabila bahan buangan olahan makanan mengandung protein dan gugus amin, maka pada saat degradasi oleh mikroorganisme akan terurai menjadi senyawa yang mudah menguap dan berbau busuk (Wardhana, 1999).

Limbah cair tahu mengandung nutrisi berupa protein, karbohidrat dan lipida yang setiap hari dibuang ke saluran atau langsung ke badan air menyebabkan kadar oksigen terlarut dalam badan air menurun drastis, atau bahkan mencapai nol. Akibatnya, bau busuk timbul karena terbentuknya amoniak dan sulfida (Nurtiyani, 2000).

Limbah cair yang berasal dari industri tempe maupun tahu merupakan permasalahan yang serius dalam pencemaran lingkungan, karena menimbulkan bau busuk maupun pencemaran sumber air.

Jika ditinjau dari komposisi kimianya, ternyata limbah cair tahu yang dihasilkan oleh industri kecil tahu mempunyai beban cemar yang cukup tinggi. BOD 3.500-7.000 mg/lt, COD 5.500 mg/lt, pH 4 - 5,5 dan padatan yang tidak terlarut 800 – 1.500 mg/lt (Tjahjono, 1993). Menurut SK Gubernur No. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri Tahu dan Kecap/ Tempe, limbah cair tahu yang dibuang ke badan air bagi industri tahu dan kecap/ tempe harus memenuhi baku mutu parameter, BOD seharusnya 150 mg/lt, COD 300 mg/lt dan pH 6-9. Hal tersebut dapat dimengerti karena limbah cair tahu masih mengandung nutrien-nutrien (protein, karbohidrat, dan bahan-bahan lainnya) yang jika dibiarkan dibuang begitu saja ke sungai justru dapat menimbulkan pencemaran (Sarwono dan Saragih, 2004).

Akan tetapi tidak semua limbah membawa dampak yang buruk asalkan limbah tersebut dikelola dengan baik maka akan dapat bermanfaat, bahkan dapat memberikan nilai ekonomis. Mengingat masih cukup tingginya protein dalam limbah tahu maka perlu adanya usaha untuk mendaur ulang limbah tahu. Limbah cair tahu selain mengandung protein juga mengandung vitamin B terlarut dalam air, lestin dan oligosakarida. Limbah cair tahu mempunyai prospek untuk dimanfaatkan sebagai media fermentasi bakteri, diantaranya bakteri asam asetat termasuk bakteri *Acetobacter aceti xylinum*.

Cairan seperti susu segar ini akan lebih berguna bila dimanfaatkan dan diolah menjadi *nata de soya*.

Nata de soya merupakan alternatif pilihan untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang terasa langsung kerugiannya bagi manusia. Hal ini dilakukan karena limbah cair masih mengandung bahan-bahan organik (protein, lemak, karbohidrat) yang bisa digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri.

Nata de soya merupakan makanan penyegar seperti agar-agar yang dapat dicampur pada es buah. *Nata de soya* mirip dengan *nata de coco* yang telah banyak beredar di pasaran, hanya saja dalam pembuatannya menggunakan air tahu melalui proses fermentasi dengan bantuan bakteri *Acetobacter aceti xylinum*. Produksi *nata de soya* diyakini merupakan suatu prospek yang baik dikarenakan kebutuhan masyarakat akan minuman segar yang mempunyai nilai gizi tinggi (Anonymous, sitasi 13 Agustus 2007). Produk *nata* akan diproduksi secara massal oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi yang menjalin kesepakatan bersama dengan PT Usaha Kita Makmur Indonesia yang yakin *nata de soya* merupakan produk yang cocok untuk dikembangkan dan dipasarkan (Kompas, sitasi 14 Agustus 2007).

Dari segi kesehatan produk *nata* secara langsung akan membantu mereka yang berpenyakit diabetes karena *nata* merupakan jenis makanan yang bersifat *Low Calori Food*. Baik dikonsumsi oleh penderita penyakit jantung, diabetes dan tekanan darah tinggi. Maka secara tidak langsung kesehatan yang meningkat secara ekonomis sudah mengurangi beban

masyarakat, apalagi bila memanfaatkan limbah tersebut dapat dipetik hasil produksi komersial yang akan dapat meningkatkan ekonomi masyarakat banyak, diantaranya dengan memproduksi *nata* dan asam cuka yang dapat dikomersilkan (Disperindag, 1995).

Acetobacter aceti xylinum dapat mengubah gula substrat menjadi gel selulosa yang biasa dikenal dengan *nata*. Dengan pertolongan bakteri *Acetobacter aceti xylinum* maka komponen gula yang ditambahkan ke dalam substrat air limbah tahu dapat diubah menjadi suatu bahan yang menyerupai gel dan terbentuk di permukaan media.

Perlu perhatian khusus dalam proses pembuatan *nata de soya*, terutama terhadap jaminan keamanannya sehingga benar-benar aman untuk dikonsumsi, baik dari aspek fisik, mikrobiologi, kimia, zat gizi serta kondisi lain dari produk *nata* yang dihasilkan yang dapat berperan sebagai *agent* dalam timbulnya penyakit, terlebih lagi *nata de soya* menggunakan bahan baku limbah cair tahu.

Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) merupakan suatu pendekatan sistematis dalam mengidentifikasi *hazard* dan titik-titik kritis yang mungkin timbul dalam proses penanganan makanan dan merupakan tindakan pencegahan dalam manajemen keamanan pangan, sehingga dapat direncanakan dan dilaksanakan cara-cara pengendalian yang efektif agar penanganan makanan dapat terlaksana dengan aman. Pada dasarnya HACCP dapat diterapkan pada berbagai bentuk industri pangan, mulai dari industri produk kemasan, industri makanan siap santap seperti katering dan jasa

boga, restoran dan hotel, bahkan dalam pembuatan makanan jajanan yang merupakan industri rumah tangga (Mortimore dan Wallace, 2005).

HACCP bukan merupakan pengujian produk akhir, melainkan metode pencarian potensi bahaya sekaligus penyusunan upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan potensi bahaya yang ada selama proses penanganan pangan, mulai dari pengadaan sampai tingkat konsumsi.

I.2 Identifikasi Masalah

Limbah cair tahu merupakan air sisa penggumpalan tahu. Air tahu dapat digunakan kembali dalam pembuatan tahu sebagai bahan penggumpal, tetapi karena kebutuhannya lebih sedikit dibandingkan limbah yang dihasilkan maka air tahu banyak yang dibuang sehingga mencemari lingkungan.

Setelah dilakukan pengamatan awal pada limbah cair tahu, pada saat limbah cair tahu dibiarkan selama 24 jam telah tampak lapisan putih yang apabila dibiarkan akan muncul jamur pada lapisan tersebut dan ada perubahan pada bau limbah cair tersebut. Jika sebelum 24 jam bau limbah cair tahu masih berbau tahu, namun setelah 24 jam bau tahu tersebut berubah menjadi busuk. Keluhan juga disampaikan oleh warga di sekitar pabrik, namun hingga saat ini belum ada warga yang mengalami gangguan kesehatan. Warga hanya mengeluhkan bau busuk yang ditimbulkan oleh limbah cair tahu tersebut. Hal tersebut dikarenakan letak pabrik tahu yang dikelilingi sawah dan letaknya berjauhan dengan pemukiman warga.

Air buangan sisa pengolahan tahu yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan, ternyata bisa dibuat menjadi produk makanan baru, yaitu *nata de soya*.

Pada pembuatan *nata de soya* perlu mendapat perhatian khusus dan pendekatan yang relatif baru sebagai upaya untuk menjamin keamanan makanan yang telah diperkenalkan dan kini banyak diterapkan oleh industri pangan berskala besar. Pendekatan yang dimaksudkan adalah dengan mengidentifikasi bahaya, menentukan *Critical Control Point* (CCP) dan menetapkan batas kritisnya serta melakukan pemantauan sebagai upaya untuk menjamin keamanan pangan. mengingat *nata de soya* terbuat dari bahan baku berupa limbah organik yang potensial terhadap *hazard* karena kaya akan protein, lemak, karbohidrat serta bahan-bahan organik lainnya yang baik sebagai media pertumbuhan bakteri *nata* namun juga tidak menutup kemungkinan ikut tumbuh dan berkembang biak pula bakteri patogen yang berpotensi sebagai penyebab keracunan (*foodborne disease*) apabila dalam produksinya salah penanganannya dan kurangnya higiene serta sanitasi baik individu yang membuat maupun lingkungannya meskipun tingkat konsumsinya masih rendah oleh masyarakat sekitar dan pendistribusiannya tidak seluas industri besar lainnya termasuk *nata de coco*.

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini hanya membatasi permasalahan pada :

1. Penelitian ini menggunakan limbah cair tahu dari pabrik tahu X di Singosari Kabupaten Malang dengan variasi umur limbah 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam.
2. Lama proses fermentasi pembuatan *nata de soya* dengan limbah cair tahu dengan variasi umur limbah 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam.
3. Hasil fermentasi yaitu produk *nata de soya* dengan bahan baku limbah cair tahu dengan variasi umur limbah 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam.
4. Identifikasi *hazard* dan CCP sebagai langkah awal dari penerapan prinsip HACCP pada pembuatan *nata de soya*.

1.4 Perumusan Masalah

Dari pembatasan masalah maka perumusan masalah yang akan diteliti adalah ” Bagaimanakah membuat *nata de soya* berikut mengidentifikasi hazard dan titik kritis dalam pembuatannya?”

BAB II TUJUAN DAN MANFAAT

II.1 Tujuan Penelitian

II.1.1 Tujuan umum

Membuat *nata de soya* dengan bantuan bakteri *Acetobacter aceti xylinum* dan mengidentifikasi *hazard* serta titik kritis pada pembuatannya.

II.1.2 Tujuan khusus

1. Mengetahui pengaruh lamanya umur limbah cair tahu pada proses fermentasi pembuatan *nata de soya*.
2. Mengetahui kualitas *nata de soya* sebagai hasil fermentasi dari limbah cair tahu dengan penilaian organoleptik (warna dan tekstur).
3. Melakukan identifikasi terhadap potensi bahaya, sekaligus menentukan kategori risikonya.
4. Menentukan titik kendali kritis atau CCP dengan menggunakan bantuan pohon keputusan.

II.2 Manfaat Penelitian

1. Bagi produsen tahu.

Sebagai masukan tentang cara mendaur ulang limbah cair tahu dan cara pembuatan *nata de soya*. Sehingga dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh industri tahu. Dapat meningkatkan nilai tambah limbah cair tahu dan sebagai upaya menjaga keamanan *nata de soya* yang dihasilkan apabila diterapkan secara berkelanjutan.

2. Bagi peneliti.

Dapat memberikan tambahan wawasan dan pengetahuan tentang cara pembuatan *nata de soya* dan mengidentifikasi bahaya, menentukan *Critical Control Point* (CCP) dan menetapkan batas kritisnya serta melakukan pemantauan dalam pembuatannya. Dapat dijadikan sebagai bahan masukan guna dijadikan acuan, pertimbangan dan landasan untuk penelitian lebih lanjut.

3. Bagi instansi

Sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi instansi terkait dalam proses pengambilan keputusan dan menentukan kebijakan yang berkaitan dengan masalah pengelolaan limbah. Terutama limbah cair tahu dan jaminan keamanan pangan terutama pada produk *nata de soya*.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

III.1 Tinjauan Umum Tahu

Budaya makan tahu berasal dari Cina karena istilah tahu berasal dari bahasa Cina *tao-hu* atau *teu-hu*. Suku kata *tao* atau *teu* berarti kedelai, sedangkan *hu* berarti lumat menjadi bubur. Secara harfiah, tahu berarti makanan dengan bahan baku kedelai yang dilumatkan menjadi bubur.

Tahu merupakan produk penggumpalan protein bubur kedelai dengan menggunakan asam asetat atau bahan-bahan lain pada titik isoelektrisnya (Tjahjono, 1993).

Tahu adalah gumpalan protein kedelai yang diperoleh dari hasil penyaringan kedelai yang telah digiling dengan penambahan air. Penggumpalan protein dilakukan dengan cara penambahan cairan biang atau garam-garam kalsium, misalnya kalsium sulfat. Pada pembuatan tahu diperoleh ampas dan cairan hasil penggumpalan tahu (*whey*) sebagai hasil samping.

Tahu sering kali disebut dengan daging tidak bertulang karena kandungan gizinya, terutama mutu protein, setara dengan daging hewan. Bahkan, protein tahu lebih tinggi dibandingkan protein kedelai

Namun dengan adanya kandungan protein yang cukup tinggi dan lemak, tahu termasuk produk yang mudah atau cepat busuk. Protein dan lemak tersebut merupakan media yang baik untuk pertumbuhan jasad renik pembusuk seperti bakteri. Dalam suhu ruang dan tanpa kemasan, umur simpan tahu hanya 1-2 hari. Lebih dari itu rasanya akan masam, lalu

berangsur-angsur menjadi busuk. Mengatasi rasa masam dapat dengan cara perebusan dan perendaman yang dapat dilakukan untuk memperpanjang masa simpan tahu sampai 3-4 hari. Sementara, pendinginan dapat mempertahankan umur simpan tahu sekitar 5 hari (Sarwono dan Saragih, 2004).

Tabel III.1 Nilai gizi tahu dan kedelai (berdasarkan berat kering)

Zat gizi	Tahu	Kedelai
Protein (gr)	0,49	0,39
Lemak (gr)	0,27	0,20
Karbohidrat (gr)	0,14	0,36
Serat (gr)	0,00	0,05
Air (gr)	0,04	0,06
Kalsium (mg)	9,13	2,53
Natrium (mg)	0,38	0,00
Fosfor (mg)	6,56	6,51
Besi (mg)	0,11	0,09
Vitamin B1 (mg)	0,001	0,01(sebagai B kompleks)
Vitamin B2 (mg)	0,001	
Vitamin B3 (mg)	0,03	

Sumber : Membuat aneka tahu (Sarwono dan Saragih, 2004)

III. 2 Proses Pembuatan Tahu

Prinsip pembuatan tahu sebenarnya sangat sederhana. Setelah kedelai yang menjadi bahan utama tahu dilumatkan, hasilnya diekstrak

sehingga diperoleh sari kedelai. Kemudian ditambahkan zat penggumpal dan diendapkan. Hasil endapan dicetak dan dipres. Setelah airnya dibuang, diperoleh tahu.

1. Pembuatan sari kedelai

Biji kedelai mula-mula dibersihkan dari kotoran atau benda asing seperti kerikil, pasir dan sisi tanaman. Demikian pula dengan kedelai yang berubang, busuk dan berjamur dibuang.

Kedelai selanjutnya direndam dalam tangki atau tong perendaman. Lama perendaman tergantung pada suhu air perendam. Biasanya perendaman berlangsung selama 8-12 jam atau satu malam. Namun, perendaman cukup selama 1-2 jam jika menggunakan air bersuhu 55° C. Setelah direndam, biji kedelai kemudian ditiriskan.

Kedelai yang telah direndam kemudian digiling hingga menjadi bubur halus. Pada saat penggilingan berlangsung ditambahkan air sedikit demi sedikit. Kedelai yang telah menjadi bubur ditampung dalam wadah logam anti karat atau tong kayu.

Tahap berikutnya, bubur kedelai dimasak. Pemasakan bubur dilakukan pada suhu 100° C selama 10-15 menit. Selama pemasakan berlangsung, air ditambahkan berulang kali. Kebutuhan air sekitar 10 liter untuk 1 kg kacang kedelai.

Bubur kedelai masak selanjutnya disaring untuk mengambil sarinya. Untuk mendapatkan sari kedelai yang lebih banyak, ampas sarinya dapat dicuci, kemudian disaring. Dengan demikian penyaringan dilakukan dua kali.

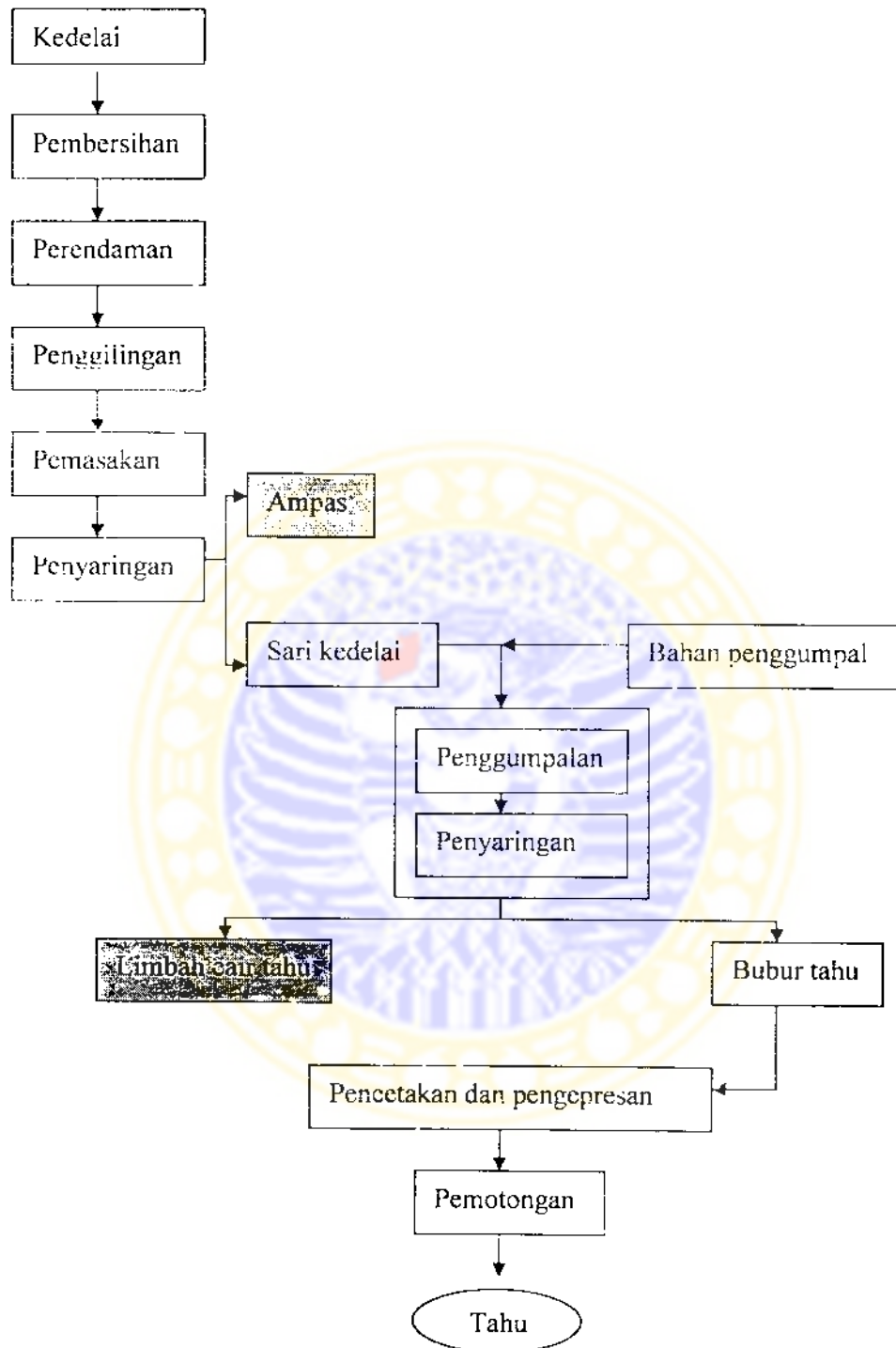
2. Penggumpalan dan pengendapan

Sari kedelai kemudian digumpalkan dengan bahan penggumpal. Asam cuka merupakan salah satu bahan penggumpal yang digunakan. Asam cuka yang digunakan adalah asam cuka yang mengandung 4% asam asetat atau cuka makan. Dosis yang digunakan untuk setiap 0,5 kg kedelai kering sebanyak 74 ml atau sekitar 16,4% dari berat kering kedelai. Penambahan asam cuka ini dilakukan saat suhu sari kedelai antara 80-90° C. Bubur tahu kemudian diendapkan hingga gumpalan turun ke dasar wadah. Pengendapan ini bertujuan memudahkan pemisahan air tahu (*whey*) dengan bubur tahu.

3. Pencetakan dan pengepresan

Gumpalan bubur tahu dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dialasi kain, lalu bagian atas juga ditutup dengan kain serupa dan papan. Di atas papan selanjutnya diletakkan pemberat berbobot sekitar 30 kg selama 15 menit atau hingga air tahu menetes habis.

Berikut diagram alir proses pembuatan tahu



Gambar III.1 Diagram alir pembuatan tahu

Sumber : Membuat aneka tahu (Sarwono dan Saragih, 2004)

III.3 Limbah Industri Tahu

Limbah tahu adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu maupun pada saat pencucian kedelai (Nurhasan dan Pramudyanto, 1991).

Limbah tahu yang dihasilkan dibedakan menjadi dua macam, yaitu limbah padat dan limbah cair. Baik di dalam limbah padat (ampas) maupun limbah cair masih terbawa unsur-unsur yang bermanfaat yaitu protein dan serat (Disperindag, 1995).

Limbah padat dan cair berwarna kuning muda keabu-abuan dan bila dibiarkan akan berwarna hitam dan berbau busuk. Limbah cair akan mengakibatkan bau busuk dan bila dibuang langsung ke sungai akan menyebabkan tercemarnya sungai tersebut. Setiap quintal kedelai akan menghasilkan limbah 1,5 - 2 m³ air limbah (Nurhasan dan Pramudyanto, 1991).

III.3.1 Limbah padat tahu

Limbah padat dari proses pembuatan tahu berupa ampas. Limbah padat belum dirasakan dampaknya terhadap lingkungan karena dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak, tempe gembus maupun oncom.

Tabel III.2 Daftar unsur gizi dalam ampas tahu.

Kandungan ampas	Basah	Kering
a. Protein	3-4 %	26,6 %
b. Serat Kasar	14 %	62 %
c. Air	80 %	10 %

Sumber : Disperindag, 1995

Berdasarkan data tersebut, nyatalah betapa besar bahan atau unsur bermanfaat yang selama ini terbuang percuma padahal masih dapat diolah kembali.

Pada pengelolaan ampas tahu harus dilakukan dalam waktu kurang dari 12 jam dikarenakan apabila dibiarkan lebih dari 12 jam akan mulai menebarkan bau busuk. Namun tidak demikian apabila ampas tahu dalam keadaan kering (Disperindag, 1995).

II.3.2 Limbah cair tahu

Limbah cair tahu adalah air limbah yang kaya bahan organik yang mudah terurai. Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan hayati yang akan menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman dimana kuman ini dapat berupa kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan baik pada produk tahu sendiri ataupun manusia yang mengkonsumsinya. Bila dibiarkan air limbah akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk. Bau busuk ini akan mengakibatkan gangguan pernapasan. Apabila air limbah ini merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur itu akan tercemar dan tidak dapat dimanfaatkan lagi. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila air sungai tersebut digunakan untuk keperluan sehari-hari maka akan menimbulkan penyakit gatal dan diare (Nurhasan dan Pramudyanto, 1991).

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri kecil tahu mempunyai beban cemar yang cukup tinggi.

Tabel III.3 Beban pencemaran limbah cair tahu

Beban cemar	Angka cemar
pH	4 – 5,5
BOD	3.500 – 7.000 mg/lt
COD	5.500 – 10.000 mg/lt
Padatan yang tidak terlarut	800 – 1.500 mg/lt

Sumber : Tjahjono, 1993

Beban yang ditimbulkan tersebut di ataslah yang menyebabkan timbulnya bau yang kurang sedap, sebagai akibat dari peruraian bahan-bahan organik (protein) secara alami. Perubahan keasaman pada air limbah ini cukup cepat dalam waktu sehari air limbah yang tanpa mengalami proses pH-nya dapat menjadi sekitar 3 (Tjahjono, 1993).

Limbah cair tahu tidak selalu membawa dampak yang buruk. Ternyata limbah cair tahu masih dapat dimanfaatkan kembali sebagai bibit penggumpal tahu pada proses pembuatan tahu selanjutnya, sebagai pupuk untuk tanaman jamur merang, menggemukkan ternak dan ikan merang, serta sebagai bahan untuk pembuatan *nata de soya* (Disperindag, 1995).

III.4 Peranganan Limbah Tahu

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk menangani limbah tahu. Menurut Nurhasan dan Pramudyanto, 1991, Penanganan limbah tahu dapat dilakukan dengan mengganti pada proses pembuatan tahu yaitu dengan menggunakan alat yang dapat menghasilkan tahu yang lebih baik dan sedikit menghasilkan limbah atau dengan penerapan produksi bersih (*Cleaner*

Production) yaitu penataan proses produksi yang baik dari mulai tempat proses pencucian, penempatan peralatan yang tepat, penggunaan air yang bersih sehingga limbah padat maupun limbah cair berkurang. Selain kedua cara tersebut masih ada banyak cara dalam penanganan limbah tahu, baik limbah padat maupun limbahnya.

III.4.1 Penanganan limbah padat

Selain menghasilkan produk utama berupa tahu, pabrik pengolahan tahu juga menghasilkan bahan ikutan berupa limbah. Limbah tahu dibedakan dua macam, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan sisa kedelai dan sisa saringan sari kedelai yang disebut ampas tahu. Kedua jenis limbah padat ini perlu segera ditangani agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Penanganan limbah tersebut sebagai berikut:

- a. Kotoran hasil pembersihan sisa kedelai berupa tanah, kerikil, potongan-potongan tangkai dan kotoran lainnya ditampung lalu di buang ke tempat pembuangan sampah.
- b. Limbah padat berupa kulit biji kedelai dan ampas tahu ditangani secara terpisah karena dapat digunakan sebagai pakan ternak atau ampas tahu diolah menjadi tempe gembus atau oncom. Kedua limbah ini perlu dikeluarkan dari ruang pengolahan secepat mungkin dan diangkat sejauh mungkin dari lingkungan pabrik karena cepat busuk. Sebaiknya limbah ditangani dalam wadah tertutup dan mudah diangkat. Ketika menanganinya, jangan sampai ada limbah yang tercecer atau tercampur dengan sari kedelai.

III.4.2 Penanganan limbah cair

Limbah cair yang dihasilkan pabrik pengolahan tahu termasuk limbah tidak berbahaya bahkan dapat dimanfaatkan menjadi *nata de soya*, tetapi bila akan dibuang maka perlu dilakukan penanganan secara khusus. Hal ini disebabkan oleh sifat limbah cair tersebut. Sifat limbah cair dari pengolahan tahu antara lain sebagai berikut :

- a. Limbah cair mengandung zat-zat organik terlarut yang cenderung membusuk kalau dibiarkan tergenang sampai beberapa hari di tempat terbuka.
- b. Suhu air limbah tahu rata-rata berkisar antara 40°-60° C. Suhu ini lebih tinggi dibandingkan suhu rata-rata air lingkungan. Pembuangan secara langsung, tanpa proses, dapat membahayakan kelestarian lingkungan hidup.
- c. Bakteri tumbuh optimal pada pH 6,5-8,5 sedangkan air limbah tahu bersifat asam karena proses penggumpalan sari kedelai membutuhkan bahan penolong yang bersifat asam. Keasaman limbah dapat membunuh mikroba, misalnya bakteri. Agar aman, limbah perlu diolah hingga mempunyai pH 6,5.

Penanganan air limbah tahu secara khusus membutuhkan satu unit kolam pengolahan sebelum limbah dibuang ke perairan umum. Satu unit kolam pengolahan itu terdiri dari bak pengolah awal, bak pengumpul, bak anerobik dan bak pengolah lanjut.

Fungsi dari masing-masing bak tersebut adalah :

1. Bak pengolah awal digunakan untuk menghilangkan benda padat. Bak ini dilengkapi saringan kawat. Dari bak pengolahan awal, air limbah disalurkan ke bak pengumpul.
2. Bak pengumpul digunakan untuk menyeragamkan kualitas air limbah tahu yang meliputi kepekatan bahan organik terlarut, suhu dan pH. Suhu dikendalikan dengan memperpanjang waktu tinggal (didiamkan ± 10 hari), keasaman pH diatur dengan penambahan kapur agar menjadi netral. Dalam bak ini limbah diatur agar bersuhu 32°C dan ber-pH 6,8.
3. Bak anaerob berfungsi untuk memecahkan bahan polutan dalam air limbah secara hayati, tanpa oksigen. Di dalam bak ini, air limbah ditambah dengan EM₄, kemudian dibiarkan selama 10-18 hari agar padatan zat organik yang terkandung terurai. Gas yang terbentuk dalam air limbah sedikit busuk.
4. Pengolahan air limbah yang keluar dari bak anaerob disalurkan ke bak pengolah lanjut untuk didiamkan sekitar 8 hari. Tujuannya untuk menghilangkan bau busuk yang ada. Air limbah yang berwarna jernih dan tidak berbau busuk memberikan indikasi bahwa proses itu telah berlangsung secara efektif. Air limbah tersebut telah siap disalurkan ke perairan umum (Sarwono dan Saragih, 2004).

III. 5 *Nata de Soya*

III.5.1 Mengenal produk *nata*

Produk *nata* merupakan jenis makanan populer di Philipina, diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1981 dan ternyata dapat diterima dan di sukai oleh masyarakat Indonesia. Produk *nata* dapat dibuat dari berbagai jenis bahan. Dari air kelapa disebut *nata de coco*, dari buah nanas disebut *nata de pina* dan dari limbah cair tahu disebut *nata de soya*. Meskipun dibuat dari berbagai macam bahan namun namanya tetap *nata* dan kondisinya mirip satu sama lain.

Nata dibentuk oleh bakteri *Acetobacter aceti xylinum* dengan memanfaatkan gula sebagai sumber energi, selanjutnya gula disintesa membentuk jaringan. Dalam media cair *Acetobacter aceti xylinum* mampu membentuk suatu lapisan atau massa dengan ketebalan beberapa cm mengambang dipermukaan. Disamping itu akan terbentuk juga asam cuka yang akan membuat cairan menjadi semakin asam. Kondisi *nata* yang baik yaitu berupa padatan bertekstur lembut kenyal berwarna putih agak transparan seperti kolang-kaling dengan kadar air 85% (Disperindag, 1995).

Nata dapat digunakan sebagai makanan penyegar atau pencuci mulut, campuran *fruit cocktail* dan dapat digunakan sebagai bahan pengisi *ice cream* (Disperindag, 1995). Bahkan menurut hasil penelitian *micorbial cellulose*, *nata* di Jepang telah dikembangkan untuk keperluan peralatan-peralatan yang berteknologi tinggi, misalnya untuk membran *sound system* (Warisno, 1994).

III.5.2 Proses pembuatan *nata de soya*

Nata de Soya merupakan perkembangan teknologi pembuatan *nata* yang dikembangkan oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Pertanian Bogor.

Nata de soya atau sari *nata* kedelai adalah sejenis makanan dalam bentuk *nata*, padat, putih dan transparan, merupakan makanan penyegar dan pencuci mulut, yang dapat dicampur dengan *fruit cocktail*, *ice cream* atau cukup ditambah sirup saja.

Nata de soya dibentuk oleh bakteri *Acetobacter aceti xylinum* yang merupakan bakteri asam asetat bersifat aerob, pada media cair dapat membentuk suatu lapisan yang dapat mencapai ketebalan beberapa sentimeter, kenyal, putih dan lebih lembut dibanding *nata de coco*.

Proses produksi *nata de soya* mengacu pada proses produksi *nata* secara umum. Cara pembuatan *nata de soya* hampir sama dengan pembuatan *nata de coco*. Perbedaannya hanya pada bahan baku dan bahan tambahan serta lama waktu fermentasi. Proses pembuatan *nata de soya* di bagi menjadi dua tahap yaitu pembuatan starter dan fermentasi.

Teknologi pembuatan *nata de soya* cukup sederhana karena semua bahan baku baik limbah tahu maupun enzimnya yaitu *Acetobacter aceti xylinum* semuanya dapat diperoleh dengan mudah. Dengan makin meningkatnya kesadaran masyarakat akan lingkungan yang bersih dan sehat, sangat tepat jika teknologi pembuatan *nata de soya* dapat segera tersebar kepada masyarakat luas, baik produsen tahu itu sendiri maupun pengusaha kecil lainnya yang menaruh minat di bidang pembuatan *nata de*

soya. Dengan dilakukannya analisis masalah dampak lingkungan (AMDAL) oleh pemerintah, industri pengolahan tahu akan tergerak untuk memanfaatkan limbahnya yang terbuang percuma agar tidak mengakibatkan pencemaran lingkungan.

III.6 *Acetobacter aceti xylinum*

Acetobacter aceti xylinum termasuk bakteri asam asetat yang mempunyai kemampuan membentuk asam dari gula atau alkohol secara oksidasi tidak sempurna. Bakteri ini mempunyai toleransi yang tinggi terhadap asam, aktivitas peptolitiknya rendah, gerakannya lemah dan tidak mempunyai pigmen. Tempat tinggal alamiah dari bakteri asam asetat adalah tumbuh-tumbuhan. Di tempat terdapat getah-getah yang kaya gula dapat ditemukan ragi yang mendampingi bakteri asam asetat.

Acetobacter aceti xylinum merupakan pengoksidasi atau peroksidan ulung yang menumpuk asetat dan merubah medianya menjadi keruh hingga mengakibatkan terjadinya endapan kalsium karbonat namun dalam mengoksidasi asetat amat lamban (Baskoro, 1994).

Acetobacter aceti xylinum mempunyai sifat morfologi, sifat fisiologi dan sifat di dalam pertumbuhan selnya.

a. Sifat Morfologi

Acetobacter aceti xylinum merupakan bakteri berbentuk batang pendek, yang mempunyai panjang 2 mikron dan lebar 0,6 mikron, dengan permukaan dinding yang berlendir. Bakteri ini bisa

membentuk rantai pendek dengan satuan 6-8 sel. Bersifat nonmotil dan dengan pewarnaan gram menunjukkan gram negatif.

Bakteri ini tidak membentuk endospora maupun pigmen. Pada kultur sel yang masih muda, individu sel berada sendiri-sendiri dan transparan. Koloni yang sudah tua membentuk lapisan menyerupai gelatin yang kokoh menutupi sel dan koloninya. Pertumbuhan koloni pada medium cair setelah 48 jam inokulasi akan membentuk lapisan pelikel dan dapat dengan mudah diambil dengan jarum ose.

b. Sifat Fisiologi

Bakteri ini dapat membentuk asam dari glukosa, etil alkohol dan propil alkohol, tidak membentuk indol dan mempunyai kemampuan mengoksidasi asam asetat menjadi CO_2 dan H_2O . Sifat yang paling menonjol dari bakteri ini adalah memiliki kemampuan untuk mempolimerisasi glukosa hingga menjadi selulosa. Selanjutnya selulosa tersebut membentuk matrik yang dikenal sebagai *nata*. Faktor-faktor dominan yang mempengaruhi sifat fisiologi dalam pembentukan *nata* adalah ketersediaan nutrisi, derajat keasaman, temperatur dan ketersediaan oksigen.

c. Pertumbuhan Sel

Pertumbuhan sel bakteri didefinisikan sebagai pertumbuhan secara teratur semua komponen di dalam sel hidup. Umur sel ditentukan segera setelah proses pembelahan sel selesai, sedangkan umur kultur ditentukan dari lamanya inkubasi.

Dalam satu waktu generasi bakteri akan melewati beberapa fase pertumbuhan sebagai berikut:

a. Fase Adaptasi

Begitu dipindahkan ke media baru atau ditanam bakteri tidak akan langsung tumbuh dan berkembang. Pada fase ini, bakteri akan terlebih dulu menyesuaikan diri dengan substrat dan kondisi lingkungan barunya. Oleh sebab itu fase disebut sebagai fase adaptasi. Meskipun tidak mengalami perbanyakan sel pada fase ini terjadi aktifitas metabolisme dan bahkan pembesaran sel. Lama fase ini ditentukan oleh medium dan lingkungan pertumbuhan serta jumlah inokulum. Fase adaptasi bagi bakteri dicapai antara 0 sampai 24 jam atau kurang lebih satu hari sejak inokulasi. Makin cepat fase ini dilalui makin efisien proses pembentukan *nata* yang terjadi.

b. Fase Pertumbuhan Awal

Pada fase ini sel mulai membelah dengan kecepatan rendah. Fase ini menandai diawalinya fase pertumbuhan eksponensial. Fase ini dilalui dalam beberapa jam.

c. Fase Pertumbuhan Eksponensial

Fase ini disebut juga sebagai fase pertumbuhan logaritmik yang ditandai dengan pertumbuhan yang sangat cepat untuk bakteri, fase ini dicapai dalam waktu antara 1 sampai dengan 5 hari tergantung pada kondisi lingkungan. Pada fase ini juga, bakteri *nata* mengeluarkan enzim ekstraseluler polimerase

sebanyak-banyaknya untuk menyusun polimer glukosa menjadi selulosa (metrik *nata*). Fase ini sangat menentukan tingkat kecepatan suatu strain bakteri *nata* dalam bentuk *nata*.

d. Fase Pertumbuhan Lambat

Pada fase ini terjadi pertumbuhan yang diperlambat karena ketersediaan nutrisi telah berkurang, terdapatnya metabolit yang bersifat toksik yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan umur sel setelah tua. Pada fase ini pertumbuhan tidak lagi stabil tetapi jumlah sel yang tumbuh lebih banyak daripada jumlah sel yang mati.

e. Fase Pertumbuhan Tetap

Pada fase ini jumlah sel yang tumbuh relatif sama dengan jumlah sel yang mati. Penyebabnya adalah didalam media terjadi kekurangan nutrisi pengaruh metabolit toksik lebih besar dan umur sel semakin tua. Namun pada fase ini sel akan lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim jika dibandingkan dengan ketahanannya pada fase yang lain. Metrik *nata* lebih banyak diproduksi pada fase ini.

f. Fase Menuju Kematian

Pada fase ini bakteri mulai mengalami kematian karena nutrisi telah habis dan sel kehilangan banyak energi cadangannya.

g. Fase Kematian

Pada fase ini sel dengan cepat mengalami kematian dan hampir merupakan kebalikan dari fase logaritmik. Sel mengalami

lisis dan melepaskan komponen yang terdapat didalamnya. Kecepatan kematian dipengaruhi oleh nutrisi, lingkungan dan jenis bakteri. Untuk bakteri *nata*, fase ini dicapai setelah hari ke-8 hingga ke-15. Pada fase ini bakteri *nata* tidak baik apabila digunakan dalam membuat *nata* (Pambayun, 2002).

III.7 Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)

III.7.1 Definisi HACCP

HACCP adalah suatu sistem yang mengidentifikasi bahaya spesifik yang mungkin timbul dalam mata rantai produksi makanan dan tindakan pencegahan untuk mengendalikan bahaya tersebut (Puspita, 2001).

HACCP adalah suatu metode manajemen keamanan makanan yang sistematis dan didasarkan pada prinsip-prinsip yang sudah dikenal, yang ditujukan untuk mengidentifikasi bahaya yang kemungkinan dapat terjadi pada setiap tahapan dalam rantai persediaan makanan, dan tindakan pengendalian ditempatkan untuk mencegah munculnya bahaya tersebut (Mortimore dan Wallace, 2005).

III.7.2 Tujuan dan manfaat penerapan HACCP

Secara umum penerapan HACCP bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dengan cara mencegah atau mengurangi kasus keracunan dan timbulnya penyakit melalui makanan atau pangan.

Secara khusus, HACCP diterapkan untuk :

1. Mengevaluasi cara memproduksi makanan atau bahan pangan untuk mengetahui bahaya yang mungkin terjadi.
2. Memperbaiki cara memproduksi makanan/bahan pangan dengan memberikan perhatian khusus terhadap tahap-tahap proses atau mata rantai produksi yang dianggap kritis.
3. Memantau dan mengevaluasi cara menaungi dan mengolah makanan serta menerapkan sanitasi dalam memproduksi makanan.
4. Meningkatkan pemeriksaan secara mandiri terhadap industri pangan oleh operator dan karyawan.

Di samping tujuannya, penerapan HACCP dapat memberikan manfaat khususnya bagi industri atau produsen antara lain sebagai berikut:

1. Memberikan dan meningkatkan jaminan mutu (keamanan) produk yang dapat lebih dipercaya.
2. Menekan kerusakan produk karena cemaran.
3. Melindungi kesehatan konsumen dari bahaya dan pemalsuan.
4. Menekan biaya pengendalian mutu dan kerugian lainnya.
5. Mencegah kehilangan pembeli atau pasar (memperlancar pemasaran).
6. Mencegah penarikan produk dan pemborosan biaya produksi atau kerugian.
7. Pembinaan dan pembersihan (sanitasi) tempat-tempat produksi atau pabrik

(Anonymous, sitasi 21 Mei 2007)

III.7.3 Prinsip-prinsip HACCP

Sebagai suatu sistem jaminan mutu yang menitik beratkan pada identifikasi bahaya tertentu dan upaya mencegah cemaran pada bahan pangan dan kerusakannya, HACCP mensyaratkan pelaksanaan tujuh prinsip sebagai berikut :

1. Prinsip 1 : Analisis bahaya dan penetapan resiko bahaya

Bahaya (*hazard*) adalah bahan biologi/ mikrobiologi, kimia atau fisik atau kondisi yang dapat menimbulkan risiko kesehatan yang tidak diinginkan bagi konsumen.

Analisis bahaya adalah identifikasi bahaya spesifik (fisik, kimia dan mikrobiologi) terhadap bahan mentah atau bahan tambahan, serta bahaya yang mungkin timbul pada setiap mata rantai produksi makanan.

a. Bahaya biologis

Bahaya biologis adalah berupa mikroorganisme pathogen, virus atau parasit yang dapat menyebabkan keracunan, penyakit infeksi atau infestasi.

Bahaya biologi merupakan bahaya yang pada umumnya sering menjadi penyebab utama penyakit atau keracunan yang ditularkan melalui makanan. Oleh karena itu, konsep dasar pengembangan sistem HACCP pada awalnya didasarkan pada adanya bahaya biologi (Puspita, 2001).

b. Bahaya kimia

Bahaya kimia adalah toksin alami atau bahan kimia beracun atau bahan kimia yang dapat menimbulkan masalah kesehatan konsumen. Secara umum bahan kimia berbahaya yang mungkin terdapat di dalam makanan dikelompokkan menjadi dua, yaitu bahan kimia yang terbentuk secara alami pada bahan makanan dan bahan kimia yang ditambahkan ke dalam makanan secara sengaja atau tidak sengaja (Puspita, 2001).

Kontaminasi zat kimia pada bahan makanan dapat terjadi pada saat produksi atau selama distribusi dan penyimpanan. Dampak dari bahaya kimia pada konsumen bisa berupa dampak jangka panjang misalnya karsinogenik dan jangka pendek misalnya alergi atau dampak teratogenik.

Beberapa contoh kontaminasi zat kimia pada bahan mentah yaitu pestisida atau herbisida, racun, allergen, antibiotik, residu hormon, logam berat. Selama proses berlangsung yaitu pembersih, pelumas, zat pendingin, zat kimia, pengendali hama. Dalam kemasan yaitu bahan plastik dan zat adiktif, tinta, zat perekat, peluruh logam dari kaleng (Mortimore dan Wallace, 2005).

c. Bahaya fisik

Bahaya fisik adalah benda-benda asing yang seharusnya tidak boleh terdapat dalam makanan atau bahan makanan, dan dapat menimbulkan masalah bagi kesehatan. Bahaya fisik dapat

mencemari makanan pada berbagai tahap pengolahan misalnya selama pemanenan, transportasi bahan makanan, pengolahan, pengemasan, penyimpanan dan penghidangan (Puspita, 2001).

Setiap makanan diidentifikasi kemungkinan mengandung bahaya A sampai bahaya F, kemudian dikelompokkan berdasarkan kategori resiko bahaya.

Tabel III.4 Kelompok produk berdasarkan bahaya

Kelompok bahaya	Karakteristik bahaya
Bahaya A	Kelompok produk khusus yang terdiri dari produk non steril yang ditujukan untuk konsumen beresiko tinggi seperti bayi, orang sakit, orang tua dan sebagainya.
Bahaya B	Produk mengandung bahan atau <i>ingredien</i> yang sensitif terhadap bahaya biologi, kimia atau fisik
Bahaya C	Di dalam proses produksi tidak terdapat tahap yang dapat : a. Membunuh mikroorganisme berbahaya b. Mencegah atau menghilangkan bahaya kimia atau fisik
Bahaya D	Produk kemungkinan mengalami pencemaran kembali setelah pengolahan sebelum pengemasan.
Bahaya E	Kemungkinan dapat terjadi kontaminasi kembali atau penanganan yang salah selama distribusi, penjualan atau penanganan oleh konsumen, sehingga produk menjadi berbahaya jika dikonsumsi.
Bahaya F	a. Tidak ada proses pemanasan setelah pengemasan atau waktu dipersiapkan di rumah yang dapat memusnahkan atau menghilangkan bahaya biologis. b. Tidak ada cara bagi konsumen untuk mendeteksi, menghilangkan atau menghancurkan bahaya kimia atau fisik.

Sumber : Puspita, 2001

Tabel III.5 Golongan produk berdasarkan kategori resiko

Kategori resiko	Karakteristik bahaya	Keterangan
0	0 (tidak ada bahaya)	Tidak mengandung bahaya sampai F
I	(+)	Mengandung satu bahaya B sampai F
II	(++)	Mengandung dua bahaya B sampai F
III	(+++)	Mengandung tiga bahaya B sampai F
IV	(++++)	Mengandung empat bahaya B sampai F
V	(+++++)	Mengandung lima bahaya B sampai F
VI	A+ (kategori khusus) tanpa atau dengan bahaya B sampai F	Kategori resiko paling tinggi (semua produk yang mempunyai bahaya A)

Sumber : Puspita, 2001

2. Prinsip 2 : Tentukan titik kendali kritis (*Critical Control Point*)

Titik kendali kritis adalah setiap titik termasuk bahan mentah atau baku, tahap atau prosedur pada suatu sistem produksi makanan yang jika tidak dikendalikan dapat mengakibatkan resiko kesehatan yang tidak diinginkan (Puspita, 2001). Untuk mengidentifikasi titik kendali kritis, semua bahan mentah, langkah proses dan tindakan pengendaliannya dapat dikaji dengan menggunakan pohon keputusan (*decision tree*) titik kendali kritis sebagai metodenya (Mortimore dan Wallace, 2005).

3. Prinsip 3 : Tetapkan batas kritis

Batas kritis adalah suatu nilai yang merupakan batas antara keadaan dapat diterima dan tidak dapat diterima. Dalam penetapan batas kritis terkadang perlu juga ditetapkan suatu nilai target.

Nilai target adalah suatu nilai atau karakteristik fisik, kimia dan biologi yang digunakan untuk menyakinkan atau menjamin bahwa batas kritis selalu terpenuhi dan tidak boleh dilampaui. Batas kritis harus ditetapkan pada setiap titik kendali kritis yang telah ditentukan. Pada beberapa kasus, setiap titik kritis membutuhkan lebih dari satu batas kritis. Batas kritis harus dipenuhi untuk menjamin bahwa titik kendali kritis dapat dikendalikan dengan baik (Puspita, 2001).

4. Prinsip 4 : Pemantauan pengendalian titik kendali kritis

Pemantauan titik kendali kritis adalah pengamatan atau pengukuran untuk menetapkan apakah suatu titik kendali kritis dapat dikendalikan dan menghasilkan suatu catatan yang diteliti untuk selanjutnya digunakan pada tahap verifikasi (Puspita, 2001).

5. Prinsip5 : Tetapkan tindakan perbaikan

Tindakan perbaikan yang dilakukan terencana terhadap hasil pemantauan yang menunjukkan bahwa titik kendali kritis tertentu berada di luar kendali. Bila terjadi penyimpangan, hendaknya dikembalikan pada proses yang sebenarnya. Selanjutnya, produk yang dihasilkan pada saat penyimpangan terjadi perlu diidentifikasi (Puspita, 2001).

6. Prinsip 6 : Verifikasi

Verifikasi adalah penerapan metode, prosedur, pengujian dan evaluasi lain, di samping pemantauan untuk mengukur pemenuhan rancangan HACCP. Verifikasi dilaksanakan melalui audit, pengujian

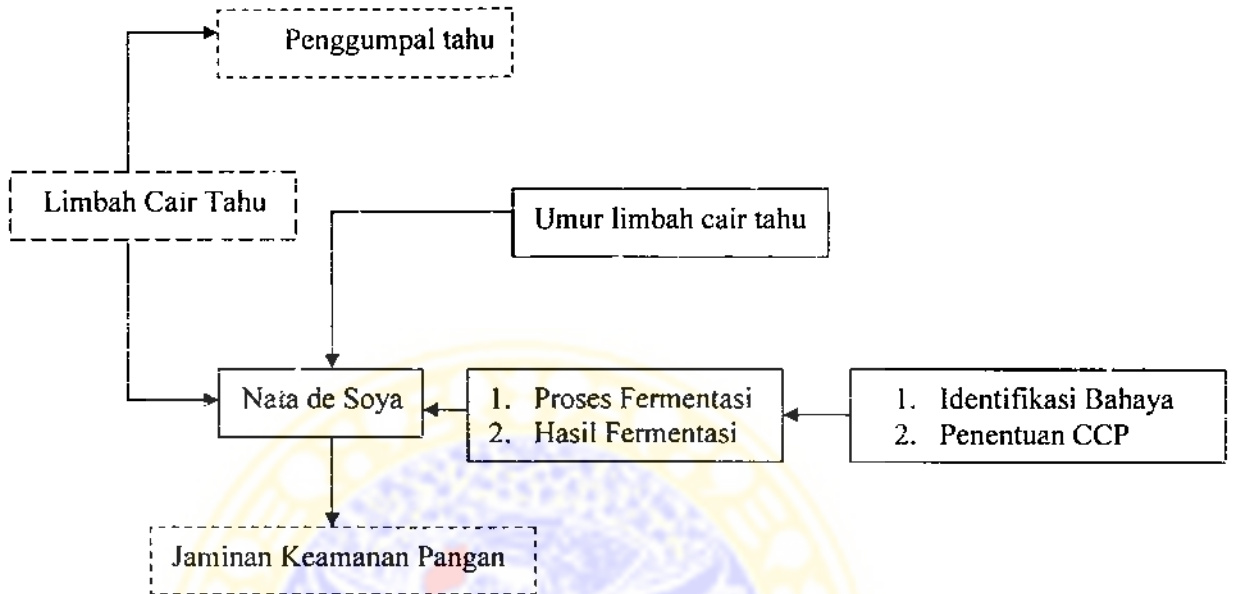
produk dan pengkajian terhadap cacatan dan prosedur serta pelaksanaannya jika perlu (Mortimore dan Wallace, 2005).

7. Prinsip 7 : Dokumentasi semua prosedur dan cacatan

Sistem HACCP harus didokumentasikan dan catatan dipelihara untuk menunjukkan bahwa sistem itu memang disusun dengan tepat dan berfungsi dengan benar (Mortimore dan Wallace, 2005).



BAB IV
KERANGKA KONSEPTUAL



Gambar IV. 1 Kerangka konseptual

Keterangan :



Diteliti



Tidak diteliti

Dari kerangka konsep tersebut dapat dilihat bahwa limbah cair tahu dapat dimanfaatkan kembali menjadi penggumpal tahu dan diolah menjadi makanan yaitu *nata de soya*. Hasil *nata de soya* yang dibuat dapat dipengaruhi oleh umur limbah cair tahu. Dengan penggunaan limbah cair tahu sebagai bahan baku pembuatan *nata de soya*, perlu diketahui berapa lama proses fermentasi dan hasil fermentasinya yaitu produk *nata*. Agar dapat terjamin keamanannya perlu

dilakukan identifikasi bahaya dan menentukan CCP sebagai upaya untuk menjamin keamanan pangan.

Hipotesis

Limbah cair tahu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *nata de soya* secara fermentasi dengan biakan *Acetobacter aceti xylinum* dan untuk menjamin keamanannya dilakukan upaya identifikasi bahaya dan menentukan CCP. Maka hipotesisnya adalah:

1. Umur limbah cair tahu dapat mempengaruhi lamanya proses fermentasi dan kualitas *nata de soya* yang dihasilkan.
2. Identifikasi bahaya dan menentukan CCP menjamin keamanan produk *nata* untuk dikonsumsi.

BAB V

METODE PENELITIAN

V.1 Rancang Bangun Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Metode yang digunakan dalam percobaan ini adalah *comparative experiment*, yaitu melakukan suatu percobaan dengan membandingkan perlakuan-perlakuan dan membandingkan pengaruh perlakuan-perlakuan tersebut.

V.2 Sampel, besar sampel dan cara pengambilan sampel

V.2.1 Sampel

Sampel merupakan limbah cair tahu dengan variasi umur limbah 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam yang diambil untuk pengujian mikrobiologi yaitu MPN *coliform* dan produk *nata* yang diambil untuk pengujian mikrobiologi yaitu ALT dan *E. coli*. Penggunaan pengujian mikrobiologi pada dasarnya hanya digunakan sebagai informasi tambahan yang dapat mendukung gambaran kualitas *nata de soya*

V.2.2 Besar sampel

Pengambilan jumlah sampel dilakukan dengan cara mengambil 2 liter limbah cair tahu setelah proses penggumpalan untuk masing-masing variasi waktu. Tiap produk *nata* hanya diambil satu sampel untuk diperiksa bakterinya (ALT dan *E. coli*), sampel yang diambil sebesar 200 gram.

V.2.3 Cara pengambilan sampel

Sampel diambil dengan interval waktu setiap 6 jam hingga 24 jam langsung pada bak penampungan limbah cair tahu yang ada di pabrik tahu.

Hal tersebut dikarenakan pada pengamatan awal terhadap limbah tahu pada saat umur limbah memasuki 24 jam telah tampak lapisan putih yang apabila dibiarkan akan muncul jamur pada lapisan tersebut dan berbau busuk dan disesuaikan dengan tujuan peneliti. Untuk pembuatan *nata*, dari setiap interval waktu tersebut bertambah 15 menit sebelum limbah cair tahu dibuat *nata*, dikarenakan jarak tempuh dari pabrik tahu ke tempat pembuatan *nata* di industri *nata de coco*.

Pengambilan sampel dilakukan secara acak dan dilakukan sebanyak 2 kali, kemudian sampel dimasukkan dalam wadah steril dan ditaruh di termos yang diisi es untuk menghindari pengaruh luar sekaligus menghambat pertumbuhan bakteri selama perjalanan menuju laboratorium.

V.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

V.3.1 Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di industri rumah tangga pembuatan *nata de coco* yang berlokasi di perumahan Karanglo Indah FF/ 10 Malang dengan pengambilan sampel limbah cair tahu di pabrik tahu X di Singosari, Kabupaten Malang.

V.3.2 Waktu penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2006 sampai dengan Agustus 2007. Pengambilan data dilakukan mulai bulan Mei 2007 sampai dengan Juli 2007.

V.4 Variabel, Definisi Operasional dan Cara Pengukuran

V.4.1 Variabel penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah umur limbah cair tahu, lama proses fermentasi, hasil fermentasi dan titik-titik kritis.

V.4.2 Definisi operasional dan cara pengukuran

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran
1.	Umur limbah cair tahu	Lama waktunya limbah cair tahu dibuang setelah proses penggumpalan pada pembuatan tahu hingga dibuat <i>nata</i>	Menggunakan alat pengukur waktu yaitu jam dengan satuan jam
1.	Lama proses fermentasi	Lama waktunya limbah cair tahu dioksidasikan secara aerob hingga terbentuk lapisan <i>nata</i> hingga mencapai <i>zero residual substrat</i> atau pembentukan lapisan <i>nata</i> mencapai titik maksimum dengan bantuan <i>Acetobacter</i>	Menggunakan alat pengukur waktu yaitu jam dengan satuan jam
2.	Hasil fermentasi	Produk lapisan <i>nata</i> yang terbentuk setelah dioksidasi secara anaerob	Menggunakan observasi pada aspek sensoris, organoleptik <u>Kualifikasi :</u> <u>Warna :</u> Baik : warna putih transparan Buruk : Jika warna <i>nata</i> selain warna tersebut diatas <u>Tekstur :</u> Baik : Kenyal, tidak keras, tidak mudah hancur, lembut Buruk : Jika rasa <i>nata</i> tidak sesuai dengan tersebut diatas
4.	Titik-titik kritis	Bahan baku, proses, produk jadi atau tahapan yang memiliki tingkat resiko selama proses produksi <i>nata</i>	Menggunakan pohon keputusan Ya : Jika berdasarkan pohon keputusan termasuk CCP Tidak : Jika berdasarkan pohon keputusan tidak termasuk CCP

V.5 Bahan dan Alat Penelitian

V.5.1 Bahan penelitian: Limbah cair tahu, bakteri *Acetobacter aceti xylinum*, glukosa, pupuk ZA, asam asetat 25%.

V.5.2 Alat penelitian :

No.	Nama Alat	Kegunaan
1	Loyang	Wadah fermentasi.
2	Panci	Merebus bahan baku yang akan di inokulasi dengan starter.
3	Kompor	Merebus bahan baku
4	pH meter	Mengukur pH
5	Timbangan	Menimbang media
6	Bak plastik	Menampung <i>nata</i> dan merendam <i>nata</i> yang telah dibersihkan
7	Pisau	Memotong <i>nata</i> yang dihasilkan
8	Sendok makan	Membersihkan lendir sisa fermentasi
9	Sarung tangan	Menghindari kontaminasi tangan ketika mencuci <i>nata</i>
10	Sendok	Pengaduk

V.6 Persiapan Penelitian

a. Penyediaan limbah cair tahu

Limbah cair tahu yang digunakan sebagai bahan baku pembuat *nata* adalah limbah cair yang di buang setelah proses penggumpalan dan diperoleh dengan cara mengambil langsung dari industri rumah tangga pembuat tahu.

b. Pembuatan *starter***Bahan-bahan:**

1. Biakan murni *Acetobacter aceti xylinum*
2. Asam asetat 25% dengan pH 3-4 10 ml
3. Glukosa 80 g
4. ZA 5 g
5. Limbah cair tahu yang sudah disaring 1600 ml

Proses pembuatan

1. Timbang bahan-bahan yang sudah disiapkan dan semprotkan alkohol ke tangan agar steril.
2. Ambil 1600 ml larutan limbah cair tahu, siapkan kemudian diendapkan dan di saring. Setelah itu, tuang larutan ke panci dan panaskan hingga mendidih
3. Tambahkan 5 gr ZA dan 80 gr glukosa. Aduk hingga glukosa larut.
4. Turunkan panci dari kompor atau kecilkan kompor, lalu tambahkan 10 ml asam asetat ke dalam larutan
5. Pindahkan campuran tersebut ke dalam botol, lalu tunggu sampai dingin selama 15 jam.
6. Tambahkan 4 ml larutan biakan lalu tutup dengan kertas koran steril
7. Letakkan botol ke dalam ruang inkubasi selama 6-8 hari sampai terbentuk lapisan putih pada media.

c. Pembuatan fermentasi

Bahan-bahan:

- | | |
|---|---------|
| 1. <i>Starter</i> | 50 ml |
| 2. Glukosa | 80 g |
| 3. ZA | 5 g |
| 4. Asam asetat 25% | 10 ml |
| 5. Limbah cair tahu yang sudah disaring | 1000 ml |

Proses pembuatan:

1. Timbang bahan, limbah cair tahu diendapkan selama beberapa menit, kemudian disaring, tuang dalam panci.
2. Panaskan 1000 ml larutan sampai mendidih. Aduk dan tambahkan ZA dan glukosa ke dalam larutan. Aduk sampai rata dan turunkan panci dari kompor atau kecilkan kompor.
3. Masukkan asam asetat ke dalam 1000 ml limbah cair
4. Tuang larutan ke dalam loyang yang telah ditutup dengan koran dan biarkan sampai dingin selama 15 jam.
5. Tambahkan *starter* ke dalam campuran tersebut sebanyak 50 ml.
6. Letakkan di ruang fermentasi selama 12-15 hari sampai terbentuk lapisan *nata* yang cukup tebal (± 2 cm).
7. Ambil lapisan *nata* secara perlahan dengan menggunakan sendok lalu cuci.
8. Rendam *nata* dalam air untuk menurunkan keasaman dan menghilangkan lendir selama sehari semalam atau 24 jam.

BAB VI

HASIL PENELITIAN

Dari percobaan pembuatan *nata de soya* dan pengamatan diperoleh hasil sebagai berikut :

VI.1 Pengaruh umur limbah cair tahu pada proses fermentasi pembuatan *nata de soya*

Pembuatan *nata de soya* menggunakan bahan baku limbah cair tahu dengan variasi umur limbah setiap interval 6 jam sampai limbah cair tahu berumur 24 jam, yaitu 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam. Dari hasil percobaan dengan variasi waktu tersebut diatas, umur limbah tahu yang berumur 0 jam, 6 jam dan 12 jam proses fermentasinya cepat, menghasilkan *nata* dalam waktu 15 hari dengan ketebalan *nata* 2 cm (pada loyang berukuran 28 cm x 22 cm x 4 cm) dan mencapai tingkat *zero residual substrat*. Sedangkan yang lama dalam proses fermentasi adalah limbah cair tahu dengan umur limbah 18 jam dan 24 jam. Pada proses fermentasi dengan umur limbah 18 jam dan 24 jam pada hari ke-17 ketebalan *nata* baru mencapai 8 mm, namun sudah dipanen dikarenakan adanya perubahan pada warna *nata* yang mulai nampak pada hari ke-15. Selain itu pada hari ke-15 ketebalan *nata* mencapai 8 mm hingga hari ke-17 tidak bertambah sehingga dimungkinkan bakteri mengalami kematian walaupun masih tersedia media pertumbuhan. Pada percobaan kedua secara keseluruhan hasil yang didapatkan sama namun pemanenan pada umur limbah 18 jam dan 24 jam juga dilakukan pada hari ke-15 karena ketebalan *nata* sama seperti sebelumnya yaitu 8 mm padahal media

pertumbuhan masih tersedia sehingga disimpulkan bakteri mengalami kematian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel VI.1 berikut ini.

Tabel VI.1 Umur limbah cair tahu dan lamanya proses fermentasi pada pembuatan *nata de soya* pada percobaan I berdasarkan pemanenan

Umur Limbah Cair (jam)	Lama proses fermentasi	Ketebalan <i>nata</i>
0	15 hari atau 360 jam	2 cm
6	15 hari atau 360 jam	2 cm
12	15 hari atau 360 jam	2 cm
18	17 hari atau 408 jam	8 mm
24	17 hari atau 408 jam	8 mm

Tabel VI.2 Umur limbah cair tahu dan lamanya proses fermentasi pada pembuatan *nata de soya* pada percobaan II berdasarkan pemanenan

Umur Limbah Cair (jam)	Lama proses fermentasi	Ketebalan <i>nata</i>
0	15 hari atau 360 jam	2 cm
6	15 hari atau 360 jam	2 cm
12	15 hari atau 360 jam	2 cm
18	15 hari atau 360 jam	8 mm
24	15 hari atau 360 jam	8 mm

VI.2 Kualitas *nata de soya* dengan penilaian organoleptik (tekstur dan warna)

Kualitas *nata* yang dihasilkan pada masing-masing variasi waktu, berdasarkan penilaian organoleptik atau aspek sensorisnya, kualitas semua *nata* dari setiap variasi yang diamati adalah pada aspek warna dan rasa

sebagai salah satu cara mengidentifikasi apakah *nata* tersebut layak dikonsumsi atau tidak. Berdasarkan hasil uji sensorik yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa produk *nata* yang dihasilkan dari variasi waktu 0 jam, 6 jam dan 12 jam adalah baik. *Nata* mempunyai tekstur yang kenyal, tidak keras, tidak mudah hancur dan berwarna putih transparan. Variasi waktu 18 jam dan 24 jam, kualitasnya kurang baik, walaupun *nata* mempunyai tekstur yang kenyal, tidak keras, tidak mudah hancur namun berwarna kecoklatan. Pada percobaan pertama diperoleh hasil seperti diatas. Percobaan kedua, pada saat limbah cair tahu baru berumur 15 hari sudah dipanen, dengan ketebalan 8 mm, tekstur rasanya kenyal, tidak keras, tidak mudah hancur namun tetap berwarna kecoklatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel VI.2 sebagai berikut.

Tabel VI.3 Kualitas *nata de soya* dengan penilaian organoleptik (tekstur dan warna) pada percobaan I dan II

Umur Limbah Cair (jam)	Warna	Tekstur
0	Baik	Baik
6	Baik	Baik
12	Baik	Baik
18	Buruk	Baik
24	Buruk	Baik

VI.3 Identifikasi bahaya

Pada tahap ini telah diidentifikasi berbagai bahaya baik fisik, kimia ataupun biologi yang kemungkinan timbul selama proses pembuatan *nata*

de soya. Identifikasi bahaya dimulai dengan pendiskripsian produk dan pembuatan diagram alir agar proses dapat diketahui secara jelas dan potensi bahaya dapat lebih mudah diidentifikasi kemudian dilakukan penggolongan terhadap karakteristik bahaya dan menentukan tingkat resikonya. Semua peralatan telah disterilkan dengan NaOCl dan penjamah selalu menggunakan sarung tangan yang telah dilumuri dengan alkohol sehingga tidak terdapat dalam identifikasi bahaya.

VI.3.1 Deskripsi produk

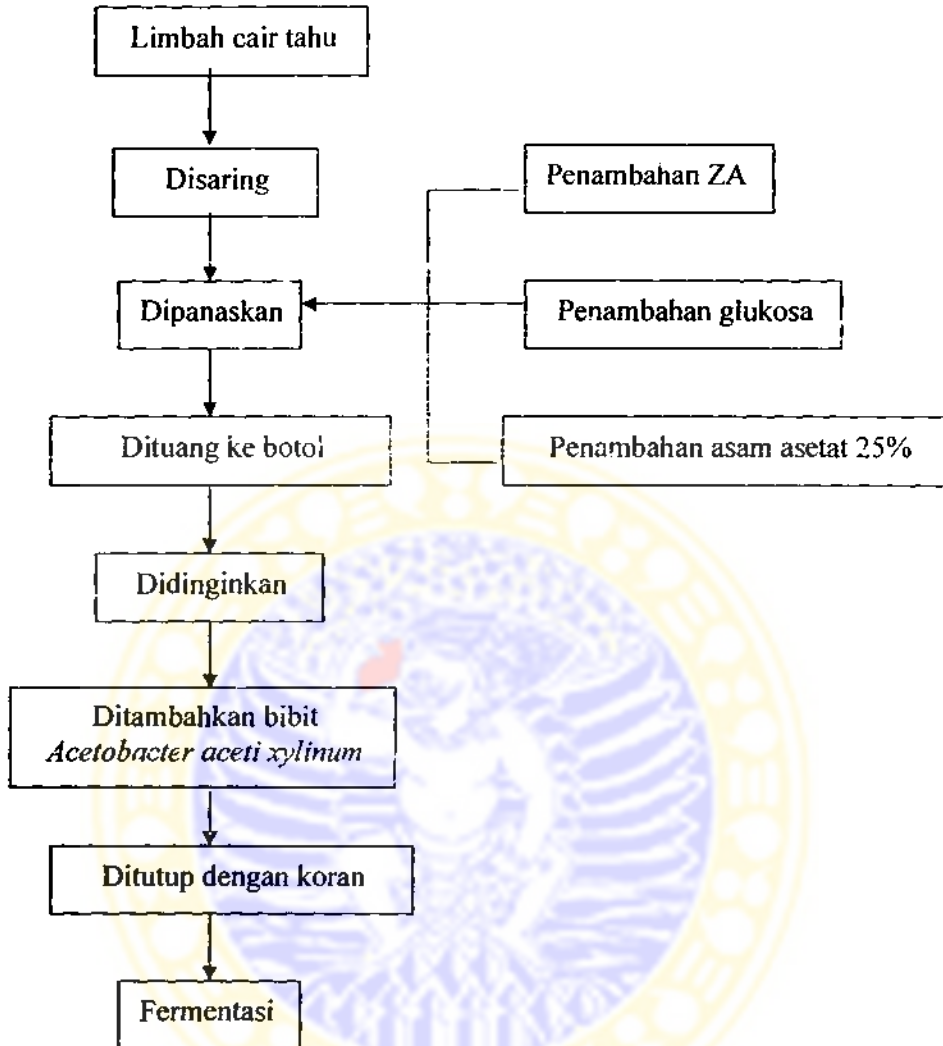
Dari produk *nata de soya* dapat didiskripsikan sebagai berikut :

1. Nama produk : *nata de soya*
2. *Ingredient* :
 - a. *Starter* : Limbah cair tahu mengalami proses pemanasan, kemudian penambahan ZA sebanyak 5 gram , glukosa 85 gram, asam asetat 25% 10 ml, setelah proses pendinginan selama 15 jam ditambahkan biakan murni *Acetobacter aceti xylinum* sebanyak 4 ml.
 - b. Fermentasi : Limbah cair tahu mengalami proses pemanasan, kemudian penambahan ZA sebanyak 5 gram , glukosa 85 gram, asam asetat 25% 10 ml, setelah proses pendinginan selama 15 jam ditambahkan *starter* sebanyak 50 ml.
3. Proses : Setiap variasi waktu mengalami proses pengolahan yang sama, yaitu pembuatan *starter* terlebih dahulu kemudian pembuatan *nata*.

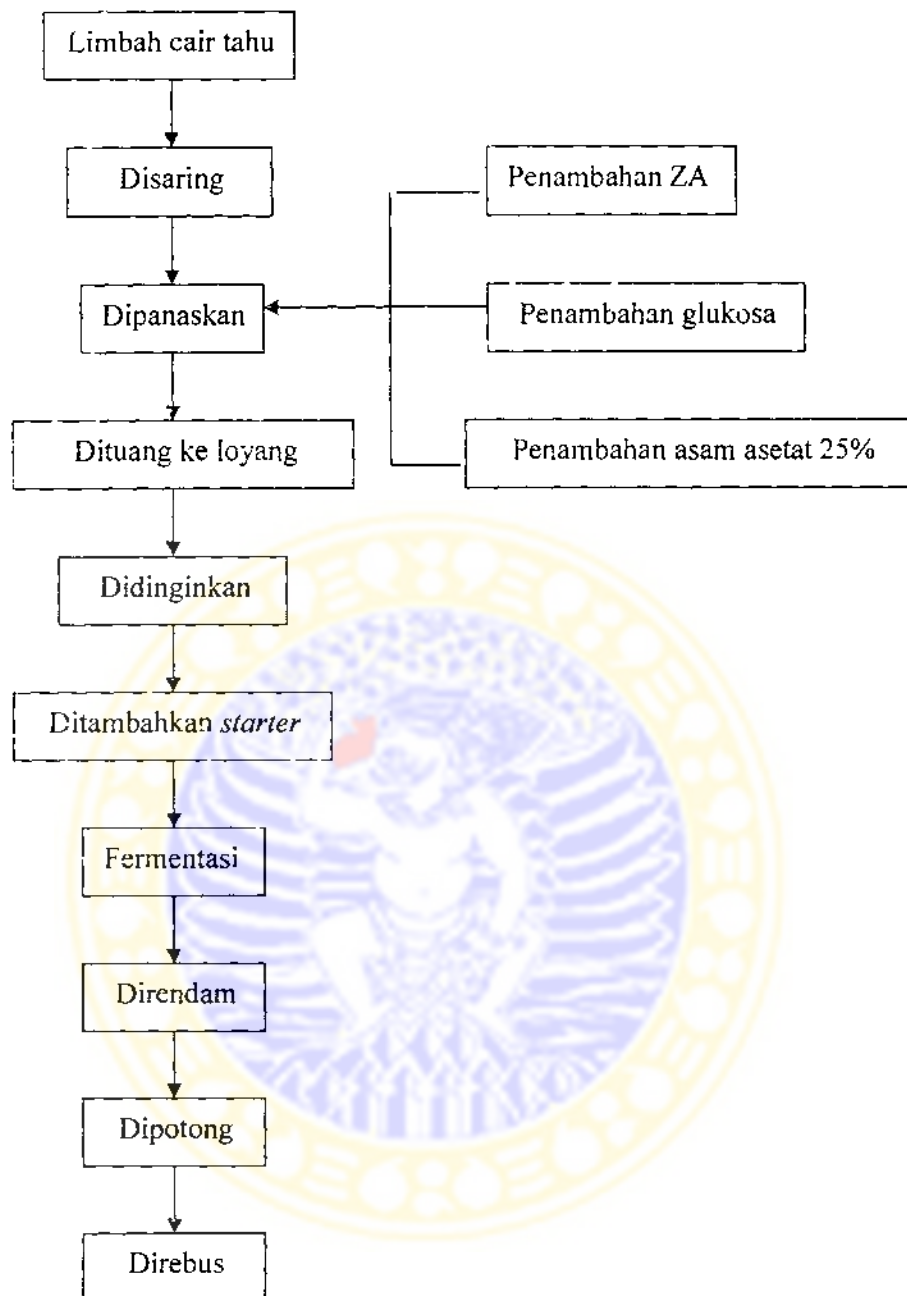
- a. Pembuatan *starter* : Limbah cair tahu disaring dan dipanaskan hingga mendidih. Setelah mendidih ditambahkan ZA dan glukosa. Kemudian angkat dan tambahkan asam asetat 25%, tuang dalam botol, tunggu hingga dingin. Setelah dingin masukkan biakan murni bakteri *Acetobakter* dan tutup dengan koran lalu fermentasikan.
- b. Pembuatan *nata* : Limbah cair tahu disaring dan dipanaskan hingga mendidih. Setelah mendidih ditambahkan ZA dan glukosa. Kemudian angkat dan tambahkan asam asetat 25%, tuang dalam loyang yang telah ditutup dengan koran, tunggu hingga dingin. Setelah dingin dimasukkan *starter* lalu fermentasikan. *Nata de soya* yang telah jadi diproses dan diolah dari *nata* yang asam diproses dengan perendaman dan perebusan terus menerus hingga menjadi netral.

VI.3.2 Diagram alir proses produksi *nata de soya*

Pembuatan *starter*



Gambar VI.1 Diagram alir proses pembuatan *starter*

Proses pembuatan *nata*Gambar VI.2 Diagram alir proses fermentasi pembuatan *nata de soya*

Proses pembuatan *nata de soya* dimulai dari tahap pembuatan *starter*. Cara pembuatan *starter* dimulai dengan menyaring dan merebus

limbah cair tahu yang akan digunakan sebagai media berkembangnya bakteri *Acetobacter aceti xylinum* selama 5 menit. Setelah limbah cair tahu mendidih dimasukkan ZA dan glukosa. Penambahan asam asetat 25% dilakukan setelah panci diangkat dari kompor, ke dalam campuran larutan limbah cair tahu yang masih panas ditambahkan asam asetat. Aduk hingga seluruh bahan tercampur dan angkat tuang dalam botol, tunggu hingga larutan *starter* dingin, selama 15 jam. Setelah larutan *starter* dingin masukkan biakan murni bakteri *Acetobacter* dan ditutup dengan kertas koran yang sebelumnya telah disetrikan terlebih dahulu.

Proses selanjutnya adalah membuat media fermentasi. Cara pembuatan media fermentasi dimulai dengan menyaring dan merebus limbah cair tahu yang akan digunakan sebagai media berkembangnya bakteri *Acetobacter aceti xylinum* selama 5 menit. Setelah limbah cair tahu mendidih dimasukkan ZA dan glukosa. Penambahan asam asetat 25% dilakukan setelah panci diangkat dari kompor, ke dalam campuran larutan limbah cair tahu yang masih panas ditambahkan asam asetat. Aduk hingga seluruh bahan tercampur dan angkat tuang dalam loyang yang sebelumnya telah ditutup dengan kertas koran dan telah disetrikan terlebih dahulu, tunggu hingga larutan dingin, selama 15 jam. Setelah larutan dingin masukkan *starter* ke dalam loyang, fermentasikan hingga seluruh larutan berubah menjadi *nata*. Kemudian angkat lembaran *nata* yang telah jadi rendam dalam air selama semalam atau 24 jam, potong dadu, rebus selama 15 menit. Ulangi proses perendaman dan perebusan hingga pH menjadi netral.

VI.3.3 Penggolongan karakteristik bahaya dan kategori resiko

Penggolongan karakteristik bahaya untuk setiap bahan baku, *ingredient* atau bahan tambahan samapai produk akhir mulai bahaya A sampai F. Bahan atau produk tersebut memiliki nilai (+) jika mempunyai karakteristik bahaya dan (-) jika tidak menunjukkan karakteristik bahaya.

Tabel VI.4 Pengelompokkan karakteristik bahaya dan kategori resiko pada bahan mentah atau jenis produk pada pembuatan *nata de soya*.

Bahan mentah/ jenis produk	Kelompok bahaya						Kategori resiko
	A	B	C	D	E	F	
1. Limbah cair tahu	-	+	-	-	-	-	I
2. ZA	-	+	-	-	-	-	I
3. Glukosa	-	+	-	-	-	-	I
4. Asam asetat	-	+	-	-	-	-	I
5. Biakan <i>Acetobaciter/ starter</i>	-	+	+	-	-	-	II
6. <i>Nata de soya</i>	+	+	+	-	-	-	VI

Identifikasi potensi bahaya fisik, kimia ataupun biologi yang terkandung dalam setiap bahan mentah, tahapan proses sampai terbentuknya produk akhir pada pembuatan *nata de soya*, sebagai berikut :

Tabel VI.5 Identifikasi bahaya dan cara pencegahan pada proses pembuatan *nata de soya*.

Bahan mentah/ tahap proses/ produk akhir	Jenis bahaya	Bahan berbahaya	Cara kontaminasi	Cara pencegahan
Bahan mentah : 1. Limbah cair tahu	Fisik	Bau yang ditimbulkan, kulit kedelai, kerikil dan ampas tahu	Bau dari kandungan asam saat proses penggumpalan; limbah tidak selalu dalam keadaan bersih, penempatan dalam bak di tempat terbuka, sisa dari proses penggumpalan	Lakukan penambahan asam pada saat suhu sari kedelai 80-90°C; dilakukan penyaringan terlebih dahulu sebelum digunakan; dilakukan pengendapan.

Lanjutan Tabel VI.5 Identifikasi bahaya dan cara pencegahan pada proses pembuatan *nata de soya*.

Bahan mentah/ tahap proses/ produk akhir	Jenis bahaya	Bahan berbahaya	Cara kontaminasi	Cara pencegahan
	Kimia	Residu asam	Penambahan asam asetat sebagai penggumpal pada proses pembuatan tahu	Gunakan asam 75 ml untuk setiap 0,5 kg kedelai kering pada proses penggumpalan
	Biologi	Bakteri berspora, patogen	Kaya bahan organik, media pertumbuhan bakteri patogen	Gunakan limbah cair sebelum mengalami perubahan warna dan bau karena penguraian bahan organik
2. ZA	Kimia	ZA bukan sebagai BTM	Sumber nitrogen, komposisi ZA	Gunakan dalam komposisi yang sesuai dan tidak terlalu berlebih
	Fisik	Kotoran pada ZA, kerikil, rambut	Pengemasan ZA tidak dalam keadaan bersih, kerikil dan rambut bias ikut saat pengemasan	Penyortiran ZA sebelum digunakan
	Biologi	Jamur, semut	ZA yang sudah lama disimpan dalam wadah dapat menjadi lembab dan menyebabkan jamur; ZA dapat menjadi sarang semut jika tidak ditempatkan pada tempat yang aman dan wadah yang tertutup rapat	Gunakan ZA yang masih baru dan gunakan wadah yang selalu dalam kondisi kering; Penyimpanan ZA pada wadah yang tertutup rapat di tempat yang bersih dan aman
3. Glukosa	Kimia	Penambahan aroma wangi-wangian	Komposisi glukosa	Gunakan BTM dalam komposisi yang sesuai dan tidak terlalu berlebih
	Fisik	Kotoran pada glukosa, rambut	Glukosa tidak selalu dalam keadaan bersih, penempatan dalam tong; rambut bisa ikut dalam pengemasan	Penyortiran glukosa sebelum digunakan
	Biologi	Semut, serangga	Glukosa dapat dijadikan sarang semut jika tidak ditempatkan di tempat yang aman dan dengan wadah yang tertutup rapat	Tempatkan glukosa dalam wadah yang tertutup, tempatkan pada tempat yang bersih

Lanjutan Tabel VI.5 Identifikasi bahaya dan cara pencegahan pada proses pembuatan *nata de soya*.

Bahan mentah/ tahap proses/ produk akhir	Jenis bahaya	Bahan berbahaya	Cara kontaminasi	Cara pencegahan
4. Asam asetat	Kimia	pH asam	Komposisi asam asetat	Gunakan BTM dalam komposisi yang sesuai dan tidak terlalu berlebih
5. Biakan <i>Acetobacter aceti xylinum</i>	Kimia	pH asam	<i>Acetobacter aceti xylinum</i> merupakan bakteri asam yang hanya dapat hidup dalam suasana asam	Gunakan 4 ml biakan murni dalam setiap pembuatan <i>starter</i> sebanyak 1600 ml.
Tahap proses 1. Penyaringan	Biologi	bakteri	Saringan yang kurang bersih dapat menjadi tempat perkembangbiakan bakteri karena sisa-sisa penggunaan sebelumnya yang menempel di saringan karena tidak dicuci dengan bersih; terjadinya kontaminasi silang dari tangan penyaring	Sebelum digunakan, pastikan saringan dalam keadaan bersih dan kering, digunakan NaOCl untuk mensterilkan, saat penyaringan jari tangan jangan masuk atau tersiram air tahu, gunakan sarung tangan yang telah disterilkan dengan alkohol
2. Pemanasan/ perebusan	Biologi	Bakteri berspora, kontaminan lain di ruang pemanasan/ dapur, dalam air	Bakteri patogen dan spora bertahan dengan pemanasan yang tidak mencukupi	Mengukur suhu dan waktu pemanasan; dijamin suhu mencapai 100°C ditandai dengan adanya gelembung air dan waktu pemanasan 5 menit
3. Penambahan ZA	Fisik	Kotoran pada ZA, komposisi ZA	Pemberian ZA yang tidak bersih, tanpa penyortiran dapat mencemari	Lakukan penyortiran terlebih dahulu sebelum digunakan; penambahan ZA harus sesuai, tidak terlalu berlebihan
	Kimia	ZA bukan sebagai BTM	Penambahan yang berlebihan dapat mempengaruhi <i>nata</i> menjadi sulit digigit atau terlalu mudah hancur.	Gunakan dalam komposisi yang sesuai, 5 gr untuk setiap 1000 ml limbah cair tahu
	Biologi	Jamur, semut	Pemberian ZA tanpa penyortiran dapat mencemari	Lakukan penyortiran dahulu sebelum digunakan; Penyimpanan ZA pada wadah yang tertutup rapat di tempat yang bersih

Lanjutan Tabel VI.5 Identifikasi bahaya dan cara pencegahan pada proses pembuatan *nata de soya*.

Bahan mentah/ tahap proses/ produk akhir	Jenis bahaya	Bahan berbahaya	Cara kontaminasi	Cara pencegahan
4. Penambahan glukosa	Fisik	Kotoran pada glukosa, komposisi glukosa	Glukosa yang tidak bersih jika ditambahkan dalam air campuran <i>nata</i> tanpa mengalami penyortiran dapat mencemari; penambahan glukosa yang berlebih juga dapat mempengaruhi tekstur <i>nata</i>	Lakukan penyortiran terlebih dahulu sebelum digunakan; penambahan glukosa harus sesuai, tidak terlalu berlebihan
	Kimia	Aroma wangi	Aroma yang ditambahkan pada glukosa dapat mencemari air campuran <i>nata</i>	Gunakan glukosa 85 gr untuk setiap 1000 ml limbah cair tahu
	Biologi	Semut, serangga	Penyimpanan glukosa yang kurang bagus, tidak ditempat yang aman sehingga dapat dijadikan sarang semut dan serangga	Wadah tempat penyimpanan gunakan wadah yang rapat, dapat menutup dengan baik sehingga tidak dapat dimasuki semut, serangga
5. Penambahan asam asetat	Kimia	Kondisi asam	Bahan baku yang sudah asam ditambah lagi dengan penambahan asam asetat	Gunakan dalam komposisi yang sesuai, asam asetat 25% sebanyak 10 ml untuk setiap 1000 ml limbah cair tahu
6. Penuangan dalam botol/ loyang	Biologi	Bakteri di udara luar	Proses penuangan dalam botol/ loyang terkontaminasi dengan udara luar; kebersihan botol/ loyang dan tempat penuangan juga mempengaruhi terjadinya kontaminasi	Tuang dalam ruang yang tertutup dan bersih
7. Pendinginan	Biologi	Perkembangbiakan bakteri berlangsung terus menerus sampai cairan dingin, jamur	Kontaminasi udara luar, kondisi asam cocok bagi pertumbuhan jamur	Dinginkan segera dalam wadah atau menggunakan cara pendinginan yang tepat
8. Penambahan bakteri <i>Acetobacter/ starter</i>	Kimia	pH asam	Penyerian <i>Acetobacter/ starter</i> semakin menambah susunan asam dalam media	Gunakan <i>Acetobacter/ starter</i> maksimal 20% dari jumlah bahan baku

Lanjutan Tabel VI.5 Identifikasi bahaya dan cara pencegahan pada proses pembuatan *nata de soya*.

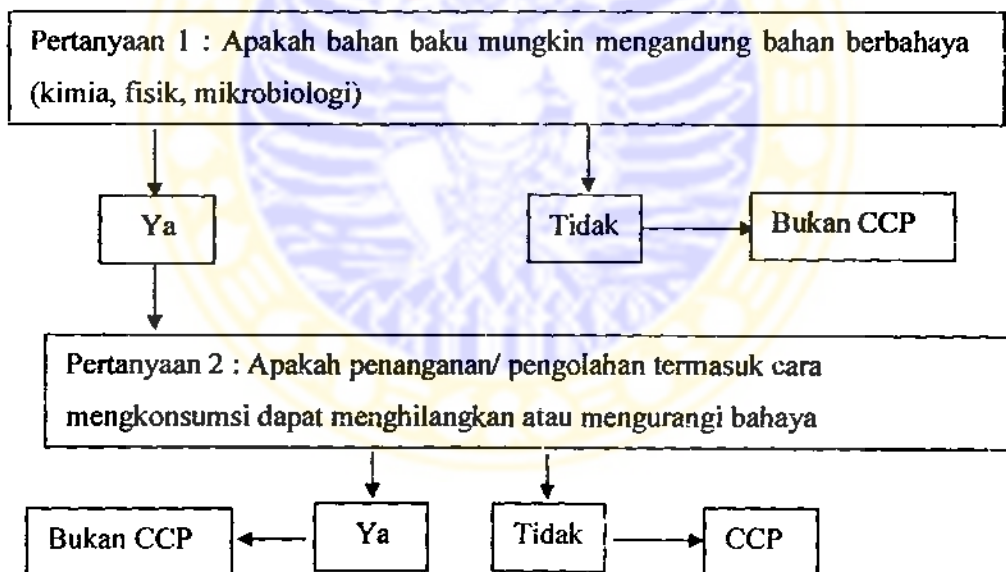
Bahan mentah/ tahap proses/ produk akhir	Jenis bahaya	Bahan berbahaya	Cara kontaminasi	Cara pencegahan
9. Fermentasi	Biologi	Tumbuh bakteri lain selain bakteri <i>Acetobakter</i> yang pathogen, jamur	Bakteri patogen dan spora berkembang pada saat proses pendinginan, kondisi asam cocok bagi pertumbuhan jamur	Proses fermentasi secara tidak langsung dapat membunuh bakteri patogen dan spora karena yang mampu bertahan hidup hanya bakteri asam; tidak sering-sering membuka penutup loyang
10. Perendaman	Biologi	Pencemaran oleh bakteri dari air	Air sudah terkontaminasi oleh bakteri	Gunakan air yang memenuhi syarat, air bersih, memenuhi standart umum kualitas air untuk industri makanan dan minuman
	Kimia	Residu klorin	Penambahan klorin pada outlet air	Mengukur residu dan tingkat klorin
11. Pemotongan	Biologi	Bakteri berspora, patogen	Pencemaran oleh penjamah dan peralatan yang tidak bersih	Hindari menyentuh <i>nata</i> , gunakan peralatan yang telah disterilkan dengan NaOCl
Produk akhir <i>Nata de soya</i>	Kimia	pH asam	pH belum netral	Lakukan penetralan pH dengan direndam selama 24 jam dan direbus selama 15 menit hingga pH netral
	Biologi	Bakteri patogen	Kontaminasi dari alat dan penjamah	Lakukan pemanasan dengan suhu tinggi untuk membunuh bakteri pathogen; Gunakan alat yang steril dan hindari kontak langsung penjamah dengan <i>nata</i>
	Fisik	Selaput tipis di permukaan atas dan bawah lapisan <i>nata</i>	Residu dari media	Cuci dengan air mengalir

VI.4. Penentuan titik kendali kritis atau CCP

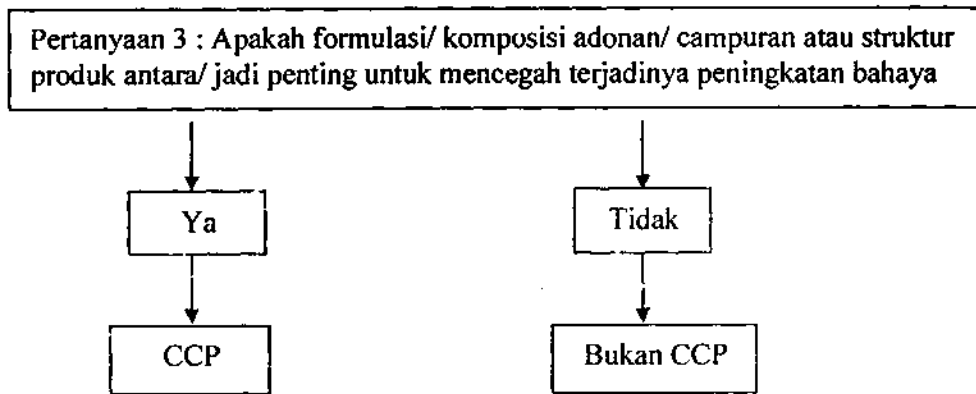
Titik kritis telah ditentukan berdasarkan pohon keputusan CCP tersebut dapat berupa bahan mentah, lokasi, praktek, prosedur atau tahapan pengolahan dimana dapat dilakukan upaya pengendalian.

Terdapat 6 buah pertanyaan dengan kategori jawaban “ya” dan “tidak” yang diajukan untuk dapat menentukan titik kritis pada pohon keputusan, yaitu pertanyaan 1 dan 2 untuk setiap bahan baku yang digunakan. Pertanyaan 3 untuk setiap produk akhir dan pertanyaan 4, 5 dan 6 untuk setiap tahapan proses. Berikut ini adalah pohon keputusan yang dapat digunakan dalam menentukan CCP sehingga berdasarkan hal tersebut dapat ditentukan CCP sebagai berikut :

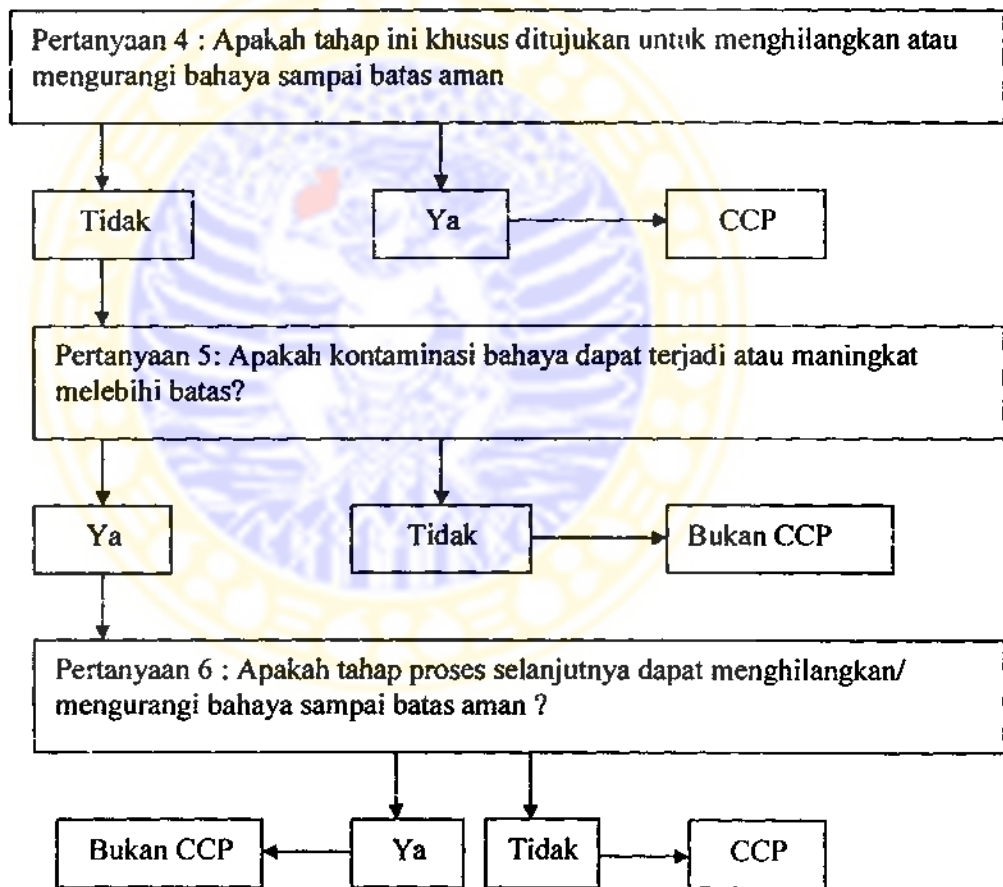
Untuk setiap bahan baku yang digunakan :



Untuk produk akhir :



Untuk setiap tahapan proses :



Gambar VI.3 Pohon keputusan untuk menentukan CCP

Tabel VI.6 Penentuan CCP pada pembuatan *nata de soya*

Bahan baku/ Tahap proses/ Produk akhir	Variabel						CCP
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
Bahan Baku:							
1. Limbah cair tahu	Ya	Tidak	-	-	-	-	CCP
2. ZA	Ya	Tidak	-	-	-	-	CCP
3. Glukosa	Ya	Tidak	-	-	-	-	CCP
4. Asam asetat	Ya	Tidak	-	-	-	-	CCP
5. Biakan <i>Acetobakter aceti xylinum</i>	Ya	Tidak	-	-	-	-	CCP
Tahapan proses :							
1. Penyaringan	-	-	-	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
2. Pemanasan/ Perebusan	-	-	-	Ya	-	-	CCP
3. Penambahan ZA	-	-	-	Tidak	Ya	Tidak	CCP
4. Penambahan glukosa	-	-	-	Tidak	Ya	Tidak	CCP
5. Penambahan asam asetat	-	-	-	Tidak	Ya	Tidak	CCP
6. Penuangan dalam botol/ loyang	-	-	-	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
7. Pendinginan	-	-	-	Tidak	Ya	Tidak	CCP
8. Penambahan bakteri <i>Acetobacte/ starter</i>	-	-	-	Tidak	Ya	Tidak	CCP
9. Fermentasi	-	-	-	Tidak	Ya	Tidak	CCP
10. Perendaman	-	-	-	Ya	-	-	CCP
11. Pemotongan	-	-	-	Tidak	Tidak	-	Bukan CCP
Produk Akhir : <i>Nata de soya</i>	-	-	Ya	-	-	-	CCP

Keterangan : P : Pertanyaan yang ditanyakan dengan pohon keputusan

Limbah cair tahu merupakan CCP karena limbah cair tahu tersebut banyak mengandung mikrobiologi karena banyak mengandung bahan organik, selain bakteri asam laktat yang hidup dengan baik pada suasana asam dan tingkat keasaman yang tinggi dapat membahayakan apabila penanganan pengolahannya tidak baik.

ZA dan glukosa merupakan CCP karena mengandung bahan berbahaya yaitu kimia, fisik dan biologi. Asam asetat merupakan CCP karena mengandung bahan berbahaya yaitu kimia, dimana komposisi asamnya yang tinggi. Biakan *Acetobacter aceti xylinum* merupakan CCP karena bakteri tersebut hidup di media yang asam dengan *ingredient* bahan-bahan berbahaya. Oleh karena itu dalam penggunaannya harus selalu diperhatikan dan digunakan secukupnya, diperlukan penyortiran dalam penggunaannya dan penempatan yang baik.

Kontaminasi bahaya dapat terjadi pada proses penyaringan sehingga dapat meningkatkan bahaya, namun penyaringan bukan CCP, karena pada proses ini sudah diminimalisir kontak penjamah dengan larutan selain itu penjamah selalu menggunakan sarung tangan yang sudah dilumuri dengan alkohol dan peralatan sudah dicuci dan dibilas dengan NaOCl.

Proses pemanasan/ perebusan merupakan CCP karena proses ini khusus ditujukan untuk mengurangi ataupun menghilangkan bahaya yang ada. Proses ini penting sekali untuk mendapatkan batas aman pada limbah cair tahu, diharapkan bakteri patogen spora mati dengan pemanasan yang cukup. Pada produk *nata* diharapkan keasaman dapat dihilangkan sehingga *nata* aman untuk dikonsumsi.

Penambahan ZA dan glukosa merupakan CCP karena pemberian ZA dan glukosa yang tidak bersih dapat mencemari larutan. Pemberian ZA dan glukosa yang berlebihan dapat menjadikan *nata* sulit digigit atau malah terlalu mudah hancur. ZA berlebihan tidak baik untuk lingkungan karena ZA merupakan sumber nitrogen yang apabila tidak mencapai tingkat *zero residual substrat*, maka sisa larutan dalam media masih mengandung banyak nitrogen.

Penambahan asam asetat sebagai BTM merupakan CCP karena media sudah asam, ditambahkan asam asetat akan menambah keasaman media. Media yang terlalu asam tidak baik untuk pertumbuhan bakteri *nata* karena pH untuk bakteri *nata* tumbuh optimum adalah 4. Selain itu akan sulit atau dibutuhkan waktu yang lama untuk menetralkan pH pada produk jadi hingga *nata* aman dikonsumsi. Oleh karena itu dalam penggunaannya harus secukupnya sesuai komposisi yang telah ditetapkan.

Penuangan dalam botol dan loyang bukan CCP karena proses tersebut dilakukan di ruangan tertutup dan bersih sehingga meminimalkan kontaminasi tidak mungkin terjadi. Selain itu, botol dan loyang yang digunakan telah dicuci dengan NaOCl dan koran yang digunakan sebagai penutup botol dan loyang telah disetrika terlebih dahulu sebelum digunakan menutup botol dan loyang. Penjamah dalam menuangkan larutan selalu menggunakan sarung tangan serta alat bantu dalam proses ini yaitu corong juga telah disterilkan dengan NaOCl. Penuangan dalam wadah selalu dilakukan pada saat larutan masih dalam kondisi panas. Hal ini dimaksudkan untuk sterilisasi wadah dan menghindari kontak dengan penjamah.

Pendinginan merupakan CCP karena dalam proses ini dapat terjadi kontaminasi sehingga perkembangbiakan bakteri terus menerus berlangsung. Jamur dapat tumbuh karena kondisi asam cocok untuk pertumbuhan jamur.

Penambahan bakteri *Acetobacter aceti xylinum* merupakan CCP karena formulasi pada media tumbuh bakteri ini mengandung bahan-bahan berbahaya yang apabila ditambahkan dalam jumlah berlebih akan membahayakan bagi kesehatan.

Fermentasi merupakan CCP karena pada tahap ini proses fermentasi berlangsung secara aerob. Loyang fermentasi ditutup oleh koran, namun loyang tidak boleh ditutup terlalu rapat, mengingat *Acetobacter* memerlukan udara (oksigen) bagi pertumbuhannya. Adanya bagian yang terbuka memberi peluang untuk mikroorganisme lain terutama jamur ikut tumbuh pada permukaan *nata*.

Perendaman merupakan CCP karena dalam proses ini ditujukan untuk dapat mengurangi atau menghilangkan bahaya. Tujuan dari perendaman adalah membebaskan *nata* dari asam yang terbentuk. Kualitas air yang digunakan untuk perendaman sangat menentukan kualitas *nata* yang dihasilkan.

Pemotongan bukan merupakan CCP karena pada proses ini terjadi kontaminasi sudah diminimalisir. Kontak penjamah dengan *nata* dan *nata* dengan cara penjamah selalu menggunakan sarung tangan yang sudah dilumuri dengan alkohol dalam menjamah *nata*. Semua peralatan dalam proses ini sudah disterilkan dengan cara dicuci dan dibilas dengan NaOCl.

Produk akhir merupakan hasil pencampuran komponen bahan baku yang telah mengalami proses pengolahan hingga terbentuknya *nata*. Komponen-komponen dalam *nata* apabila ditambahkan dalam jumlah berlebih akan

membahayakan bagi kesehatan. Produk akhir merupakan CCP karena *nata* yang dihasilkan masih dalam keadaan asam, sehingga proses akhir tersebut penting untuk mencegah terjadinya peningkatan bahaya sampai pada tingkat yang membahayakan. Oleh karena itu perlu dilakukan penetralan dengan cara direndam dan direbus hingga pH netral.

VI.5 Penetapan batas kritis dan pemantauan

Batas kritis ditetapkan dari kriteria atau parameter yang dijadikan tolak ukur sebagai batas yang menunjukkan kondisi tersebut aman atau tidak. Macam pemantauan yang telah dilaksanakan pada penelitian ini adalah melalui percobaan pengamatan, penilaian sensorik (warna dan tekstur), pengukuran pada pH, pengujian mikrobiologi (MPN *Coliform*) pada titik kritis limbah cair tahu, serta pengujian ALT dan *E. coli* pada produk akhir. Batas kritis yang ditetapkan dan pemantauan yang dilakukan hanya sebagai pendukung. Berikut merupakan batas kritis dari tiap-tiap CCP yang ditetapkan berdasarkan berdasarkan parameter kritisnya.

Tabel VI.7 Penetapan batas kritis dari CCP

CCP	Parameter kritis	Batas kritis
Bahan mentah : Limbah cair tahu	Kebersihan	Tidak ada kotoran dalam limbah cair tahu (ampas tahu, kulit kedelai, kerikil, rambut, dsb)
	Bau	Bau tahu sangat khas, tidak berbau asam, tidak berbau busuk.
	Warna	Berwarna putih kekuningan
	Biologi	MPN <i>coliform</i> 0 koioni/ 100 ml
Za	Kebersihan	Tidak ada kotoran dalam ZA (semut, serangga, kerikil, rambut, dsb)
Glukosa	Kebersihan	Tidak ada kotoran dalam glukosa (semut, serangga, kerikil, rambut, dsb)
Asam asetat	Kondisi asam	pH 3 – 4

Lanjutan Tabel VI.7 Penetapan batas kritis dari CCP

CCP	Parameter kritis	Batas kritis
Biakan bakteri <i>Acetobacter aceti xylinum</i>	Komposisi	Digunakan 4 ml biakan murni untuk 1600 ml media <i>starter</i>
Proses : Penambahan ZA	Komposisi	Digunakan 5 gr untuk setiap 1000 ml limbah cair tahu
Penambahan glukosa	Komposisi	Digunakan 85 gr untuk setiap 1000 ml limbah cair tahu
Penambahan asam asetat	Komposisi	Digunakan asam asetat 25% sebanyak 10 ml untuk setiap 1000 ml limbah cair tahu
Pemanasan/perebusan	Suhu	Suhu pemanasan/ perebusan mencapai 100°C, ditandai dengan adanya gelembung-gelembung air
	Waktu	Waktu pemanasan dilakukan selama 5 menit Waktu perebusan dilakukan selama 15 menit
Pendinginan	Waktu	Waktu pendinginan dilakukan selama 15 jam
Penambahan bakteri <i>Acetobacter/ starter</i>	Kuantitas	Penambahan <i>Acetobacter / starter</i> maksimal 20% dari jumlah bahan baku
Fermentasi	Lokasi	Fermentasi dilakukan ditempat yang bersih, tertutup dan tersendiri
Perendaman	Air	Menggunakan air PDAM, bukan air sumur
	Kuantitas	Air merendam dengan sempurna seluruh <i>nata</i>
	Waktu	Perendaman dilakukan selama sehari semalam atau 24 jam
Produk akhir: <i>Nata de soya</i>	Kimia	pH <i>nata</i> netral, pH = 7
	Biologi	ALT maksimal 10 ⁴ koloni/ gram E. coli 0 koloni/ gram
	Warna	Putih transparan
	Tekstur	Bertekstur kenyal, tidak keras, tidak mudah hancur bila digigit

Berikut kegiatan-kegiatan pemantauan yang telah dilakukan.

1. Percobaan dan pengamatan

Hasil percobaan dan pengamatan telah dapat diketahui keseluruhan proses produksi pembuatan *nata* dari bahan baku limbah

cair tahu sampai menjadi *nata* sekaligus telah dapat memastikan bahwa proses-proses tersebut memiliki titik-titik kritis sebagaimana yang dikemukakan pada tahap sebelumnya.

Berdasarkan hasil percobaan dan pengamatan sebanyak 10 kali dengan variasi waktu yang berbeda-beda, maka dapat dipastikan bahwa proses pembuatan memiliki tahapan –tahapan yang sama sebagaimana terdapat dalam diagram alir dan titik kritisnya serta tidak mengalami perubahan sebagaimana yang telah diidentifikasi sebelumnya

2. Aspek sensorik

Pengamatan terhadap aspek sensoris telah dijelaskan pada sub kualitas *nata de soya* dengan penilaian organoleptik (tekstur dan warna). Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel VI. 1 dan Tabel VI.2.

3. Pengukuran pH

Berdasarkan hasil pengukuran pH pada produk *nata* yang telah jadi pH *nata* telah menjadi netral dengan cara direndam dan direbus, diukur dengan bantuan pH meter yang telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan buffer.

4. Pengujian mikrobiologi

Pengujian mikrobiologi pada pengamatan ini sebagai informasi tambahan yang mendukung kualitas *nata*. Bakteri yang telah digunakan dalam mengetahui kualitas limbah cair tahu dari segi mikrobiologi dibatasi hanya MPN *Coliform* saja. Bakteri *Coliform* merupakan indikator pencemaran untuk makanan yang diolah dengan panas. Selain itu, dengan ditemukannya *Coliform* pada limbah cair tahu merupakan

salah satu indikator bahwa limbah tersebut telah terkontaminasi tinja manusia atau hewan berdarah panas lainnya.

Berdasarkan hasil pengujian mikrobiologi (MPN *Coliform*) dimana 5 sampel diambil dari tiap CCP variasi waktu limbah cair tahu, dapat diketahui hasilnya sebagai berikut :

Tabel VI.8 Hasil pengujian mikrobiologi (MPN *Coliform*) tiap CCP pada variasi waktu limbah cair tahu

No	Umur limbah cair (jam)	MPN <i>Coliform</i> (koloni/ 100 ml)	Kategori
1	0 jam	0	Baik
2	6 jam	0	Baik
3	12 jam	0	Baik
4	18 jam	0	Baik
5	24 jam	0	Baik

Berdasarkan hasil tersebut diatas dapat diketahui dari 5 sampel yang diambil dari CCP pada setiap variasi waktu, semua sampel yang diambil telah memenuhi syarat yaitu 0. Bakteri yang telah digunakan dalam mengetahui kualitas produk *nata* dari segi mikrobiologi dibatasi pada ALT dan *E. coli*

Berdasarkan hasil pengujian mikrobiologi (ALT) dimana 5 sampel yang diambil dari tiap produk *nata* yang dihasilkan dari bahan baku limbah cair tahu yang bervariasi umurnya, dapat diketahui hasilnya sebagai berikut :

Tabel VI.9 Hasil pengujian mikrobiologi (ALT) setiap produk *nata* pada masing-masing variasi waktu limbah cair tahu.

No	Umur limbah cair (jam)	ALT (koloni/ gram)	Kategori
1	0 jam	10.000	Baik
2	6 jam	10.000	Baik
3	12 jam	10.000	Baik
4	18 jam	20.000	Baik
5	24 jam	20.000	Baik

Dari hasil tersebut diatas dapat diketahui bahwa dari 5 sampel yang diambil dari setiap variasi waktu, semua variasi waktu memenuhi syarat (jumlah bakteri < 100.000 koloni/gram). Variasi waktu 0 jam, 6 jam dan 12 jam hasilnya lebih baik yaitu 10.000 koloni/ gram dibandingkan variasi waktu 18 jam dan 24 jam yaitu 20.000 koloni/ gram.

Berdasarkan hasil pengujian mikrobiologi (*E. coli*) dimana 5 sampel yang diambil dari tiap produk *nata* yang dihasilkan dari bahan baku limbah cair tahu yang bervariasi umurnya, dapat diketahui hasilnya sebagai berikut :

Tabel VI.10 Hasil pengujian mikrobiologi (*E. coli*) setiap produk *nata* pada masing-masing variasi waktu limbah cair tahu.

No	Umur limbah cair (jam)	<i>E. coli</i> (koloni/ gram)	Kategori
1	0 jam	negatif	Baik
2	6 jam	negatif	Baik
3	12 jam	negatif	Baik
4	18 jam	negatif	Baik
5	24 jam	negatif	Baik

Dari hasil tersebut diatas dapat diketahui bahwa dari 5 sampel yang diambil dari setiap variasi waktu, semua variasi waktu yaitu 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 memenuhi syarat (jumlah bakteri negatif). Meskipun keseluruhan sampel memenuhi syarat, tetap perlu dilakukan upaya pemantauan pada tiap titik kritis selama proses pembuatan *nata* agar produk yang dihasilkan selalu baik dan memenuhi syarat, tidak mengalami penurunan kualitas.



BAB VII

PEMBAHASAN

VII.1 Pengaruh umur limbah cair tahu pada proses fermentasi pembuatan *nata de soya*

Umur limbah cair tahu yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair yang berumur 0 jam, yaitu limbah setelah proses penggumpalan, sehingga pada umur 0 jam ini limbah cair tahu yang masih dalam keadaan hangat kemudian diambil setiap 6 jam sekali hingga limbah cair tahu berumur 24 jam. Limbah cair tahu diambil langsung pada bak penampungan di pabrik tahu, sehingga didapatkan limbah cair tahu dengan variasi waktu 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam, dan 24 jam dari pembuangan ke bak penampungan dari proses penggumpalan sebelum di buang ke badan air. Diambil variasi – variasi waktu tersebut dikarenakan pada pengamatan sebelumnya pada limbah cair tahu pada saat umur limbah memasuki 24 jam telah tampak lapisan putih pada permukaan limbah cair tahu yang apabila dibiarkan terus menerus akan muncul jamur pada lapisan tersebut dan bau tahu berubah menjadi busuk.

Campuran larutan media *Acetobacter* akan membentuk *nata* selama 12 – 15 hari dengan ketebalan 2 – 3 cm (Suryani, Hambali dan Suryodarma, 2005). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa limbah cair tahu yang berumur 0 jam, 6 jam dan 12 jam dapat membentuk *nata* dalam waktu 15 hari dengan ketebalan *nata* 2 cm. Sedangkan pada limbah cair tahu yang berumur 18 jam dan 24 jam hanya dapat membentuk *nata* 8 mm hingga hari ke-17. Dilakukan penelitian ulang pada limbah cair tahu yang

berumur 0 jam, 6 jam, dan 12 jam hasil yang didapatkan tetap. Pada limbah cair tahu yang berumur 18 dan 24 jam hasil yang didapatkan tetap dan setelah hari ke-15 dilakukan pemanenan

Faktor – faktor dominan yang mempengaruhi sifat fisiologi dalam pembentukan *nata* adalah ketersediaan nutrisi, derajat keasaman, temperatur, dan ketersediaan oksigen (Pambayun, 2002).

Nutrisi yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan aktivitas bakteri *nata* dapat berasal dari nitrogen organik misalnya protein maupun nitrogen anorganik misalnya ammonium sulfat (ZA) (Pambayun, 2002). Limbah cair tahu adalah limbah yang kaya bahan organik dan protein namun mudah terurai. Penguraian protein secara alami cukup cepat yaitu dalam waktu sehari limbah cair tahu sudah terurai (Tjahjono 1993). Umur limbah cair tahu yang mendekati sehari mempunyai lebih sedikit protein dikarenakan penguraian protein.

Menurut Pambayun (2002), *Acetobacter aceti xylinum* mengalami fase kematian setelah hari ke 8 hingga hari ke 15. Pada fase ini bakteri *nata* tidak baik apabila digunakan dalam pembuatan *nata*. Sel mengalami lisis dan melepaskan komponen yang terdapat didalamnya. Kecepatan kematian dipengaruhi oleh nutrisi.

Setelah bakteri *nata* berumur 8 hari produksi matrik *nata* mulai berkurang hingga hari ke 15 bakteri *nata* mengalami kematian, jadi apabila proses fermentasi tetap diteruskan tidak akan terbentuk *nata* lagi walaupun membentuk *nata*, *nata* yang dihasilkan tidak baik karena bakteri *nata* sudah tidak baik lagi digunakan dalam membuat *nata*.

VII.2 Kualitas *nata de soya* dengan penilaian organoleptik (tekstur dan warna)

Kondisi *nata* yang baik yaitu berupa padatan bertekstur lembut kenyal, berwarna putih agak transparan dengan kadar air 85%. (Dinas Perindustrian, 1995). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kondisi *nata de soya* dari limbah cair tahu berumur 0 jam, 6 jam dan 12 jam menghasilkan *nata* yang baik. Sedangkan pada limbah cair tahu berumur 18 jam dan 24 jam menghasilkan *nata* yang buruk dikarenakan tidak memenuhi kriteria walaupun bertekstur kenyal, tidak keras, tidak mudah hancur namun tidak berwarna putih melainkan kecoklatan.

VII.3 Hasil identifikasi bahaya

Menurut Fardiaz (1999), sebelum melakukan identifikasi bahaya diperlukan beberapa persiapan yaitu menetapkan deskripsi produk, membuat daftar bahan mentah dan *ingredien* yang digunakan dalam proses dan membuat diagram alir proses. Dalam mengidentifikasi bahaya pada penelitian ini telah dilakukan deskripsi produk, membuat daftar bahan mentah dan *ingredien* yang digunakan dalam proses dan membuat diagram alir proses

Produk yang telah dibuat dan diidentifikasi bahaya serta ditentukan titik kritisnya adalah *nata de soya*. Produk ini dalam pembuatannya mempunyai bahan-bahan tambahan yaitu limbah cair tahu, ZA, glukosa, asam asetat 25% dan biakan murni *Acetobacter aceti xylinum* atau *starter*. Proses pembuatan *nata* mempunyai dua tahapan

proses yaitu pembuatan *starter* atau pemicu dan pembuatan *nata* sendiri baik pada *nata de soya*, *nata de pina* yang berbahan baku nanas dan *nata de coco* yang berbahan baku dari air kelapa (Suryani, Ani.; Hambali, Erliza.; Suryadarma, Prayoga, 2005). Menurut praktisi pembuat *nata de coco*, proses pembuatan *nata de coco* pada pembuatan *starter* sama, namun pada pembuatan *nata* lebih cepat. Hanya dalam waktu 8 hari seluruh media sudah menjadi *nata*

Diagram alir proses produksi *nata* yang telah dibuat, menjelaskan tahapan pengelolaan *nata* mulai dari limbah cair tahu sampai menjadi *nata*. Dalam diagram alir tersebut juga telah mencantumkan bahan baku yang digunakan, tahap pengolahannya, sampai produk *nata* jadi.

Menurut Puspita (2001), bahaya adalah bahan biologi/ mikrobiologi, kimia atau fisik atau kondisi yang dapat menimbulkan risiko kesehatan yang tidak diinginkan bagi konsumen. Berdasarkan hasil identifikasi bahaya baik pada bahan mentah, proses produksi ataupun produk jadi selama proses pembuatan diperoleh bahwa bahaya fisik yang dapat mencemari adalah bau yang ditimbulkan dari limbah cair tahu, kulit kedelai, kerikil dan ampas tahu; kotoran pada ZA dan komposisinya, kerikil, rambut; kotoran pada glukosa dan komposisi; selaput tipis di permukaan atas dan bawah lapisan *nata*.

Bahaya fisik tersebut timbul akibat bau-bauan dari kandungan asam pada saat proses penggumpalan, sari kedelai digumpalkan dengan bahan penggumpal, salah satunya adalah asam cuka (Sarwono dan Saragih, 2004); limbah cair tahu tidak selalu dalam keadaan bersih

dikarenakan terkontaminasi dari lingkungan yaitu penempatan dalam gentong di tempat terbuka dan sisa dari proses penggumpalan; pengemasan ZA tidak dalam keadaan bersih karena kerikil dan rambut bisa ikut saat pengemasan; Glukosa tidak selalu dalam keadaan bersih karena penempatan dalam tong; Pemberian ZA yang tidak bersih, tanpa penyortiran dapat mencemari; Glukosa yang tidak bersih jika ditambahkan dalam air campuran *nata* tanpa mengalami penyortiran dapat mencemari; penambahan glukosa yang berlebih juga dapat mempengaruhi tekstur *nata*. Sedangkan adanya selaput tipis di permukaan atas dan bawah lapisan *nata* berasal dari residu dari media

Bahaya kimia terdapat dalam proses pembuatan *nata* yaitu residu asam dari media pembuatan *nata* (Pambayun, 2002); ZA bukan sebagai BTM, dalam Permenkes RI Nomor 722 Tahun 1989 tentang Bahan Tambahan Makanan, ZA tidak termasuk dalam bahan tambahan makanan yang diijinkan; penambahan aroma wangi-wangian; pH asam dari media juga dari penambahan asam; residu klorin. Bahaya-bahaya kimia ditimbulkan dari penambahan asam asetat sebagai penggumpal pada proses pembuatan tahu; ZA sumber nitrogen, komposisi ZA; komposisi glukosa; komposisi asam asetat; *Acetobacter aceti xylinum* merupakan bakteri asam yang hanya dapat hidup dalam suasana asam dan adanya penambahan klorin pada outlet air karena air yang digunakan dalam percobaan ini merupakan air PDAM.

Bahaya biologi yang teridentifikasi dalam pembuatan *nata* yaitu bakteri berspora, patogen; jamur, semut, serangga, kontaminan lain di

ruang pemanasan/ dapur, dalam air; tumbuh bakteri lain selain bakteri *Acetobacter* yang patogen; pencemaran oleh bakteri dari air. Bahaya-bahaya biologi tersebut ditimbulkan oleh limbah cair tahu yang kaya bahan organik, media pertumbuhan bakteri patogen ZA yang sudah lama disimpan dalam wadah dapat menjadi lembab dan menyebabkan jamur; ZA dapat menjadi sarang semut jika tidak ditempatkan pada tempat yang aman dan wadah yang tertutup rapat; glukosa dapat dijadikan sarang semut jika tidak ditempatkan di tempat yang aman dan dengan wadah yang tertutup rapat ; saringan yang kurang bersih dapat menjadi tempat perkembangbiakan bakteri karena sisa-sisa penggunaan sebelumnya yang menempel di saringan karena tidak dicuci dengan bersih; terjadinya kontaminasi silang dari tangan penyaring; bakteri patogen dan spora bertahan dengan pemanasan yang tidak mencukupi selain itu bakteri patogen dan spora berkembang pada saat proses pendinginan, kondisi asam cocok bagi pertumbuhan jamur (Pambayun, 2002). Air yang digunakan sebagai pendukung proses pembuatan *nata* sudah terkontaminasi oleh bakteri.

Limbah cair tahu ZA, glukosa, asam asetat dan biakan *Acetobacter/ starter* serta produk *nata de soya* mengandung bahaya B karena bahan ini merupakan bahan yang sensitif terhadap bahaya yang akan muncul. Baik bahaya biologi, kimia maupun fisik. Untuk biakan *Acetobacter/ starter* dan produk *nata de soya* juga merupakan bahaya C dikarenakan pada proses pembuatan *nata* nantinya tidak dapat membunuh mikroorganisme berbahaya karena pada fermentasi selalu

adanya kontak dengan udara luar, mengingat *Acetobacter* merupakan bakteri aerob (Pambayun, 2002).

Nata de soya mengandung bahaya A karena produk ini merupakan produk yang ditujukan terutama untuk konsumen orang sakit seperti sakit diabetes dikarenakan sifat *nata* yang rendah kalori. *Nata* juga dapat dikonsumsi oleh segala umur (Disperindag, 1995).

VII.4 Penentuan CCP

Berdasarkan pohon keputusan telah diperoleh 14 CCP selama proses pembuatan berlangsung yaitu : limbah cair tahu, ZA, glukosa, asam asetat, biakan *Acetobacter aceti xylinum*, pemanasan/ perebusan, penambahan ZA, penambahan glukosa, penambahan asam asetat, pendinginan, penambahan bakteri *Acetobacter starter*, fermentasi, perendaman dan *nata de soya*

Limbah cair tahu bisa menjadi CCP karena limbah cair tahu banyak mengandung mikrobiologi dikarenakan kaya akan bahan organik yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme. Apabila bahan buangan olahan makanan mengandung protein dan gugus amin, maka pada saat degradasi oleh mikroorganisme akan terurai menjadi senyawa yang mudah menguap dan berbau busuk (Wardhana, 1999). Bakteri asam laktat dapat hidup dengan baik pada suasana asam dan tingkat keasaman yang tinggi dapat membahayakan apabila penanganan pengolahannya tidak baik.

ZA dan glukosa merupakan CCP karena mengandung bahan berbahaya yaitu kimia, fisik dan biologi. Asam asetat merupakan CCP_ karena mengandung bahan berbahaya yaitu kimia, dimana komposisi asamnya yang tinggi. Biakan *Acetobacter aceti xylinum* merupakan CCP karena bakteri tersebut hidup di media yang asam dengan *ingredien* bahan-bahan berbahaya.

Proses pemanasan/ perebusan merupakan CCP karena proses ini penting sekali untuk mendapatkan batas aman pada limbah cair tahu, diharapkan bakteri patogen spora mati dengan pemanasan yang cukup. Telah diketahui adanya hubungan antara suhu, kuman yang terdapat dalam makanan dengan waktu pemanasan yang diperlukan untuk membunuh kuman (Azwar, 1996). Pada produk *nata* diharapkan keasaman dapat dihilangkan sehingga *nata* aman untuk dikonsumsi. Perebusan bertujuan untuk menurunkan kadar asam asetat yang terdapat dalam *nata* (Pambayun, 2002).

Penambahan ZA dan glukosa merupakan CCP karena pemberian ZA dan glukosa yang berlebihan dapat menjadikan *nata* sulit digigit atau malah terlalu mudah hancur. ZA berlebihan tidak baik untuk lingkungan karena ZA merupakan sumber nitrogen yang apabila tidak mencapai tingkat *zero residual substrat*, maka sisa larutan dalam media masih mengandung banyak nitrogen (Pambayun, 2002). Penambahan asam asetat sebagai BTM merupakan CCP karena media sudah asam, ditambahkan asam asetat akan menambah keasaman media. Penambahan asam yang berbeda-beda tergantung tingkat pada tingkat keasaman bahan sebelum

digunakan dan jenis kepekatan asa yang ditambahkan (Pambayun, 2002). Pada percobaan ini menggunakan asam asetat 25% (Suryani, Ani.; Hambali, Erliza.; Suryadarma, Prayoga ,2005)

Pendinginan merupakan CCP karena dalam proses ini dapat terjadi kontaminasi misalnya oleh jamur dikarenakan kondisi asam cocok untuk pertumbuhan jamur (Pambayun, 2002).

Penambahan bakteri *Acetobacter aceti xylinum* merupakan CCP karena formulasi pada media tumbuh bakteri ini mengandung bahan-bahan berbahaya yang apabila ditambahkan dalam jumlah berlebih akan membahayakan bagi kesehatan. Pembuatan biakan murni memerlukan bahan-bahan kimia seperti K_2HPO_4 , $(NH_4)_2SO_4$, dan $MgSO_4$ (Suryani, Ani.; Hambali, Erliza.; Suryadarma, Prayoga ,2005)

Fermentasi merupakan CCP karena pada tahap ini proses fermentasi berlangsung secara aerob, mengingat *Acetobacter* memerlukan udara (oksigen) bagi pertumbuhannya. Adanya bagian yang terbuka memberi peluang untuk mikrosoganisme lain terutama jamur ikut tumbuh pada permukaan *nata* (Pambayun, 2002).

Perendaman merupakan CCP karena dalam proses ini ditujukan untuk dapat mengurangi atau menghilangkan bahaya. Tujuan dari perendaman adalah membebaskan *nata* dari asam yang terbentuk. Kualitas air yang digunakan untuk perendaman sangat menentukan kualitas *nata* yang dihasilkan. Air yang mengandung banyak bakteri akan membuat *nata* mudah mengalami pembusukan, karena kandungan asam pada *nata* berkurang. Jika air mengandung banyak bakteri, maka bakteri

akan tumbuh dan berkembang dengan cepat hingga menyebabkan pembusukan. Akibatnya tekstur *nata* akan berubah menjadi rapuh dan mudah hancur serta berbau kurang sedap (Pambayun, 2002).

Komponen-komponen dalam *nata* apabila ditambahkan dalam jumlah berlebih akan membahayakan bagi kesehatan. Produk akhir merupakan CCP karena *nata* yang dihasilkan masih dalam keadaan asam, sehingga proses akhir tersebut penting untuk mencegah terjadinya peningkatan bahaya sampai pada tingkat yang membahayakan. Oleh karena itu perlu dilakukan penetralan dengan cara direndam dan direbus hingga pH netral.

VII.5 Penetapan batas kritis dan pemantauan

Berdasarkan titik kritis yang telah diidentifikasi dapat ditetapkan beberapa parameter kritis yaitu kebersihan, bau, warna, mikrobiologi, kondisi asam, komposisi, suhu, waktu, kuantitas, lokasi, air, kimia dan tekstur.

Untuk batas kritis sensoris yang digunakan sebagai parameter adalah bau dan warna karena dengan mengetahui karakteristik bau dan warna limbah cair tahu akan dapat diketahui apakah limbah cair tahu tersebut masih baik atau tidak. Berdasarkan hasil pemantauan awal dapat diketahui bahwa bau dan warna limbah cair tahu yang digunakan memenuhi syarat karena tidak berbau busuk dan tidak mengalami perubahan warna. Menurut Wardhana (1999), limbah cair tahu ini bersifat organik, maka mudah membusuk dan dapat terdegradasi oleh

mikroorganisme. Apabila bahan buangan olahan makanan mengandung protein dan gugus amin, maka pada saat degradasi oleh mikroorganisme akan terurai menjadi senyawa yang mudah menguap dan berbau busuk.

Parameter jumlah bakteri dalam penelitian ini dibatasi hanya pada MPN *Coliform*, ALT dan *E. coli* yang dijadikan parameter kritis. Tidak ditemukannya *coliform* dan *E. coli* pada limbah cair tahu dan produk *nata* dapat diindikasikan bahwa limbah cair tahu tidak tercemar tinja manusia ataupun hewan berdarah panas lainnya (Baskoro, 1994).

Seluruh proses pemanasan/ perebusan seluruhnya telah dilakukan dengan suhu dan waktu yang telah ditetapkan. Setelah mendidih (100°C) yang ditandai dengan adanya gelembung-gelembung air, pemanasan dipertahankan selama 5-10 menit, untuk menyakinkan bahwa mikroorganisme didalamnya telah mati (Pambayun, 2002).

Kondisi asam dibuat juga dengan dilakukannya penambahan asam asetat. Proses penambahan asam asetat dilakukan setelah panci diangkat dari kompor dan dilakukan penambahan pada saat campuran larutan limbah cair tahu dalam kondisi panas. Tujuan penambahan asam asetat adalah mencapai pH 4 karena pada pH ini merupakan kondisi yang optimal bagi pertumbuhan *Acetobacter* walaupun *Acetobacter* dapat tumbuh pada kisaran pH 3,5 – 7,5. (Pambayun, 2002).

Komposisi pada masing-masing *ingredient* berdasarkan pada Suryani, Ani.; Hambali, Erliza.; Suryadarma, Prayoga (2005).

Parameter air yang digunakan dalam proses perendaman dan perebusan dalam rangka menetralkan *nata* menggunakan air PDAM atau

air yang telah mengalami proses klorinisasi. Air sumur kurang baik digunakan sebagai perendam, karena mengandung banyak bakteri. Oleh sebab itu air sumur kurang baik apabila digunakan dalam perendaman karena dapat menyebabkan pembusukan pada saat perendaman *nata* dilakukan, terutama apabila keasaman *nata* sudah mulai hilang (Pambayun,2002).

Menurut Disperindag (1995), kondisi *nata* yang baik yaitu berupa padatan bertekstur lembut, kenyal, berwarna putih agak transparan.

Dalam HACCP, pemantauan didefinisikan sebagai pengamatan atau pengukuran untuk menetapkan apakah suatu titik kendali kritis dapat dikendalikan dan menghasilkan suatu catatan yang diteliti untuk selanjutnya digunakan pada tahap verifikasi (Puspita, 2001).

Macam pemantauan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melalui pengamatan, penilaian sensorik, pengukuran suhu dan pemanasan serta pengujian mikrobiologi (MPN *Coliform*, ALT dan *E. coli*).

Pengujian mikrobiologi yang dilakukan pada limbah cair tahu adalah MPN *Coliform*. Hasil yang didapatkan dari pengujian MPN *Coliform* untuk masing-masing variasi waktu adalah baik dikarenakan memenuhi syarat yaitu 0 koloni/ 100 ml. Limbah cair tahu digunakan sebagai bahan baku makanan, maka dilakukan pendekatan dengan mengategorikan limbah cair tahu sebagai air bersih untuk kandungan kualitas mikrobiologinya menurut Permenkes RI No 416 Tahun 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air. Dalam Permenkes

ditetapkan untuk total *coliform* (MPN) per 100 ml adalah 50 koloni/ 100 ml untuk air yang bukan dari perpipaan dan 10/ 100 ml untuk air perpipaan.

Pengujian mikrobiologi yang dilakukan pada produk *nata* adalah ALT dan *E. coli*. Hasil yang didapatkan dari pengujian ALT untuk masing-masing produk dari variasi waktu 0 jam, 6 jam dan 12 jam adalah lebih baik yaitu 10.000 koloni/ gram jika dibandingkan dengan variasi waktu 18 jam dan 24 jam yaitu 20 000 koloni/ gram, namun secara keseluruhan semua variasi waktu dikatakan baik dikarenakan berjumlah 10.000 koloni/ gram dan 20.000 koloni/ gram. Pada variasi waktu 18 jam dan 24 jam pengujian ALT lebih besar daripada variasi waktu 0 jam, 6 jam dan 12 jam bukan dikarenakan proses pembuatan yang melewati batas kritis tetapi dimungkinkan umur limbah cair tahu yang mendekati schari mempunyai lebih sedikit protein dikarenakan penguraian protein.

Pada pengujian dengan *E. coli* hasil yang didapatkan untuk masing-masing produk dari variasi waktu 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam adalah baik yaitu negatif. Penilaian didasarkan pada SNI 01-3552-94 yang telah ditetapkan kandungan jumlah bakteri total maksimal adalah 10^4 koloni/ gram dan kandungan bakteri *E. coli* adalah negatif.

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan secara berulang dapat diketahui bahwa proses telah berjalan sesuai dengan diagram alir proses yang telah dibuat dan tidak mengalami penambahan sehingga titik kritisnya juga tidak mengalami penambahan.

Dari hasil pemeriksaan, limbah cair tahu memang telah memenuhi syarat baik dari segi warna, bau dan mikrobiologi. Namun pemeriksaan terhadap kualitas mikrobiologi limbah cair tahu setelah proses pemberian zat-zat tambahan tidak pernah dilakukan akibat keterbatasan biaya. Meskipun hanya digunakan sebagai data pendukung, jika memungkinkan sebaiknya dilakukan pemeriksaan kualitas mikrobiologi terhadap limbah cair tahu agar dapat diketahui kualitas limbah cair tahu tersebut setelah pemberian zat-zat tambahan, masih dalam batas normal atau tidak. Jika tidak memenuhi syarat, maka harus dikendalikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas limbah cair tahu, misalnya lama proses pemanasan.



BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

VIII.I Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil dan pembahasan sebelumnya maka daur ulang limbah cair tahu dan penerapan sederhana prinsip-prinsip HACCP pada pembuatan nata de soya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Lama proses fermentasi pembuatan *nata de soya* pada umur limbah cair tahu yang berumur 0 jam, 6 jam dan 12 jam cepat pada proses fermentasinya, menghasilkan *nata* dalam waktu 15 hari dengan ketebalan *nata* 2 cm. Sedangkan yang lama dalam proses fermentasi adalah limbah cair tahu dengan umur limbah 18 jam dan 24 jam pada hari ke 17 ketebalan *nata* baru mencapai 8 mm.
2. Kualitas *nata* yang dihasilkan dari variasi waktu 0 jam, 6 jam dan 12 jam adalah baik. *Nata* mempunyai tekstur yang kenyal dan berwarna putih. Variasi waktu 18 jam dan 24 jam, kualitasnya kurang baik, walaupun *nata* mempunyai tekstur rasa yang kenyal, namun berwarna kecoklatan
3. Potensi bahaya yang berhasil diidentifikasi meliputi bahaya fisik, kimia dan biologi dengan tingkat resiko mulai I sampai IV
4. Titik pengendalian kritis atau CCP yang berhasil diidentifikasi berjumlah 14 CCP

VIII.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan dalam penelitian ini terhadap pihak-pihak terkait, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Bagi produsen tahu :
 - a. Diharapkan limbah cair tahu dimanfaatkan kembali sebagai *nata de soya* tidak hanya langsung dibuang ke badan air sehingga menimbulkan pencemaran
 - b. Limbah cair tahu dapat dimanfaatkan kembali sebagai *nata de soya* hingga limbah cair tahu berumur 12 jam.
 - c. Apabila tidak memungkinkan membuat *nata* sendiri diharapkan produsen tahu bekerja sama dengan produsen lain untuk membuat *nata de soya*
 - d. Melakukan pengendalian dari setiap bahaya yang telah diidentifikasi secara keseluruhan dalam pembuatan *nata de soya* dalam rangka meminimalkan potensi bahaya yang terkandung di dalamnya sehingga dapat dihasilkan produk *nata* yang benar-benar aman.
2. Bagi peneliti lebih lanjut :
 - a. Penelitian ini dapat dikembangkan pada penelitian eksperimental dengan mempersempit variasi interval waktu dalam pengambilan sampel agar perbedaan kualitas *nata* yang dihasilkan lebih nampak
 - b. Penerapan prinsip-prinsip HACCP secara keseluruhan pada produksi *nata* dan mengamati parameter yang diamati dalam HACCP yang masih cukup banyak yang belum diteliti seperti aktivitas air dan jenis bakteri yang lebih spesifik

- c. Menggunakan ZA sebagai sumber nitrogen yang utama dikarenakan ZA dapat menghambat atau mempersulit pertumbuhan bakteri lain yang merupakan pesaing *Acetobacter aceti xylinum*

3. Bagi dinas terkait :

Perlu sosialisasi, pembinaan dan pelatihan secara khusus terutama bagi pemilik industri rumah tangga penghasil produk pangan untuk dapat melaksanakan prinsip-prinsip HACCP agar dapat menghasilkan produk yang benar-benar aman dan layak untuk dikonsumsi masyarakat.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. www.deptan.go.id/ditlinhorti/makalah/haccp.html (sitasi 21 Mei 2007)
- Anonimous. www.umkm_yogya.com/index.php?option=com_frontpagefilemid=1 (sitasi, 14 Agustus 2007)
- Baskoro, Prof. Dr. R. M Tedjo. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: UGM
- Bryan, Frank L (diterjemahkan oleh Tim Ditjen PPM & PLP). 1992. *Analisis Bahaya dan Pengendalian Titik Kritis*. Jakarta : Depkes RI
- Departemen Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial. 2000. *Modul Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) / Analisis Bahaya Titik Kendali Kritis (ABTKK)*. Jakarta : Depkes dan Kesos
- Disperindag. R.L. 1995. *Cara-cara Pengolahan Limbah*, Surabaya: Disperindag
- Fardiaz, Prof. Dr. Ir. Srikandi. 1999. *Analisa Bahaya dan Pengendalian Titik Kritis*. IPB
- Hadi, Anwar. 2005. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Jenie dan Rahayu.1993. *Limbah Industri Pangan*. Yogyakarta: Kanisius
- Kompas.2007. www.bppt.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=1544&Itemid=30 (sitasi 13 agustus 2007)
- Mortimore, Sara., dan Wallace, Carol (diterjemahkan Apriningsih, SKM). 2005. *HACCP Sekilas Pandang*. Jakarta : EGC
- Nurhasan dan Pramudyanto. 1991. [http : // www.menlh.go.id/usaha_kecil/index_view.php?sub=7](http://www.menlh.go.id/usaha_kecil/index_view.php?sub=7).(sitasi 6 Oktober 2006)
- Nurtiyani, Dr. Erlin. 2000. *Mikroalga Chlorella Sp Dapat Menormalkan Limbah Tahu*. <http://www.pdpersi.co.id/?show=detailnews&kode=102&tbl=kesling>.(sitasi 21 Mei 2007)
- Pambayun, Rindit. 2002. *Teknologi Pembuatan Nata de Coco*.Yogyakarta: Kanisius
- Puspita, Theresia. 2000. *Penerapan Sistem Hazard Analysis Critical Control Point di Rumah Sakit*. Malang: Bapelkes Murnajati

Sarwono, B., dan Saragih, Yan Pieter. 2004. *Membuat Aneka Tahu*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Suryani, Ani., Hambali, Erliza., dan Suryadarma, Prayoga. 2005. *Membuat Aneka Nata*. Jakarta: Penebar Swadaya.

SK Gubernur No. 45. 2002. *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur*. Surabaya: Pemprop

Tjahjono, Hery Pudjo.1993. *Pengolahan Air Limbah Industri Kecil Tahu*. Surabaya : Biro Bina Kependudukan dan Lingkungan Hidup.

Warisno.<http://www.hameline.edu/apakabar/basisdata/1994/10/07/0001.html>. (sitasi 6 Oktober 2006)

Winarno, Ir. Djoko. <http://www.indonext.com/report/report308.htm>.19k. (sitasi 5 Oktober 2006)





PEMERINTAH KOTA SURABAYA
DINAS KESEHATAN
LABORATORIUM KESEHATAN
 JL. JEMURSARI NO. 197 TELP. 8477739
SURABAYA

HASIL PEMERIKSAAN MIKROBIOLOGI

Jenis bahan : 1 Sampel Makanan

Dikirim oleh : Endah Y

Diambil dari : "Nata De Soya"

Jl. Karanglo Indah FF / 10 Malang.

Jenis Pemeriksaan : Bakteriologi

Diminta Oleh : Atas Permintaan Sendiri.

Diterima Tanggal : 18 Juli 2007

No	Makanan/Usap - Alat	Kode Lab	Hasil Pemeriksaan	Standart	Pertimbangan
1	Nata De Soya 0 Jam	31/Mak/VII/2007	E. Coli : Negatif ALT : 10.000	Negatif 100.000	Baik
2	Nata De Soya 6 Jam	32/Mak/VII/2007	E. Coli : Negatif ALT : 10.000	Negatif 100.000	Baik
3	Nata De Soya 12 Jam	33/Mak/VII/2007	E. Coli : Negatif ALT : 10.000	Negatif 100.000	Baik
4	Nata De Soya 18 Jam	34/Mak/VII/2007	E. Coli : Negatif ALT : 20.000	Negatif 100.000	Baik
5	Nata De Soya 24 Jam	35/Mak/VII/2007	E. Coli : Negatif ALT : 20.000	Negatif 100.000	Baik

Perhatian: Hasil pemeriksaan hanya untuk contoh diatas

Catatan: Pengiriman contoh dalam keadaan dingin/tidak dingin

Surabaya, 25 Juli 2007

Mengetahui
Kepala Laboratorium Kesehatan
Kota Surabaya

drg. Gaguk Septijo W
NIP. 140 189 093



PEMERINTAH KOTA SURABAYA
DINAS KESEHATAN
LABORATORIUM KESEHATAN
 JL. JEMURSARI NO.187 TELP. 8477739
SURABAYA

Jenis air : Air PDAM
 Berasal dari : Air Tahu Singosari Malang.
 Petugas : Endah Y
 Diterima tanggal : 18 Juni 2007

Pemeriksaan Bakteriologi

No Lab	Sampel	Diambil tgl/jam		PH	Sisa Klor Mgl	Tes Perkiraan lactose 35 C			Tes penegasan BGLB 35 C	Tes Lengkap EMB + Lactose 35 C	Jumlah perkiraan terdekak Bakteri Koliform/100 ml sampel (MPN)	Jumlah perkiraan terdekak Bakteri Kolitrnja/100 ml sampel	Jumlah Kuman / ml (ALT)	Pertimbangan
		Diterima tgl/jam				10 ml	1 ml	0,1 ml						
1	Air Tahu 0 Jam	16-06-2007/11.00	-	-	0/5	0/1	0/1	0/0/0	-	0	-	-	Baik	
		18-06-2007/08.00												
2	Air Tahu 6 Jam	16-06-2007/17.00	-	-	0/5	0/1	0/1	0/0/0	-	0	-	-	Baik	
		18-06-2007/08.00												
3	Air Tahu 12 Jam	16-06-2007/23.00	-	-	0/5	0/1	0/1	0/0/0	-	0	-	-	Baik	
		18-06-2007/08.00												
4	Air Tahu 18 Jam	17-06-2007/05.00	-	-	0/5	0/1	0/1	0/0/0	-	0	-	-	Baik	
		18-06-2007/08.00												
5	Air Tahu 24 Jam	17-06-2007/11.00	-	-	0/5	0/1	0/1	0/0/0	-	0	-	-	Baik	
		18-06-2007/08.00												

Surabaya , 25 Juni 2007

Keterangan :

Batas syarat Permenkes RI No 416 / Per / IX / 90

Air Minum MPN / JPT : 0

Air Bersih / Air Sumur MPN / JPT : 50 (bukan air perpipaan)


Air Bersih / Air PDAM MPN / JPT : 10 (perpipaan)

Air Kolam Renang MPN / JPT : 0

Jumlah Kuman (ALT)

Air Kolam Renang : 200

Mengetahui
 Kepala Laboratorium Kesehatan
 Kota Surabaya


 drg. Gaguk Septijo W
 NIP. 140 189 093