

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TAHU MENJADI *Nata De Soya* DENGAN
MENGUNAKAN AIR REBUSAN KECAMBAH KACANG TANAH DAN BAKTERI**

Acetobacter xylinum

TESIS

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Magister

Program Studi Ilmu Lingkungan



Oleh

Muh. Azhari

NIM A131308004

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2014**

commit to user

**Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi *Nata De Soya* Dengan Menggunakan Air
Rebusan Kecambah Kacang Tanah dan Bakteri *Acetobacter xylinum***

TESIS

Oleh

Muh. Azhari

A131308004

perustakaan.uns.ac.id

digilib.uns.ac.id

Telah disetujui Oleh Tim Pembimbing

Komisi Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
-------------------	------	--------------	---------

Pembimbing I

Dr. Sunarto, M.S.
NIP 195406051991031002

-11-2014

Pembimbing II

Dr. Wiryanto, M.Si.
NIP 195308011982031005

-11-2014

Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan
Program Pascasarjana UNS

Dr. Prabang Setyono, M.Si.
NIP 1972050419999031002

Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi *Nata De Soya* Dengan Menggunakan Air Rebusan Kecambah Kacang Tanah dan Bakteri *Acetobacter xylinum*

TESIS

Oleh

Muh. Azhari

A131308004

Telah dipertahankan di depan penguji dan dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 22 September 2014

Tim Penguji:

Nama

Tanda Tangan

Jabatan

Ketua

Prof. Dr. Ir. Mita Sri Eudiasuti, M.Si.
NIP. 195912051985032001

Sekretaris

Dr. M. Maslyati, M.Si.
NIP. 196811241994031001

Anggota Penguji

Dr. Sunarto, M.S.
NIP. 195406051991031002

Dr. Wiryanto, M.Si.
NIP. 195308011982031005

Mengetahui:

Direktur
Program Pascasarjana

Ketua Program Studi
Ilmu Lingkungan



Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S.
NIP. 196107171986011001

Dr. Prabang Setyono, M.Si.
NIP. 1972052419999031002

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSYARATAN PUBLIKASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Tesis yang berjudul : **“Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi *Nata de Soya* Dengan Menggunakan Air Rebusan Kecambah Kacang Tanah dan Bakteri *Acetobacter xylinum*”** ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis dengan acuan yang disebutkan sumbernya, baik dalam naskah karangan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi, baik tesis beserta gelar magister saya batalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi tesis pada jurnal atau forum ilmiah harus menyertakan tim promotor sebagai *author* dan PPs UNS sebagai institusinya. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, 22 September 2014
Mahasiswa,

Muh. Azhari
A131308004

ABSTRAK

Muh. Azhari. A131308004. 2014. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi *Nata de Soya* Dengan Menggunakan Air Rebusan Kecambah Kacang Tanah dan Bakteri *Acetobacter xylinum*. I. Sunarto; II. Wiryanto. Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan protein, berat, dan ketebalan *Nata de Soya* dari limbah cair tahu dengan perlakuan penambahan bakteri *Acetobacter xylinum* dan air rebusan kecambah kacang tanah.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 3 perlakuan yaitu: Perlakuan I (limbah cair tahu 500 ml; Starter bakteri *Acetobacter xylinum* 50 ml; Air rebusan kecambah kacang tanah 100 ml); Perlakuan II (limbah cair tahu 500 ml; Starter bakteri *Acetobacter xylinum* 100 ml; Air rebusan kecambah kacang tanah 150 ml); Perlakuan III (limbah cair tahu 500 ml; Starter bakteri *Acetobacter xylinum* 150 ml; Air rebusan kecambah kacang tanah 200 ml). Masing-masing perlakuan difermentasikan selama 14 hari. Parameter yang diamati adalah kandungan protein, berat, dan ketebalan *Nata de Soya* yang dihasilkan selama 14 hari.

Kandungan protein *Nata de Soya* pada perlakuan III lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan II dan perlakuan II lebih tinggi dibandingkan perlakuan I (2,60 % > 2,38 % > 2,14 %). Berat *Nata de Soya* pada perlakuan I lebih berat dibandingkan dengan perlakuan III dan perlakuan III lebih berat dibandingkan dengan perlakuan II (62,04 g > 55,83 g > 55,03 g). Ketebalan (mm) *Nata de Soya* pada perlakuan III lebih tebal dibandingkan dengan perlakuan I dan perlakuan I lebih tebal dibandingkan dengan perlakuan II (8,4 mm > 7,2 mm > 6,2 mm). Pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah dan bakteri *Acetobacter xylinum* dapat menjadi alternatif pengolahan limbah cair tahu.

Kata kunci: limbah cair tahu, *Acetobacter xylinum*, nata de soya, protein.

ABSTRACT

Muh. Azhari. A131308004. Utilization of Tofu Liquid Waste as *Nata de Soya* through the Use of Boiling Water of Peanut Sprouts and *Acetobacter xylinum* Bacteria. Principal Advisor: Sunarto, Co-advisor: Wiryanto. The Graduate Program in Environmental Science, Sebelas Maret University, Surakarta


The objective of this research is to investigate the protein content, weight, and thickness of *Nata de Soya* produced from tofu liquid waste through the addition of *Acetobacter xylinum* and boiling water of peanut sprouts.

This research used the experimental research with the Completely Randomized Design (CDR) consisting of three treatments, namely: Treatment I (tofu liquid waste of 500 ml; starter bacteria of *Acetobacter xylinum* of 50 ml; and boiling water of peanut sprouts of 100 ml); Treatment II (tofu liquid waste of 500 ml; starter bacteria of *Acetobacter xylinum* of 100 ml; and boiling water of peanut sprouts of 150 ml); and Treatment III (tofu liquid waste of 500 ml; starter bacteria of *Acetobacter xylinum* of 150 ml; and boiling water of peanut sprouts of 200 ml). Each treatment was fermented for 14 days. The parameters observed were protein content, weight, and thickness of *Nata de Soya* produced for 14 days.

The results of research are as follows: 1) The protein content of *Nata de Soya* of Treatment III is higher than that of Treatment II, and the protein content of *Nata de Soya* of Treatment II is higher than that of Treatment I (2,60 g > 2,38 g > 2,14 g). 2) In term of weight, *Nata de Soya* of Treatment I is heavier than that of Treatment III, and *Nata de Soya* of Treatment III is heavier than that of Treatment II (62.04 g > 55.83 g > 55.03 g). 3) In term of thickness (in millimeter), *Nata de Soya* of Treatment III is thicker than that of Treatment I, and *Nata de Soya* of Treatment I is thicker than that of Treatment II (8.4mm > 7.2mm > 6.2 mm). The utilization of tofu liquid waste as *Nata de Soya* through the use of boiling water of peanut sprouts and *Acetobacter xylinum* can be an alternative for tofu liquid waste treatment.

Keywords: *Tofu liquid waste, Acetobacter xylinum, Nata de Soya, and protein*

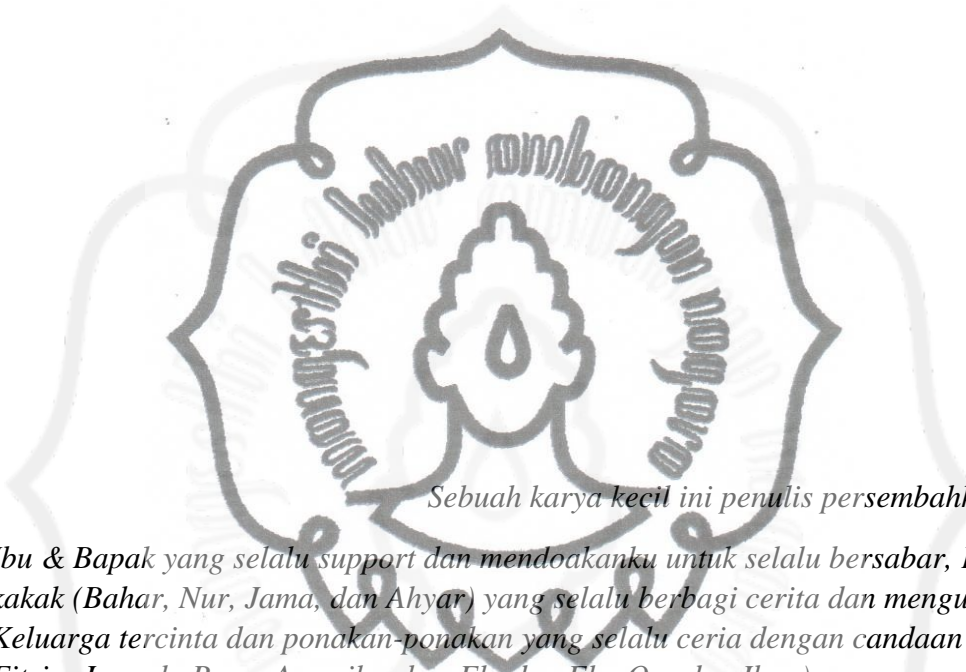
MOTTO



“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.” (Al-Insyirah: 6)
Berperilaku baik dan lemah lembutlah kepada Ibumu, Ibumu, Ibumu, dan Ayahmu (Al-quran & Al-hadist).
“Kebaikan dan keburukan yang kita lakukan akan kita tuai sendiri.”
“kemanapun dan dimanapun hinggap tidak akan pernah menyebabkan dahan patah ataupun rusak meskipun rapuh (An-Nahl).

commit to user

HALAMAN PERSEMBAHAN



Sebuah karya kecil ini penulis persembahkan untuk:

- ➔ *Ibu & Bapak yang selalu support dan mendoakanku untuk selalu bersabar, Kakak-kakak (Bahar, Nur, Jama, dan Ahyar) yang selalu berbagi cerita dan menguatkanku, Keluarga tercinta dan ponakan-ponakan yang selalu ceria dengan candaan (Devy, Fitria, Jannah, Ryan, Arr, sikembar Ela dan Ely, Oza,dan Ibnu)*
- ➔ *Guru yang telah membimbing dan mempersilahkanku masuk sehingga nanda mengenal keluarga Ilmu Lingkungan PPs UNS yang membuat betah dengan keramah tamahan, semoga semuanya dibalas dengan sebaik-baik balasan (Bpk Narto, Bpk Wir, Bpk Prabang, & Bunda Prof. Tuti) & (Mas Widi & MbK Dina) I love you all*
- ➔ *Dosen-dosen Prodi Ilmu Lingkungan (Bpk Masykuri, Bpk Sentot, Bpk Sigit, Bpk Sajidan, Bpk Suntoro, Bpk Ranto, Bpk Pranoto, Bpk Ari, Bpk Tarno, Bpk Joko, Bpk Tasdiyanto, Bpk Kusno (cepat sembuh Bpk) Ibu Kokom, Ibu Ayu, Ibu Evi,*
- ➔ *Bpk Jono & MbK ely serta teman-teman kost putra 16 jurug (erfan, didy, erlan, loli)karena kalian, membuatku betah dikost dan mampu bertahan*
- ➔ *Semua sahabat-sahabatku dalam komunitas Ilmu Lingkungan PPs UNS (Mas Epung, Mas Koko, Mas Ridlo, Mas Iking, Mas Andy, Mr Abdallah & MbK Nuring, MbK Ifa, MbK Inta, MbK Ning, MbK Yuni) indah bersama kalian mengukir kisah di bangku dan ruang teori 1311.*

commit to user

KATA PENGANTAR

Ahamdulilahirabbil'alamin, puji syukur atas kehadiran ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tesis ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar magister sains Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Selama penyusunan tesis ini penulis menyadari banyak menemui hambatan dan masalah. Namun adanya masukan berupa kritikan, saran serta dorongan semangat dari berbagai pihak, membuat penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis, yaitu sebagai berikut:

1. Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan izin penelitian tesis.
2. Dr. Prabang Setyono, M.Si., selaku Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan yang telah memberikan izin penelitian dan membimbing tesis selaku dosen penelaah.
3. Dr. Sunarto, M.S., selaku dosen pembimbing I yang tidak lelah memberikan bimbingan dan motivasi kepada peneliti, sehingga tesis ini dapat selesai.
4. Dr. Wiryanto, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk mengarahkan penelitian tesis ini, sehingga penelitian tesis ini dapat selesai
5. Seluruh dosen dan staff di Program Studi Ilmu Lingkungan yang dengan sabar telah memberikan ilmu serta dukungan baik spiritual maupun materil sehingga tesis ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam melakukan penelitian dan penyusunan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu masukan baik berupa saran dan kritikan yang bersifat membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dalam pengembangan dunia pendidikan.

Surakarta, September 2014

commit to user

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TESIS	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI TESIS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
A. Tinjauan Pustaka	5
1. Industri Tahu	5
2. Limbah Tahu	6
a. Pengertian Limbah Tahu.....	6
b. Jenis Limbah Tahu	7
c. Bahaya Limbah Tahu	9

d. Karakteristik Limbah Tahu	9
e. Pemanfaatan Limbah Tahu	9
f. Penanganan Limbah Tahu.....	10
3. Protein	10
a. Pengertian Protein	10
b. Ciri-Ciri Protein	14
c. Fungsi dan Peranan Protein.....	14
d. Jenis-Jenis Protein.....	15
e. Sumber Protein.....	15
f. Penggolongan Protein	17
4. Fermentasi.....	20
a. Pengertian Fermentasi.....	20
b. Prinsip-Prinsip Fermentasi.....	20
c. Jenis-Jenis Fermentasi.....	20
5. <i>Nata de Soya</i>	21
6. Kacang Tanah	22
7. Mikroorganisme	23
8. Lingkungan	25
a. Pengertian Lingkungan	25
b. Komponen Lingkungan.....	26
c. Macam-Macam Lingkungan.....	26
d. Asas-asas Lingkungan.....	27
e. Pencemaran Lingkungan.....	27
B. Kerangka Pemikiran Penelitian.....	35
C. Hipotesis.....	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	37
A. Waktu dan Tempat Penelitian	37
B. Tatalaksana Penelitian.....	37
1. Jenis Penelitian.....	38

commit to user

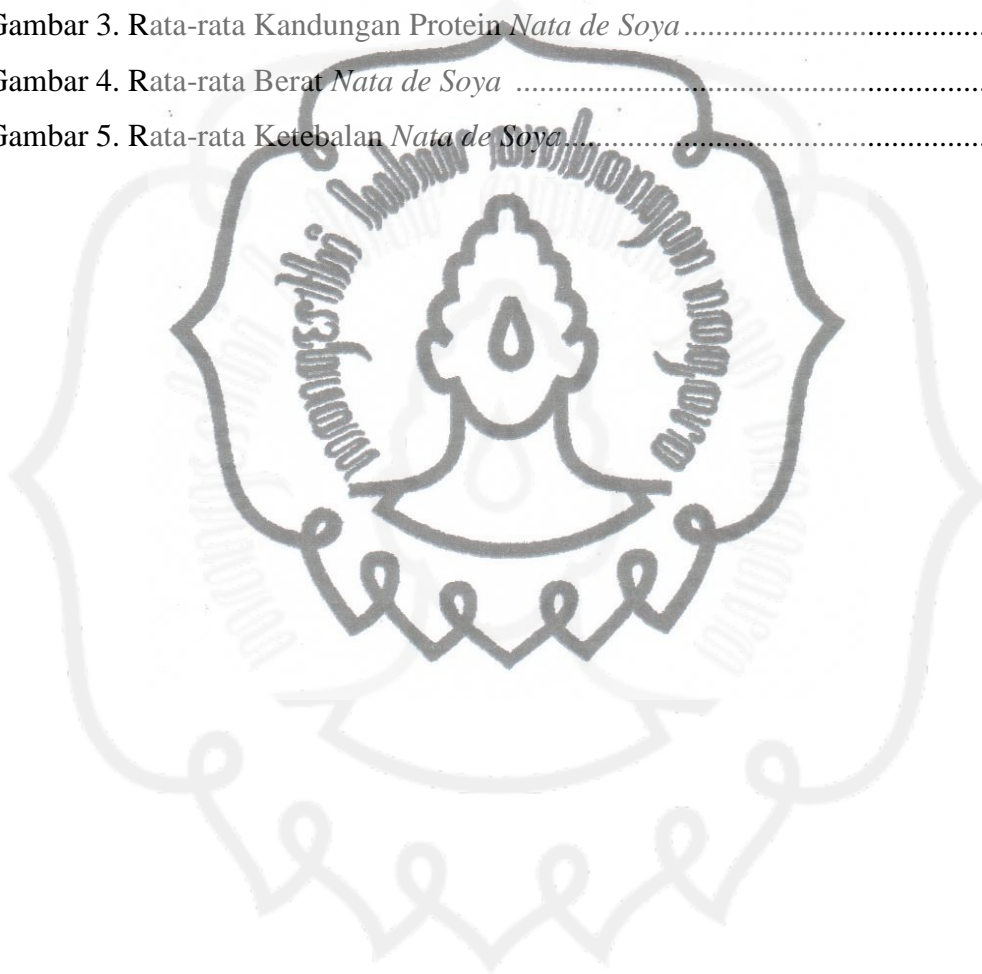
2. Alat Penelitian.....	38
3. Bahan Penelitian.....	39
4. Uraian Tatalaksana Penelitian.....	39
5. Populasi dan Sampel Penelitian	41
6. Variabel Penelitian	41
7. Sumber Data.. ..	42
8. Analisis Data	43
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	45
A. Deskripsi Penelitian	45
B. Hasil Penelitian	47
1. Protein <i>Nata de Soya</i>	47
2. Berat <i>Nata de Soya</i>	48
3. Tebal <i>Nata de Soya</i>	48
C. Pembahasan.....	49
1. <i>Nata de Soya</i>	50
2. Protein <i>Nata de Soya</i>	52
3. Berat <i>Nata de Soya</i>	56
4. Ketebalan <i>Nata de Soya</i>	62
5. Mikroorganisme	68
6. Peran Air Rebusan Kecambah Kacang Tanah	69
7. Kontribusi Pemanfaatan Limbah Cair Terhadap Lingkungan	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
A. Kesimpulan	73
B. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	81

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Limbah Cair Pabrik Tahu per 100 kg Bahan Baku Kedelai	8
Tabel 2. Jumlah Unsur di Dalam Molekul Protein	11
Tabel 3. Faktor Konversi N Beberapa Jenis Bahan Pangan.....	13
Tabel 4. Protein <i>Nata de Soya</i>	47
Tabel 5. Berat <i>Nata de Soya</i>	48
Tabel 6. Ketebalan <i>Nata de Soya</i>	48
Tabel 7. Berat <i>Nata de Soya</i> Dengan Penambahan Sukrosa.....	57
Tabel 8. Berat <i>Nata de Soya</i> Dengan Ekstra Kecambah.....	57
Tabel 9. Berat <i>Nata de Soya</i> Berdasarkan Konsentrasi Molasses.....	58
Tabel 10. Ketebalan <i>Nata de Soya</i> Berdasarkan Penambahan Sukrosa.....	64
Tabel 11. Ketebalan <i>Nata de Soya</i> Berdasarkan Penambahan Ekstrak Kecambah ...	64
Tabel 12. Ketebalan <i>Nata de Soya</i> Berdasarkan Konsentari Molasses	65
Tabel 13. Komposisi Bahan Kimia Anorganik.....	67

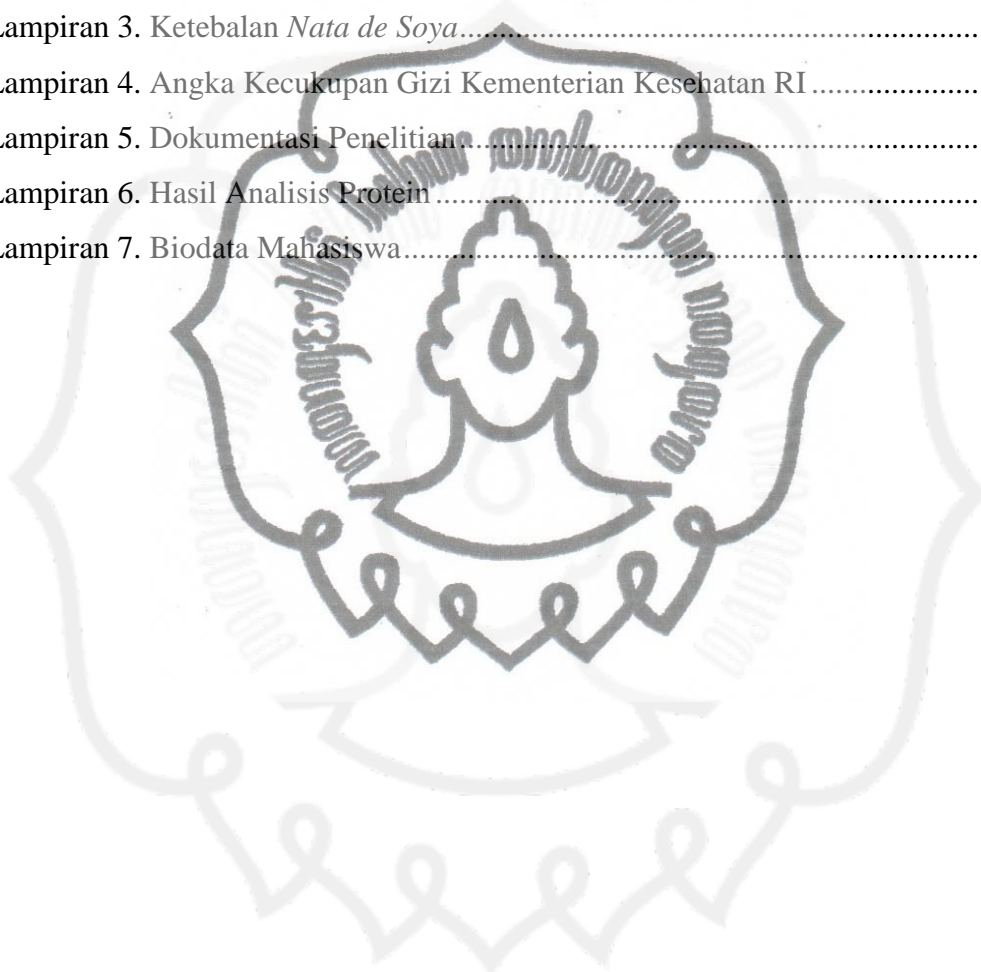
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kerangka Pemikiran.....	35
Gambar 2. Desain Percobaan Pembuatan <i>Nata de Soya</i>	43
Gambar 3. Rata-rata Kandungan Protein <i>Nata de Soya</i>	52
Gambar 4. Rata-rata Berat <i>Nata de Soya</i>	55
Gambar 5. Rata-rata Ketebalan <i>Nata de Soya</i>	59



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Protein <i>Nata de Soya</i>	83
Lampiran 2. Berat <i>Nata de Soya</i>	85
Lampiran 3. Ketebalan <i>Nata de Soya</i>	86
Lampiran 4. Angka Kecukupan Gizi Kementerian Kesehatan RI	87
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	95
Lampiran 6. Hasil Analisis Protein	98
Lampiran 7. Biodata Mahasiswa.....	99



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri tahu merupakan industri kecil yang banyak tersebar di kota dan di pedesaan. Tahu adalah makanan padat yang dicetak dari sari kedelai dengan proses pengendapan protein. Dalam proses pembuatan tahu relatif sederhana, namun selain produk yang diinginkan juga menghasilkan produk sampingan yang tidak diinginkan oleh produsen yaitu limbah.

Limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu diantaranya adalah limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Pengolahan limbah padat, cair, dan gas masih belum optimum, bahkan sering langsung dibuang ke lingkungan oleh produsen tahu, sehingga menimbulkan permasalahan baru yang memerlukan pemikiran, tenaga, dan biaya yang banyak untuk pengelolaannya. Industri tahu saat ini sudah menjamur di Indonesia, dan umumnya masih dilakukan dengan teknologi yang sederhana, sehingga tingkat efisiensi penggunaan air dan bahan baku masih rendah dan tingkat produksi limbah juga relatif tinggi (Kaswinarni, 2007).

Limbah cair tahu merupakan limbah yang paling dominan dihasilkan dalam proses pembuatan tahu karena dalam proses pembuatan tahu membutuhkan banyak air untuk memperoleh produk utama yang diinginkan. Limbah cair tahu jika dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat, maka akan menjadi sumber penghasilan tambahan, karena di dalam limbah cair tahu masih ada kandungan protein, lemak, dan karbohidrat. Beberapa media seperti ITS *Digital Library* pada tanggal 3 April 2010 mencantumkan bahwa jumlah limbah cair yang di hasilkan dari proses produksi tahu di Indonesia setiap tahunnya kurang lebih dari 20 juta meter kubik yang berpotensi mencemari lingkungan. Jumlah produsen tahu diprediksi sebanyak kurang lebih 84,000 unit usaha dengan jumlah kedelai yang dibutuhkan pertahunnya sebanyak 2,56 juta ton.

Beban pencemaran yang ditimbulkan menyebabkan gangguan yang cukup serius terutama untuk perairan di sekitar industri tahu sehingga mempengaruhi kualitas air tersebut (Islam, *et, al.*, 2013). Teknologi pengolahan limbah tahu saat ini sangat diperlukan, baik pengolahan limbah secara fisika, kimia, biologi atau pengolahan limbah menjadi produk pangan, seperti pengolahan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya*. Pengolahan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* diharapkan mampu mengurangi pencemaran lingkungan atau permasalahan lingkungan.

Nata de Soya dari limbah cair tahu memang belum banyak dikenal oleh masyarakat. Hal ini disebabkan karena masyarakat beranggapan bahwa limbah cair tahu tidak bisa dimanfaatkan menjadi sesuatu yang berharga atau bermanfaat. *Nata de Soya* kaya serat yang baik untuk dikonsumsi masyarakat. Selain kaya serat, Pengolahan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* dapat memberikan peluang usaha kepada masyarakat sekitar pabrik tahu serta dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah cair tahu tersebut.

Proses pembuatan *Nata de Soya* biasanya menggunakan bahan kimia tambahan berupa ZA (*Zwavelzur amoniak*) yang berfungsi sebagai sumber nitrogen dalam pembuatan produk olahan *Nata*. ZA sebagai sumber nitrogen dalam pembuatan *Nata* memang mudah di dapat, tetapi harganya tidak ekonomis jika dibandingkan dengan harga *Nata* yang dihasilkan dalam produksi *Nata*. Selain itu, penggunaan bahan kimia ZA yang biasanya digunakan sebagai pupuk untuk tanaman, jika digunakan tidak sesuai dengan takaran dalam hal pembuatan *Nata*, maka dapat menimbulkan permasalahan baru, diantaranya seperti terganggunya kesehatan orang yang mengkonsumsi *Nata* tersebut. Hal tersebut diakibatkan karena masih terdapat sisa atau residu pupuk ZA pada produk yang dihasilkan. Untuk itu diperlukan bahan alternatif pengganti fungsi pupuk ZA sebagai sumber nitrogen dalam pembuatan *Nata*. Seperti penggunaan air rebusan kecambah kacang tanah.

Dalam proses Pengolahan biji atau kecambah kacang tanah menjadi produk olahan, air rebusan biasanya langsung dibuang ke lingkungan, jika hal

ini terjadi terus menerus terutama pada kegiatan skala rumah tangga yang mengolah biji kacang tanah, maka dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Limbah cair dari rebusan kecambah kacang tanah memiliki kandungan protein, lemak, karbohidrat, vitamin, nitrogen (legume), dan lain-lain. Dengan memanfaatkan air rebusan kecambah kacang tanah sebagai pengganti fungsi pupuk ZA dalam pembuatan *Nata de Soya* dapat mengurangi pencemaran lingkungan dari air rebusan kecambah kacang tanah, serta masyarakat tidak khawatir dalam mengonsumsi *Nata de Soya* untuk memenuhi kebutuhan serat harian.

Nata de Soya dapat terbentuk melalui proses fermentasi. Dalam proses pembuatan *Nata de Soya* biasanya menggunakan jasa mikroorganisme seperti bakteri asam cuka yaitu *Acetobacter xylinum*. Penggunaan bakteri *Acetobacter xylinum* pada media seperti limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* dapat menghasilkan lapisan *Nata* pada media tersebut, tanpa bantuan dari mikroorganisme *Acetobacter xylinum* lapisan *Nata* atau selulosa yang diinginkan tidak akan terbentuk. Seperti yang dilakukan oleh para peneliti IKIP PGRI Madiun atau peneliti lainnya (penelitian pendahuluan). Jadi peran mikroorganisme *Acetobacter xylinum* dalam pembuatan produk *Nata* sangat penting.

Pengolahan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* selama ini belum banyak dilakukan oleh masyarakat, karena kurangnya pemahaman mengenai hal tersebut, akan tetapi limbah cair yang dihasilkan dalam proses produksi tahu harus di tangani untuk mengurangi dampak yang akan ditimbulkan ke lingkungan. Pengolahan limbah tahu baik padat, cair maupun gas, khususnya limbah cair belum mendapatkan pengolahan secara optimum oleh masyarakat sekitar pembuatan tahu tersebut umumnya dan khususnya produsen tahu. Padahal dalam limbah cair maupun padat tahu masih terdapat kandungan protein yang masih bisa dimanfaatkan menjadi bahan produk baru yang memiliki nilai ekonomi bagi produsen tahu seperti pakan ternak, pupuk organik, krupuk tahu, biogas, *Nata de Soya* dan lain-lain. Sehingga limbah tahu tersebut bisa menjadi penghasilan tambahan bagi produsen tahu.

Dalam proses pembuatan *Nata de Soya* dari limbah cair tahu diharapkan masih memiliki kandungan protein dan berat serta ketebalan *Nata*, sehingga limbah cair tersebut dapat dijadikan produk baru yang bermanfaat untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Khususnya dalam pembuatan *Nata de Soya*, limbah cair tahu sangat berpotensi untuk menghasilkan produk baru yang merupakan hasil dari aktivitas mikroorganisme, karena dalam limbah cair tahu masih memiliki kandungan protein, karbohidrat dan lemak. Alternatif dari pengolahan limbah cair tahu tersebut menjadi *Nata de Soya* diharapkan mampu mengurangi dampak yang ditimbulkan dari aktivitas produksi tahu yang bersifat negatif (pencemaran). Pengolahan limbah cair tahu, dalam hal ini akan menggunakan tambahan bahan dari air kecambah kacang tanah (*Arachis hypogea*) sebagai sumber pengganti bahan kimia ZA (Zwavelzur amoniak) yang berfungsi sebagai pembantu pertumbuhan bakteri, serta bantuan dari aktivitas mikroorganisme berupa bakteri *Acetobacter xylinum*, sehingga dapat mengurangi dampak yang diakibatkan oleh limbah cair tahu tersebut, seperti bau.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti ingin melakukan penelitian mengenai **“Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi *Nata de Soya* Dengan Menggunakan Air Rebusan Kecambah Kacang Tanah Dan Bakteri *Acetobacter xylinum*”**.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan peneliti dalam penelitian ini adalah

1. Apakah ada perbedaan kandungan protein *Nata de Soya* dari limbah cair tahu dengan perlakuan penambahan bakteri *Acetobacter xylinum* dan air rebusan kecambah kacang tanah berdasarkan volume yang diberikan?
2. Bagaimana perbedaan ketebalan dan berat *Nata* yang dihasilkan dari limbah cair tahu dengan perlakuan penambahan bakteri *Acetobacter xylinum* dan air rebusan kecambah kacang tanah berdasarkan volume yang diberikan?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perbedaan kandungan protein *Nata de Soya* dari limbah cair tahu dengan perlakuan penambahan bakteri *Acetobacter xylinum* dan air rebusan kecambah kacang tanah berdasarkan volume yang diberikan.
2. Untuk mengetahui perbedaan ketebalan dan berat *Nata* yang dihasilkan dari limbah cair tahu dengan perlakuan penambahan bakteri *Acetobacter xylinum* dan air rebusan kecambah kacang tanah berdasarkan volume yang diberikan.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Manfaat teoritis
 - a. Dari informasi yang diperoleh melalui penelitian ini, dapat menambah khazanah ilmu pengetahuan khususnya di bidang lingkungan (pengolahan limbah).
 - b. Hasil penelitian ini sebagai referensi bagi penelitian berikutnya tentang lingkungan hidup, khususnya pemanfaatan pencemar limbah cair industri kecil tahu.
2. Manfaat Praktis
 - a. Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan pengetahuan dan pengalaman baru bagi peneliti untuk studi banding pada masa-masa yang akan datang.
 - b. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat, khususnya bagi pemilik dan pekerja pabrik tahu, mengenai pemanfaatan limbah cair pabrik tahu untuk meminimalkan risiko lingkungan.
 - c. Dapat memberikan penghasilan tambahan kepada produsen tahu pada khususnya dan masyarakat sekitar pabrik tahu pada umumnya.
 - d. Dapat dijadikan sebagai salah satu sumber protein nabati yang murah dan mudah dijangkau oleh masyarakat.
 - e. Hasil penelitian ini, dapat dijadikan sebagai bahan kajian dalam mempelajari masalah lingkungan misalnya pengetahuan lingkungan hidup, Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup (PKLH).

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Industri Tahu

Industri tahu merupakan industri kecil yang banyak tersebar di perkotaan dan di pedesaan. Tahu adalah makanan padat yang dicetak dari sari kedelai dengan proses pengendapan protein pada titik isoelektriknya, yaitu suatu kondisi telah terbentuk endapan berbentuk gumpalan atau padatan protein yang sempurna pada suhu 50 °C, dan cairan telah terpisah dari protein tanpa atau dengan penambahan zat lain yang diizinkan antara lain, bahan pengawet dan bahan pewarna (Pohan, 2008).

Industri tahu telah berkembang secara turun temurun di berbagai wilayah Indonesia khususnya Jawa pada skala mikro dengan proses produksi secara tradisional. Kondisi tersebut menyebabkan limbahnya sangat besar yaitu 12 m³/ton kedelai (Wagiman, 2007) dan kandungan bahan organiknya juga tinggi COD: 5,000-8,000 mg/l. Beberapa penyebab industri tahu tidak melakukan pengolahan limbah cairnya antara lain:

- a. Keterbatasan dana untuk membangun dan mengoperasikan IPAL.
- b. Tidak tersedia teknologi pengolahan limbah untuk industri kecil.
- c. Pengusaha tidak melihat kemanfaatan pengolahan limbah cair.
- d. Tingkat kesadaran masyarakat terhadap lingkungan hidupnya masih rendah.
- e. Dampak pembuangan limbah terhadap lingkungan tidak muncul spontan sehingga masyarakat seakan resisten (Wagiman, 2007)

Menurut Lidya (2011), industri tahu digolongkan dalam industri pangan dengan bahan dasar kedelai. Tahu dikenal sebagai makanan rakyat karena harganya yang murah, dapat dijangkau oleh masyarakat karena mudah diolah menjadi berbagai menu makanan dan memiliki kandungan gizi yang tinggi, terutama mutu protein setara dengan daging hewan. Tahu

merupakan makanan yang digemari masyarakat, baik masyarakat kalangan bawah hingga kalangan atas. Keberadaannya sudah lama diakui sebagai makanan yang sehat, bergizi dan harganya murah (Pohan, 2008).

2. Limbah Tahu

a. Pengertian Limbah Tahu

Tahu berasal dari daratan Cina pada tahun 164 SM. Tahu ditemukan oleh Lord Liu An dari Huai-nan (Mbrio-food.com, 2014). Tahu memiliki berbagai macam kandungan gizi, antara lain protein. Kualitas protein tahu hampir sama dengan daging dan susu. Masalah tersebut diperlukan pengembangan teknologi yang mengedepankan aspek nilai tambah bagi pengusaha. Polutan di dalam limbah cair tahu terdiri atas air 90,74%, protein 1,8%, lemak 1,2%, serat kasar 7,36% dan abu 0,32% (Trismilah, 2001).

Marnani (2002), mengatakan bahwa tahu dibuat dari kacang kedelai. Ampas yang diperoleh disebut ampas tahu. Sedangkan yang cair disebut dengan limbah cair tahu. Selain itu tahu juga mengandung, lemak tak jenuh, karbohidrat, kalori dan mineral, *fosfor*, vitamin E, vitamin B-kompleks seperti *thiamin*, *riboflavin*, vitamin B12, kalium dan kalsium (yang bermanfaat mendukung terbentuknya kerangka tulang). Paling penting dengan kandungan sekitar 80% asam lemak tak jenuh tahu tidak banyak mengandung kolesterol, sehingga sangat aman bagi kesehatan jantung.

Syaf (2007) mengatakan bahwa tahu merupakan produk makanan yang terbuat dari bahan kedelai dan sumber makanan yang dapat diperoleh dengan harga murah serta kandungan protein tinggi. Bagi penduduk dunia, terutama bagi orang asia, merupakan makanan yang umum. Ada beberapa perbedaan proses yang digunakan dalam pembuatan tahu di daerah satu dengan daerah lainnya, tetapi pada umumnya proses pembuatan hampir sama, akan tetapi disamping produk tahu yang diinginkan juga dihasilkan produk sampingan yang tidak diinginkan yaitu limbah. *commit to user*

Limbah organik yang berasal dari aktivitas rumah tangga sebenarnya tidak berbahaya sehingga lebih mudah ditangani dari pada limbah cair dan padat yang mengandung bahan berbahaya dari pabrik (Hindersah, 2011). Kandungan bahan organik limbah cair tahu umumnya terdiri atas protein kurang lebih 65%, lemak kurang lebih 25%, dan karbohidrat kurang lebih 25%.

Sri (2011) mengatakan bahwa tingginya kandungan bahan-bahan organik, rendahnya kandungan oksigen terlarut, bau busuk, dan pH yang rendah dalam limbah cair tahu, selanjutnya dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan, baik air, udara maupun tanah, serta dapat menimbulkan berbagai masalah sanitasi dan kesehatan masyarakat. Menurut Mahida (2006) bahwa limbah industri yang dibuang langsung ke badan air misalnya sungai tanpa mengalami pengolahan terlebih dahulu, selain dapat menimbulkan persoalan-persoalan kesehatan juga dapat mengakibatkan berubahnya tatanan ekosistem perairan yang disebabkan oleh matinya organisme akuatik.

Limbah industri tahu terdiri dari limbah cair dan padat serta gas. Dari jenis limbah yang dihasilkan tersebut, limbah cair merupakan bagian terbesar dan berpotensi mencemari lingkungan (Pohan, 2008).

b. Jenis Limbah Tahu

Jenis limbah yang dihasilkan oleh industri tahu berupa padatan (kering dan basah) dan cairan (*whey*).

1). Limbah padat kering

Limbah padat kering dari usaha pembuatan tahu, umumnya terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut:

- a) Kotoran yang tercampur dalam kedelai, misalnya: krikil, kulit, dan batang kedelai, serta kedelai cacat fisik/rusak/busuk.
- b) Kulit ari kedelai yang berasal dari pengupasan biji kedelai.

2). Limbah padat basah

Limbah padat basah dari proses pembuatan tahu berupa ampas yang masih mengandung unsur gizi. Dalam keadaan baru,

ampas tahu tidak berbau, bau busuk muncul secara berangsur-angsur sejak 12 (dua belas) jam sesudah ampas dihasilkan.

3). Limbah cair

Menurut Sadimin (2007) limbah cair yang dihasilkan dari usaha pembuatan tahu setiap harinya tidak kurang dari sepuluh kali volume kedelai yang diproses.

Tabel 1. Limbah cair pabrik tahu per 100 kg bahan baku kedelai

No	Proses	Kebutuhan air bersih (liter)	Limbah cair yang dihasilkan (liter)	Ket
1	Perendaman	250	200	Sifat limbah tidak berbahaya.
2	Pencucian	400	400	
3	Penggilingan	400	-	
4	Perebusan	200	-	
5	Penyaringan I	200	-	
6	Penggumpalan	-	-	
7	Penyaringan II	-	-	
8	Pencetakan	-	150	Suhu limbah tinggi
9	Pemotongan	-	-	Sifat limbah mencemari
Jumlah		1450	750	-

Sumber: Sadimin (2007)

Ciri-ciri limbah cair tahu adalah:

- Limbah cair tahu keruh dan berwarna kuning muda, keabu-abuan bila dibiarkan akan berwarna hitam serta berbau busuk
- Sisa air tahu tidak menggumpal
- Sisa potongan tahu

c. Bahaya Limbah Tahu

Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan biologi, yang akan menghasilkan zat beracun. Selain itu juga menciptakan media untuk tumbuhnya kuman. Kuman dapat berupa kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan baik pada tahu itu sendiri ataupun pada tubuh manusia. Jika dibiarkan air akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk. Bau busuk dapat mengakibatkan sakit pernapasan. Jika air limbah merembes ke dalam tanah dekat dengan sumur, maka air sumur tidak dapat dimanfaatkan. Jika limbah dialirkan ke sungai akan mencemari sungai, dan jika masih digunakan maka akan menimbulkan penyakit gatal, diare, dan penyakit lainnya.

d. Karakteristik Limbah Tahu

Menurut Sadimin (2007) limbah cair industri tahu merupakan salah satu sumber pencemar lingkungan. Untuk memproduksi 100 kg tahu dihasilkan limbah sebanyak 750 liter. Sumber limbah cair pabrik tahu berasal dari proses merendam kedelai serta proses akhir pemisahan sisa-sisa tahu. Pada umumnya penanganan limbah cair dari industri tahu cukup ditangani dengan sistem biologis, hal ini karena polutannya merupakan bahan organik seperti karbohidrat, vitamin, protein sehingga dapat didegradasi oleh pengolahan secara biologis. Tujuan dasar pengolahan limbah cair adalah untuk menghilangkan sebagian besar padatan tersuspensi dan bahan terlarut, kadang-kadang juga untuk penyisihan unsur hara (nutrien) berupa nitrogen dan fosfor.

e. Pemanfaatan Limbah Tahu

Limbah tahu dapat digunakan sebagai:

- 1) Makanan ternak
- 2) Pupuk organik
- 3) Bahan pembuatan *Nata de Soya*
- 4) Bahan pembuatan makanan kecil (*castangel*, stik tahu).

f. Penanganan Limbah Tahu

Penanganan limbah tahu dengan berbagai cara sudah dilakukan baik secara fisika, kimia, maupun biologi. Penanganan yang dilakukan pada limbah cair tahu dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan *Nata de Soya*, sehingga limbah cair yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu tidak dibuang ke lingkungan seperti sungai. Hal ini mungkin bisa menjadi solusi penanganan limbah cair tahu, sehingga produsen tahu dapat penghasilan tambahan dari limbah cair tahu.

3. Protein

a. Pengertian Protein

Protein adalah zat makanan yang penting bagi tubuh, karena mempunyai fungsi antara lain sebagai zat pembangun dan zat pengatur, serta sebagai sumber tenaga (Anang, 2004). Retno (2010) mengatakan bahwa protein adalah senyawa organik dengan berat molekul tinggi yang senyawa monomernya disebut asam amino yang terdiri atas 20 jenis asam amino, yaitu asam *glutamat*, asam *aspartat*, *lysin*, *histidin*, *arginin*, *serin*, *threonin*, *cistein*, *asparagin*, *glutamin*, *phenilalanin*, *tirosin*, *tryptophan*, *glisin*, *alanin*, *valin*, *prolin*, *leusin*, *isoleusin*, *metionin*.

Protein merupakan makromolekul yang tersusun oleh asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur utama C, O, H, dan N. molekul protein juga mengandung belerang, posfor, besi dan tembaga. Molekul protein mempunyai sifat atau ciri yang spesifik yang berguna dalam kegiatan analisis. Sifat atau ciri khas molekul protein antara lain:

- 1) Mempunyai ukuran berat molekul (BM) besar, sehingga mudah mengalami perubahan bentuk fisik dan aktivitas biologi. Hal ini dapat bermanfaat untuk mengenali dan memisahkan dari komponen bahan pangan yang lain.
- 2) Struktur molekul protein mengandung unsur nitrogen (N) relatif banyak, sehingga keberadaan protein didalam bahan dapat ditentukan berdasarkan kandungan unsur N.

3) Protein merupakan polimer yang tersusun oleh banyak monomer asam-asam amino (lebih dari 20 jenis), sehingga protein didalam bahan pangan juga banyak jenisnya. Berikut jumlah unsur di dalam molekul protein.

Tabel 2. Jumlah unsur di dalam molekul protein.

No	Jenis Unsur	Jumlah (%)
1	Karbon (C)	50-55
2	Oksigen (O)	20-25
3	Nitrogen (N)	15-18
4	Hydrogen (H)	5-7
5	Belerang (S)	0,4-2,5
6	Pospor (P)	Sedikit
7	Besi (Fe)	Sedikit
8	Tembaga (Cu)	Sedikit

Sumber: Anang, 2004

Pada garis besarnya, tujuan analisis protein mencakup beberapa hal berikut ini:

- 1) Menera jumlah atau kandungan protein dalam bahan pangan.
- 2) Menentukan tingkat kualitas protein dari sudut gizi.
- 3) Menelaah protein sebagai suatu bahan kimia, misalnya secara biokimiawi, fisiologis, reologis, dll. (Anang, 2004)

Pengukuran kandungan protein yang paling banyak dilakukan adalah penetapan protein kasar. Penetapan protein kasar bertujuan untuk menera jumlah protein total di dalam bahan pangan. Metode pengukuran jumlah protein tersebut ada beberapa cara, antara lain dengan Metode *Kjeldal*, Metode *Biuret*, Metode *Lowry*, dan metode pengikatan zat warna. Disamping itu, ada beberapa metode lain untuk analisis asam amino dan komponen protein lainnya. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan Metode *Kjeldal* untuk mengukur jumlah kandungan protein dalam limbah cair tahu yang dijadikan *Nata de Soya*.

Metode *Kjeldal* memiliki prinsip kerja yaitu penerkaan jumlah protein secara empiris berdasarkan jumlah N di dalam bahan. Setelah bahan dioksidasi, *Ammonia* (hasil konversi senyawa N) bereaksi dengan asam menjadi *Ammonium sulfat*. Dalam kondisi basa, *Ammonia* diuapkan dan kemudian ditangkap dengan larutan asam. Jumlah N ditentukan dengan titrasi HCl atau NaOH (Anang, 2004).

Berdasarkan prinsip tersebut di atas, prosedur analisis dengan Metode *Kjeldal* dapat dibagi dalam 3 (tiga) tahap yaitu, destruksi, destilasi, dan titrasi.

1) Tahap Destruksi

Tahap destruksi, sampel dipanaskan dalam asam sulfat pekat sehingga bahan terdestruksi menjadi unsur-unsurnya. Hasil akhir pada tahap destruksi ini adalah terbentuknya *Ammonium sulfat*.

2) Tahap Destilasi

Amonium sulfat hasil destruksi dipecah menjadi ammonia (NH_3) dengan penambahan NaOH dan pemanasan. Selanjutnya NH_3 ditangkap dengan larutan asam standar, sampai destilat tidak bereaksi. Larutan asam standar yang dapat digunakan yaitu HCl atau asam borat 4%.

3) Tahap Titrasi

Apabila digunakan HCl (sebagai penampung destilat), maka sisa HCl yang tidak bereaksi dengan NH_3 dititrasi dengan NaOH (0.1 N). Persentase N dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$\%N = \frac{\text{ml NaOH (blanko-sampel)} \times A}{\text{Berat sampel (g)} \times 1000}$$

$$\text{Dimana } A = \text{normalitas NaOH} \times 14,008 \times 100\%$$

Apabila digunakan asam borat sebagai penampung destilat, maka jumlah asam borat yang bereaksi dengan NH_3 dititrasi dengan HCl (0,02 – 0,1 N). Persentase N dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$\%N = \frac{\text{ml HCl (sampel - blanko)} \times B}{\text{Berat sampel (g)} \times 1000}$$

Dimana B = Normalitas HCl x 14,008 x 100 %

Setelah diperoleh persentase N maka kandungan protein sampel dapat dihitung dengan cara mengalikannya dengan faktor konversi N.

$$\text{Kadar protein} = \% N \times \text{Faktor konversi N}$$

Faktor konversi (perkalian) N tergantung pada persentase/ jumlah unsur N yang menyusun molekul protein dalam suatu bahan. Beberapa bahan telah ditetapkan besarnya faktor konversi N, sedangkan untuk bahan-bahan yang belum ditetapkan, besarnya faktor konversi N ditentukan melalui pendekatan empiris jenis bahannya, atau dihitung berdasarkan kandungan N sebesar 16% sehingga faktor konversi N = 6,25.

Tabel 3. Faktor konversi N beberapa jenis bahan pangan

No	Jenis Bahan	Faktor Konversi N
1	Biji-bijian, bir, ragi	6,25
2	Buah-buahan, teh, anggur	6,25
3	Makanan pada umumnya	6,25
4	Makanan ternak	6,25
5	Beras	5,95
6	Roti, macaroni, mie	5,70
7	Kedelai	5,75
8	Susu	6,38
9	Kacang tanah	5,46
10	Gelatin	5,55

Sumber: Sudarmadji, 2007

Keistimewaan lain dari protein adalah strukturnya yang mengandung N (15,30-18%), C (52,40%), H (6,90-7,30%), O (21-23,50%), S (0,8-2%), disamping C, H, O (seperti juga karbohidrat dan lemak), dan S kadang-kadang P, Fe dan Cu (sebagai senyawa

kompleks dengan protein). Dengan demikian maka salah satu cara terpenting yang cukup spesifik untuk menentukan jumlah protein secara kuantitatif adalah dengan penentuan kandungan N yang ada dalam bahan makanan atau bahan lain (Sudarmaji, 2007).

b. Ciri - ciri Protein

Protein diperkenalkan sebagai molekul makro pemberi keterangan, karena urutan asam amino dari protein tertentu mencerminkan keterangan genetik yang terkandung dalam urutan basa dari bagian yang bersangkutan dalam DNA yang mengarahkan biosintesis protein. Tiap jenis protein ditandai ciri-cirinya oleh:

- 1) Susunan kimia yang khas. Setiap protein individual merupakan senyawa murni.
- 2) Bobot molekular yang khas. Semua molekul dalam suatu contoh tertentu dari protein murni mempunyai bobot molekular yang sama. Karena molekulnya yang besar maka protein mudah sekali mengalami perubahan fisik ataupun aktivitas biologisnya.
- 3) Urutan asam amino yang khas. Urutan asam amino dari protein tertentu adalah terinci secara genetik (Page, 1997).

c. Fungsi dan Peranan Protein

Protein memegang peranan penting dalam berbagai proses biologi. Peran-peran tersebut antara lain:

- 1) Katalisis enzimatik. Hampir semua reaksi kimia dalam sistem biologi dikatalisis oleh enzim dan hampir semua enzim.
- 2) Transportasi dan penyimpanan. Berbagai molekul kecil dan ion-ion diangkut oleh protein spesifik. Misalnya transportasi oksigen di dalam *Eritrosit* oleh *Hemoglobin* dan transportasi oksigen di dalam otot oleh *Myoglobin*.
- 3) Koordinasi gerak. Kontraksi otot dapat terjadi karena pergeseran dua filamen protein. Contoh lainnya adalah pergerakan kromosom saat proses mitosis dan pergerakan *Sperma* oleh *Flagela*.

- 4) Penunjang mekanis. Ketegangan kulit dan tulang disebabkan oleh kolagen yang merupakan protein fibrosa.
- 5) Proteksi imun. Antibodi merupakan protein yang sangat spesifik dan dapat mengenal serta berkombinasi dengan benda asing seperti virus, bakteri dan sel dari organisme lain.
- 6) Membangkitkan dan menghantarkan impuls saraf. Respon sel saraf terhadap rangsangan spesifik diperantarai oleh protein reseptor. Misalnya *Rodopsin* adalah protein yang sensitif terhadap cahaya ditemukan pada sel batang retina. Contoh lainnya adalah protein reseptor pada *Sinapsis*.
- 7) Pengaturan pertumbuhan dan diferensiasi. Pada organisme tingkat tinggi, pertumbuhan dan diferensiasi diatur oleh protein faktor pertumbuhan. Misalnya faktor pertumbuhan saraf mengendalikan pertumbuhan jaringan saraf. Selain itu, banyak hormon merupakan protein (Santoso, 2008).

d. Jenis - jenis Protein

- 1) Kolagen, protein struktur yang diperlukan untuk membentuk kulit, tulang dan ikatan.
- 2) Antibodi, protein sistem pertahanan yang melindungi badan daripada serangan penyakit.
- 3) *Dismutase superoxide*, protein yang membersihkan darah.
- 4) *Ovulbumin*, protein simpanan yang memelihara badan.
- 5) *Hemoglobin*, protein yang berfungsi sebagai pembawa oksigen
- 6) Toksin, protein racun yang digunakan untuk membunuh kuman.
- 7) *Insulin*, protein hormon yang mengawal glukosa dalam darah.
- 8) *Tripsin*, protein yang mencernakan makanan protein.

e. Sumber Protein

Protein lengkap yang mengandung semua jenis asam amino esensial, ditemukan dalam daging, ikan, unggas, keju, telur, susu, produk sejenis Quark, tumbuhan berbiji, suku polong-polongan, dan kentang.

Protein tidak lengkap ditemukan dalam sayuran, padi-padian, dan polong-polongan (Sloane, 2004).

Kualitas protein didasarkan pada kemampuannya untuk menyediakan nitrogen dan asam amino bagi pertumbuhan, pertahanan dan memperbaiki jaringan tubuh. Secara umum kualitas protein tergantung pada dua karakteristik berikut:

- 1) Digestibilitas protein. Untuk dapat digunakan oleh tubuh, asam amino harus dilepaskan agar dapat diabsorpsi. Jika komponen yang tidak dapat dicerna mencegah proses ini asam amino yang penting hilang bersama feses.
- 2) Komposisi asam amino seluruh asam amino yang digunakan dalam sintesis protein tubuh harus tersedia pada saat yang sama agar jaringan yang baru dapat terbentuk. Dengan demikian makanan harus menyediakan setiap asam amino dalam jumlah yang mencukupi untuk membentuk asam amino lain yang dibutuhkan.

Faktor yang mempengaruhi kebutuhan protein:

- a) Perkembangan jaringan. Periode perkembangan terjadi dengan cepat seperti pada masa janin dan kehamilan membutuhkan lebih banyak protein.
- b) Kualitas protein. Kebutuhan protein dipengaruhi oleh kualitas protein. Tidak ada rekomendasi khusus untuk orang-orang yang mengonsumsi protein hewani bersama protein nabati. Bagi mereka yang tidak mengonsumsi protein hewani dianjurkan untuk memperbanyak konsumsi pangan nabatinya untuk kebutuhan asam amino.
- c) Digestibilitas protein. Ketersediaan asam amino dipengaruhi oleh persiapan makanan. Panas menyebabkan ikatan kimia antara gula dan asam amino yang membentuk ikatan yang tidak dapat dicerna. Digestibilitas dan absorpsi dipengaruhi oleh jarak antara waktu makan, dengan interval yang lebih panjang akan menurunkan persaingan dari enzim yang tersedia dan tempat absorpsi.

- d) Kandungan energi dari makanan. Jumlah yang mencukupi dari karbohidrat harus tersedia untuk mencukupi kebutuhan energi sehingga protein dapat digunakan hanya untuk pembagunan jaringan. Karbohidrat juga mendukung sintesis protein dengan merangsang pelepasan insulin.
- e) Status kesehatan. Dapat meningkatkan kebutuhan energi karena meningkatnya katabolisme. Setelah trauma atau operasi asam amino dibutuhkan untuk pembentukan jaringan, penyembuhan luka dan produksi faktor imunitas untuk melawan infeksi (Anonim. 2007).

f. Penggolongan Protein

Protein adalah molekul yang sangat vital untuk *organisme* dan terdapat di semua sel. Protein merupakan polimer yang disusun oleh 20 macam asam amino standar. Rantai asam amino dihubungkan dengan ikatan kovalen yang spesifik. Struktur dan fungsi ditentukan oleh kombinasi, jumlah dan urutan asam amino sedangkan sifat fisik dan kimiawi dipengaruhi oleh asam amino penyusunnya. Penggolongan protein dibedakan menjadi beberapa macam, antara lain:

- 1) Berdasarkan struktur molekulnya. Struktur protein terdiri dari empat macam :
 - a) Struktur primer (struktur utama) Struktur ini terdiri dari asam-asam amino yang dihubungkan satu sama lain secara kovalen melalui ikatan peptida.
 - b) Struktur sekunder. Protein sudah mengalami interaksi intermolekul, melalui rantai samping asam amino. Ikatan yang membentuk struktur ini, didominasi oleh ikatan *hidrogen* antar rantai samping yang membentuk pola tertentu bergantung pada orientasi ikatan hidrogennya.
 - c) Struktur tersier. Terbentuk karena adanya pelipatan membentuk struktur yang kompleks. Pelipatan distabilkan oleh ikatan *hidrogen*, ikatan *disulfida*, interaksi ionik, ikatan *hidrofobik*, ikatan *hidrofilik*.

d) Struktur kuarterner. Terbentuk dari beberapa bentuk tersier, dengan kata lain multi subunit. Interaksi intermolekul antar subunit protein ini membentuk struktur keempat/kuarterner

2) Berdasarkan Bentuk dan Sifat Fisik

a) Protein globular. Terdiri atas polipeptida yang bergabung satu sama lain (berlipat rapat) membentuk bulat padat. Misalnya enzim, albumin, globulin, protamin. Protein ini larut dalam air, asam, basa, dan etanol.

b) Protein serabut (*fibrous protein*). Terdiri atas peptida berantai panjang dan berupa serat-serat yang tersusun memanjang, dan memberikan peran struktural atau pelindung. Misalnya fibroin pada sutera dan keratin pada rambut dan bulu domba. Protein ini tidak larut dalam air, asam, basa, maupun etanol.

3) Berdasarkan Fungsi Biologi

Pembagian protein didasarkan pada fungsinya di dalam tubuh, antara lain:

- a) Enzim (ribonuklease, tripsin).
- b) Protein transport (*hemoglobin, mioglobin, serum, albumin*).
- c) Protein nutrisi dan penyimpan (*gliadin/gandum, ovalbumin/telur, kasein/susu, feritin/jaringan hewan*).
- d) Protein kontraktile (aktin dan *tubulin*).
- e) Protein Struktural (kolagen, keratin, fibrin).
- f) Protein Pertahanan (antibodi, *fibrinogen* dan trombin, bisa ular).
- g) Protein Pengatur (hormon insulin dan hormon *paratiroid*).

4) Berdasarkan Daya Larutnya

- a) Albumin. Larut air, mengendap dengan garam konsentrasi tinggi. Misalnya albumin telur dan albumin serum.
- b) *Globulin Glutelin*. Tidak larut dalam larutan netral, larut asam dan basa encer. *Glutenin* (gandum), *orizenin* (padi).
- c) *Gliadin* (prolamin). Larut etanol 70-80%, tidak larut air dan etanol 100%. *Gliadin/gandum, zein/jagung*

- d) *Histon*. Bersifat basa, cenderung berikatan dengan asam *nukleat* di dalam sel. Globin bereaksi dengan heme (senyawa asam menjadi hemoglobin). Tidak larut air, garam encer dan pekat (jenuh 30-50%). Misalnya *globulin* serum dan *globulin* telur.
- e) Protamin. Larut dalam air dan bersifat basa, dapat berikatan dengan asam *nukleat* menjadi *nukleoprotamin* (sperma ikan). Contohnya salmin
- 5) Protein Majemuk Adalah protein yang mengandung senyawa bukan hanya protein. Diantaranya adalah:
- a) *Fosfoprotein*. Protein yang mengandung *fosfor*, misalnya kasein pada susu, vitelin pada kuning telur.
 - b) Kromoprotein. Protein berpigmen, misalnya asam askorbat oksidase mengandung Cu.
 - c) Fosfoprotein. Protein yang mengandung fosfor, misalnya kasein pada susu, vitelin pada kuning telur.
 - d) Protein Koenzim. Misalnya NAD⁺, FMN, FAD dan NADP⁺
 - e) Lipoprotein. Mengandung asam lemak, lesitin.
 - f) Metaloprotein. Mengandung unsur-unsur anorganik (Fe, Co, Mn, Zn, Cu, Mg dsb).
 - g) Glikoprotein. Gugus prostetik karbohidrat, misalnya musin (pada air liur), oskomukoid (pada tulang).
 - h) Nukleoprotein. Protein dan asam nukleat berhubungan (berikatan valensi sekunder) misalnya pada jasad renik.

4. Fermentasi

a. Pengertian Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu cara untuk mengubah substrat menjadi produk tertentu yang dikehendaki dengan menggunakan bantuan mikroba. Produk-produk tersebut biasanya dimanfaatkan sebagai minuman atau makanan. Fermentasi merupakan suatu cara yang telah dikenal dan digunakan sejak lama sejak jaman kuno. Proses fermentasi memerlukan:

commit to user

- 1) Mikroba sebagai inokulum
- 2) Tempat (wadah) untuk menjamin proses fermentasi berlangsung dengan optimal.
- 3) Substrat sebagai tempat tumbuh (medium) dan sumber; nutrisi bagi mikroba (Nur, 2008).

b. Prinsip-prinsip Fermentasi

Agar fermentasi dapat berjalan dengan optimal, maka harus memperhatikan faktor-faktor berikut ini:

- 1) Aseptis (bebas kontaminan).
- 2) Komposisi medium pertumbuhan.
- 3) Penyiapan inokulum.
- 4) Kultur.
- 5) Tahap produksi akhir (Waites, 2001).

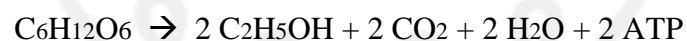
c. Jenis-jenis Fermentasi

Fermentasi ada tiga, yaitu:

1) Fermentasi alkohol

Fermentasi alkohol merupakan suatu reaksi pengubahan glukosa menjadi etanol (etil alkohol) dan karbondioksida. Organisme yang berperan yaitu *Saccharomyces cerevisiae* (ragi) untuk pembuatan tape, roti atau minuman keras.

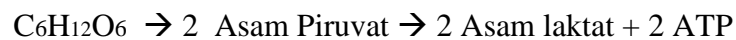
Reaksi Kimia:



2) Fermentasi asam laktat

Fermentasi asam laktat adalah respirasi yang terjadi pada sel hewan atau manusia, ketika kebutuhan oksigen tidak tercukupi akibat bekerja terlalu berat. Di dalam sel otot asam laktat dapat menyebabkan gejala kram dan kelelahan. Laktat yang terakumulasi sebagai produk limbah dapat menyebabkan otot letih dan nyeri, namun secara perlahan diangkut oleh darah ke hati untuk diubah kembali menjadi piruvat.

Reaksi:



3) Fermentasi asam cuka

Merupakan suatu contoh fermentasi yang berlangsung dalam keadaan aerob. fermentasi ini dilakukan oleh bakteri asam cuka (*Acetobacter aceti*) dengan substrat etanol. Energi yang dihasilkan 5 kali lebih besar dari energi yang dihasilkan oleh fermentasi alkohol secara anaerob.

Reaksi:



5. Nata de Soya

Nata sebenarnya adalah selulosa hasil sintesa dari gula (glukosa) oleh bakteri pembentuk *Nata* yaitu *Acetobacter xylinum* (Dimaguila, 1967). Pemanfaatan limbah cair tahu untuk media pembuatan *Nata*, dalam rangka mengurangi pencemaran akibat limbah cair tahu yang dibuang di sekitar pabrik tahu. Secara teknis, pemanfaatan limbah cair tahu karena masih memiliki kandungan protein, lemak dan karbohidrat, sehingga unsur-unsur tersebut diharapkan dapat mendukung perkembangbiakan mikroorganisme yang digunakan yaitu *Acetobacter xylinum* (Doddy, 2004).

Menurut Doddy (2004), faktor utama yang berpengaruh pada pembentukan *Nata* adalah sumber gula, suhu inkubasi, tingkat keasaman medium, lama inkubasi, dan aktivitas bakteri. Pada proses inkubasi media menjadi *Nata* yang telah diinokulasi dengan stater yang mengandung bakteri *Acetobacter xylinum*, setelah 36-48 jam inkubasi akan terbentuk lapisan tembus cahaya pada permukaan medium. Secara bertahap lapisan ini akan menebal dan membentuk lapisan yang kompak dan kenyal. Di bawah kondisi yang mendukung, *Nata* yang terbentuk akan mencapai tebal lebih dari 5 cm dalam waktu satu bulan.

Nata de Soya merupakan salah satu jenis pangan yang diperoleh dari pengolahan limbah cair tahu yang berbahan dasar kedelai. *Nata* ini bisa dikatakan sebagai pangan yang populer di masyarakat. Pangan merupakan

kebutuhan pokok manusia sebagai sumber zat gizi yang penting bagi tubuh. Berbagai zat gizi didalam bahan pangan dapat dikelompokkan kedalam makronutrien sebagai karbohidrat, protein dan lemak serta mikronutrien seperti vitamin, mineral dan senyawa lain. Bahan pangan dapat diperoleh dari berbagai komoditas pertanian, salah satunya adalah hasil nabati (Anang, 2004).

Analisis pangan sangat diperlukan karena analisis pangan diartikan sebagai upaya penguraian dan pengukuran kandungan zat gizi di dalam bahan pangan. Hasil pengukuran tersebut dapat dimanfaatkan, antara lain untuk menentukan komposisi zat gizi bahan pangan, menentukan kualitas bahan, menentukan adanya bahan ikutan/tambahan dalam makanan, dan mendeteksi terjadinya perubahan bahan selama proses penanganan dan pengolahan bahan pangan (Anang, 2004)

6. Kacang Tanah

Pembuatan *Nata de Soya* dari limbah cair tahu membutuhkan tambahan air rebusan kecambah kacang tanah sebagai pengganti ZA (*Zwavelzure ammoniak*) atau *Amonium sulfat* yang bertujuan untuk membantu pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* atau sebagai sumber nitrogen untuk bakteri *Acetobacter xylinum* dalam menghasilkan *Nata*. Kacang tanah mengandung lemak (40,50%), protein (27%), karbohidrat serta vitamin (A, B, C, D, E dan K), juga mengandung mineral antara lain *Calcium, Chlorida, Ferro, Magnesium, Phospor, Kalium* dan *Sulphur* (Kemal, 2001). Diharapkan dengan pemberian tambahan air rebusan kecambah kacang tanah mempengaruhi pembentukan *Nata*, protein, ketebalan dan berat *Nata* dari limbah cair tahu (Fithri, *et al.*, 2001).

Klasifikasi kacang tanah sebagai berikut:

Kerajaan	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Tracheophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Magnoliophyta</i>
Ordo	: <i>Leguminales</i>

Famili : *Fabaceae*
Subfamili : *Faboideae*
Genus : *Arachis*
Spesies : *Arachis hypogea* (Kemal, 2001)

7. Mikroorganisme

Mikroorganisme yang membantu proses pembentukan *Nata de Soya* adalah *Acetobacter xylinum*. Bakteri *Acetobacter xylinum* dapat tumbuh pada pH 3,5 – 7,5, namun akan tumbuh optimal bila pH nya 4,3, sedangkan suhu ideal bagi pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* pada suhu 25°– 30°C. Klasifikasi bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai berikut:

Kingdom : *Bacteria*
Phylum : *Proteobacteria*
Class : *Alphaproteobacteria*
Ordo : *Rhodospirillales*
Family : *Acetobacteraceae*
Genus : *Acetobacter*
Spesies : *Acetobacter xylinum* (Nita, 2011)

Ciri-ciri bakteri *Acetobacter xylinum*

- a. Bakteri gram negatif karena mengandung substansi lipid yang lebih tinggi serta dinding selnya lebih tipis, lebih rentan pada antibiotic, penghambatan warna basa kurang dihambat, pertumbuhan nutriennya relatif sederhana dan tahan terhadap perlakuan fisik.
- b. Bakteri autotrof karena sumber nutriennya mengandung unsur C,H,O,N atau karbohidrat sebagai penyusun protoplasma, Sumber energi untuk pertumbuhannya memerlukan cahaya, sumber karbon untuk pertumbuhannya membutuhkan CO₂.
- c. Bersifat nonmotil atau polar.
- d. Reproduksi dengan cara rekombinasi genetik (*Transformasi, Transduksi, Konjugasi*) dan membelah diri (Pembelahan diri secara biner atau langsung).

- e. Tidak membentuk endospora (spora yang berdinding tebal di dalam bakteri).
- f. Mikroaerofilik artinya bakteri ini dapat tumbuh baik bila ada sedikit oksigen atmosferik.
- g. Katalase positif artinya terdapat enzim yang mengubah H_2O_2 menjadi O_2 dan H_2O .
- h. Kelompok bakteri asam asetat melalui proses oksidasi metal alkohol dapat menghasilkan asam asetat.
- i. 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 koloninya.
- j. Bakteri mesofil yaitu tumbuh pada suhu $25-40^{\circ}C$
 - Golongan *Acetobacter* umumnya berperan dalam proses:
 - a. Membentuk asam dari pengoksidasian gula yaitu disakaridase spesifik seperti sukrosa
 - b. Pengoksidasian etanol
 - c. Mensistesis selulosa dari fruktosa
 - d. Membentuk asam dari etil alkohol dan propel alkohol
 - e. Kemampuan mengoksidasi asam asetat menjadi CO_2 dan H_2O
 - f. Memproduksi kapsul secara berlebih
 - g. Asam asetat yang dihasilkan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang bukan asidofilik
 - h. *Acetobacter xylinum* merupakan salah satu contoh bakteri yang menguntungkan bagi manusia seperti pada proses pembuatan *Nata* (Puji, 2014).

Kemampuan mikroba untuk tumbuh dan tetap hidup merupakan hal yang penting. Suatu pengetahuan dan pengertian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan tersebut sangat penting untuk mengendalikan hubungan antara mikroba-makanan-manusia. Pertumbuhan diartikan sebagai penambahan dan dapat dihubungkan dengan penambahan ukuran, jumlah bobot, masa dan banyak parameter lainnya dari suatu bentuk hidup.

- a. Makanan. Semua mikroorganisme memerlukan zat nutrisi sebagai sumber energi, nitrogen untuk sintesis protein, vitamin dan mineral. Adanya protein, lemak dan karbohidrat merupakan substrat yang menguntungkan bagi bakteri, baik bagi golongan patogen maupun non patogen. Dari berbagai macam percobaan menunjukkan bahwa adanya keragaman yang sangat besar dalam hal tipe nutrisi yang dijumpai di antara bakteri (Michael, 2008).
- b. Semua organisme membutuhkan sumber energi dan karbon. Karbon dioksida maupun karbon organik diperlukan untuk menghasilkan energi baik berupa gula maupun karbohidrat lainnya dan mikroorganisme yang mensyaratkan senyawa organik sebagai sumber karbonnya disebut heterotrof.
- c. Semua organisme membutuhkan nitrogen, baik organisme tingkat tinggi maupun mikroorganisme mutlak membutuhkan nitrogen. Bakteri dalam memanfaatkan nitrogen dalam jumlah yang beragam, beberapa tipe menggunakan nitrogen atmosferik, nitrogen anorganik dan yang lainnya membutuhkan nitrogen dalam bentuk senyawa nitrogen organik.
- d. Semua makhluk hidup membutuhkan belerang (sulfur) dan fosfor.
- e. Semua organisme membutuhkan beberapa unsur logam, natrium, kalium, kalsium, magnesium, mangan, besi, seng, tembaga dan kobalt untuk pertumbuhan yang normal.
- f. Semua *organisme* membutuhkan vitamin (senyawa organik khusus yang penting untuk pertumbuhan).
- g. Semua *organisme* membutuhkan air untuk fungsi-fungsi metabolik dan pertumbuhannya. Untuk bakteri, semua nutrisi harus ada dalam bentuk larutan sebelum dapat memasuki bakteri tersebut.

Selanjutnya bakteri melakukan metabolisme penyerapan zat makanan dengan cara:

- a. Difusi Pasif: *Nutrient* masuk secara konsentrasi gradien yaitu dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah.

- b. Difusi dipercepat: Nutrisi masuk dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah dengan kecepatan lebih tinggi dari difusi pasif karena bantuan enzim permease yaitu sejenis protein yang terdapat pada membran sel.
- c. Transport aktif: Proses penyerapan zat-zat makanan dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi.
- d. Translokasi: Penyerapan dengan cara komponen yang masuk dari luar sel setelah berada didalam sel akan diubah menjadi komponen bentuk lain sehingga tidak dapat keluar lagi melalui membran karena membran menjadi impermeabel.

8. Lingkungan

a. Pengertian Lingkungan

Lingkungan adalah suatu sistem kompleks yang berada di luar individu yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan organisme. Lingkungan tidak sama dengan habitat. Habitat adalah tempat di mana *organisme* atau komunitas *organisme* hidup (Setyono, 2008).

Lingkungan merupakan sistem terintegrasi antar komponen abiotik dan biotik yang keduanya berada pada kondisi hubungan kompensatif dan menghasilkan keharmonisan sistem. Lingkungan merupakan sistem yang di dalamnya bekerja subsistem-subsistem baik subsistem abiotik maupun biotik dan berlangsungnya proses alih rupa (*transformation*) dan alih tempat (*translocation*) yang dipicu oleh proses pertukaran energi dan bahan/materi antar subsistem tersebut. Subsistem abiotik meliputi atmosfer, pedhosfer/lithosfer dan hidrosfer, sedangkan subsistem biotik merupakan semua makhluk hidup atau organisme dengan seluruh bentuk interaksi yang terjadi (Budiastuti, 2010).

Dalam buku Teologi Lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2011) lingkungan sebagai suatu keadaan atau kondisi alam yang terdiri atas benda-benda (makhluk) hidup dan benda-benda tak hidup

yang berada di bumi atau bagian dari bumi secara alami dan saling berhubungan antara satu dengan lainnya.

b. Komponen lingkungan.

1) Lingkungan abiotik

Lingkungan abiotik adalah segala benda mati dan keadaan fisik yang ada di sekitar individu-individu misalnya: batu-batuan, mineral, udara, unsur-unsur iklim, cuaca, suhu, kelembaban angin, faktor gaya berat dan lain-lain (fisik) (Budiastuti, 2010). Sedangkan dalam (Ginting, 2007) meliputi BOD, COD, pH (kimia)

2) Lingkungan biotik

Lingkungan biotik adalah segala makhluk hidup yang ada di sekitar individu baik tumbuh-tumbuhan, hewan dan manusia. Tiap unsur ini berinteraksi antar biotik dan juga dengan lingkungan fisik atau abiotik. Lingkungan biotik meliputi produsen, konsumen, dan dekomposer (Budiastuti, 2010).

3) Budaya

Budaya adalah suatu tradisi yang terbentuk karena kebiasaan yang turun temurun. Tradisi berasal dari bahasa latin *tradition*, yang berarti kebiasaan atau diteruskan. Pengertian tradisi adalah sesuatu yang dilakukan sejak lama dan menjadi bagian kehidupan suatu komunitas atau kelompok masyarakat (Rohadi, 2011)

c. Macam-macam lingkungan

1) Lingkungan Hidup Alami

Lingkungan hidup alami adalah lingkungan hidup yang belum terkena campur tangan manusia atau mengalami modifikasi oleh manusia. Dalam lingkungan seperti ini, manusialah yang melakukan adaptasi sepenuhnya, disesuaikan dengan keadaan alam. Lingkungan yang belum dimodifikasi oleh manusia itu memiliki kecenderungan mantap dan seimbang.

2) Lingkungan Hidup Binaan

Lingkungan hidup binaan adalah lingkungan hidup yang dikelola, dimodifikasi, dibentuk dan ditentukan keadaannya oleh manusia dengan menggunakan daya nalar, akal, budi, ilmu dan teknologi serta sistem sosial, budaya, dan ekonomi. Tujuan dibentuknya lingkungan hidup binaan adalah efisiensi dan efektivitas pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungan oleh manusia. Karakteristik dari lingkungan ini adalah menonjolnya dampak teknologi dan budaya, keadaan lingkungan cenderung tidak mantap (perlu adanya subsidi energi) akibat adanya aktivitas manusia, komponen biotik dan nonbiotik cenderung tidak seimbang atau labil. Contoh lingkungan hidup binaan adalah daerah pertanian, dan peternakan.

3) Lingkungan Hidup Sosial

Lingkungan hidup sosial merupakan kesatuan ruang dengan sejumlah manusia yang hidup berkelompok sesuai dengan suatu keteraturan sosial dan kebudayaan bersama.

d. Asas-asas Lingkungan

Asas-asas lingkungan diantaranya adalah hukum termodinamika pertama atau yang disebut hukum konservasi energi. Energi dapat berubah dari suatu bentuk ke bentuk lain, tetapi tidak dapat dihancurkan atau diciptakan. Energi yang memasuki organisme hidup, populasi atau ekosistem dapat dianggap sebagai energi yang tersimpan atau terlepas. Sistem kehidupan dapat dianggap sebagai pengubah energi. Ada berbagai strategi untuk mentransformasikan energi. Jika ada pembukuan ke luar masuk uang dalam perusahaan, maka sebaiknya ada pembukuan kalori dalam sistem kehidupan (Setyono, 2008).

Asas kedua diambil dari hukum termodinamika kedua, yakni tidak ada sistem perubahan energi yang betul-betul efisien. Jadi meskipun energi itu tidak pernah hilang di alam ini, tetapi energi itu akan terus diubah ke dalam bentuk yang kurang bermanfaat. Misalnya

energi yang masuk kedalam tubuh organisme berbentuk bahan makanan yang padat dan bermanfaat, sedangkan energi yang keluar dari tubuh hewan berbentuk panas (Setyono, 2008).

Asas ketiga menyangkut sumber alam. Materi, energi, ruang, waktu dan keanekaragaman semuanya termasuk kategori sumber alam. Pengubahan energi oleh sistem biologi diharapkan berlangsung pada kecepatan yang sebanding dengan materi dan energi yang ada di alam lingkungannya (Setyono, 2008).

Asas keempat dinamakan asas penjenuhan, yaitu kemampuan lingkungan habitat untuk menyokong suatu materi ada batasnya. Kemampuan untuk menyokong pencemar ada batasnya. Asas kelima menyangkut pengaturan populasi dengan faktor ketergantungan pada kepadatan. Pada asas ini terangkut situasi sumber alam yang tidak menimbulkan rangsangan penggunaan lebih lanjut.

Asas keenam menyangkut persaingan. Individu dan spesies yang mempunyai lebih banyak keturunan daripada saingannya cenderung berhasil mengalahkan saingannya. Asas ketujuh menyangkut keteraturan yang pasti dalam suatu lingkungan dalam periode relatif lama. Ada fluktuasi penurunan dan kenaikan kondisi lingkungan disemua habitat, tingkat kesukaran diramalkan berbeda-beda (Setyono, 2008).

Asas kedelapan menyangkut habitat dan keanekaragaman takson. Kelompok taksonomi tertentu suatu jasad hidup ditandai keadaan lingkungan yang khas, disebut nisia. Asas kesembilan berbunyi keanekaragaman sebanding dengan biomassa atau produktivitas. Konsep kestabilan selalu diikuti dengan keanekaragaman yang tinggi sehingga rantai makanan terbentuk stabil dengan komponen biotik yang lengkap. Hal ini mempengaruhi peningkatan produktivitas.

Asas kesepuluh berbunyi biomassa atau produktivitas meningkat dalam lingkungan yang stabil. Lingkungan yang stabil merupakan representasi aliran energi yang dinamis menurut kesetimbangan yang

tertoleransi sehingga fluktuasi kuantitas biomassa dan produktivitas meningkat. Asas kesebelas berbunyi sistem yang sudah mantab (dewasa) mengeksploitasi sistem yang belum mantab. Tingkat makanan, populasi atau ekosistem yang sudah dewasa memindahkan, energi, biomassa dan keanekaragaman tingkat energi kearah yang belum dewasa (Setyono, 2008).

Asas duabelas lahir dari asas keenam dan ketujuh. Kalau seleksi berlaku, tetapi keanekaragaman meningkat dilingkungan mantap, akan ada perbaikan sifat adaptasi terhadap lingkungan. Asas ketigabelas adalah perkembangan asas ketujuh, Sembilan dan duabelas. Asas keempatbelas berbunyi derajat pola keteraturan *fluktuasi* populasi bergantung kepada pengaruh sejarah populasi sebelumnya.

e. Pencemaran lingkungan

1) Pengertian Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan adalah peristiwa masuknya zat kimia, unsur, energi dan komponen-komponen yang bersifat merugikan ke dalam lingkungan sebagai akibat perbuatan manusia atau dari alam. Pencemaran lingkungan salah satunya bersumber dari limbah rumah tangga seperti perumahan, daerah perdagangan, perkantoran, dan tempat rekreasi (Setyono, 2008).

2) Macam-macam pencemaran lingkungan

a) Pencemaran air

Air merupakan komponen abiotik yang mutlak diperlukan oleh semua makhluk hidup, termasuk manusia. Bagi manusia, air berguna untuk minum, masak dan berbagai jenis kebutuhan lainnya. Namun, air yang sudah tercampur sudah tidak layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup. Air tercampur biasanya dapat dilihat dari warnanya yang tidak bening, berasa, dan berbau. Sumber-sumber pencemaran air dapat berupa limbah industri, limbah rumah tangga dan limbah pertanian (Sastrawijaya, 2009).

Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui:

- (1) Adanya perubahan suhu air
- (2) Adanya perubahan pH atau konsentrasi ion hidrogen
- (3) Adanya perubahan warna, bau dan rasa air
- (4) Timbulnya endapan, koloid, bahan larut.
- (5) Adanya *mikroorganisme*
- (6) Meningkatnya radiktivitas air lingkungan

b) Pencemaran udara

Udara terdiri atas berbagai campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi udara kering yang telah dihilangkan uap airnya relatif lebih konstan. Tanpa udara, suhu akan mengalami *fluktuasi*, antara 110°C pada siang hari dan -185°C pada malam hari (Sastrawijaya, 2009).

c) Pencemaran tanah

Tanah merupakan lapisan kerak bumi yang paling atas, dimana terbentuk dari batu-batuan, mineral serta makhluk hidup yang telah dihancurkan oleh *mikroorganisme* dan merupakan tempat kehidupan tumbuh-tumbuhan yang sangat dibutuhkan manusia sebagai sumber makanan, obat-obatan dan lain-lain.

Pencemaran tanah dapat terjadi melalui 2 cara:

(1) Faktor internal

Pencemaran yang disebabkan oleh peristiwa alam, seperti letusan gunung berapi yang memuntahkan debu, batu dan bahan-bahan vulkanik lainnya yang menutupi dan merusak tanah hingga tanah menjadi tercemar.

(2) Faktor eksternal

Pencemaran daratan karena ulah dan aktivitas manusia. Salah satu contohnya adalah pencemaran yang diakibatkan oleh limbah industri (Sastrawijaya, 2009).

3) Faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran lingkungan

a) Faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran air

- (1) Bahan buangan padat
- (2) Bahan buangan organik
- (3) Bahan buangan anorganik
- (4) Bahan buangan olahan bahan makanan
- (5) Bahan buangan cairan berminyak
- (6) Bahan buangan zat kimia.

b) Faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran udara

Secara umum faktor yang mempengaruhi udara ada 2 macam, yaitu:

(1) Faktor internal(secara alamiah), contohnya:

- (a) Debu yang berterbangan akibat tiupan angin
- (b) Abu (debu) yang dikeluarkan akibat tiupan angin
- (c) Proses pembusukan sampah

(2) Faktor eksternal (karena ulah manusia)

- (a) Hasil pembakaran bahan bakar fosil
- (b) Debu/serbuk dari kegiatan industri.
- (c) Pemakaian zat-zat kimia yang disampaikan ke udara

c) Faktor-faktor yang mempengaruhi pencemaran daratan

Pencemaran daratan relatif mudah diamati (dikontrol) dibandingkan dengan pencemaran udara maupun pencemaran air, secara garis besar pencemaran daratan dapat dipengaruhi oleh:

- (1) Faktor internal yaitu: pencemaran yang disebabkan oleh peristiwa alam, seperti letusan gunung berapi yang

commit to user

menutupi dan merusak daratan sehingga daratan menjadi tercemar.

(2) Faktor eksternal yaitu: pencemaran daratan karena ulah manusia dan aktivitas manusia.

4) Cara penanggulangan pencemaran lingkungan

Usaha untuk mengurangi dan menanggulangi pencemaran lingkungan ada dua macam cara utama yaitu:

a) Penanggulangan secara Non-teknis

Penanggualangan/ penanggulangan pencemaran dengan Non-teknis yaitu: suatu usaha untuk mengurangi dan menanggulangi pencemaran lingkungan dengan cara menciptakan peraturan perundang-undangan yang dapat merencanakan, mengatur dan mengawali segala macam bentuk kegiatan industri dan teknologi sedemikian rupa sehingga tidak terjadi pencemaran lingkungan.

b) Penanggulangan secara teknis

Kriteria yang digunakan dalam memilih dan menentukan cara yang akan digunakan dalam penanggulangan secara teknis tergantung pada faktor berikut:

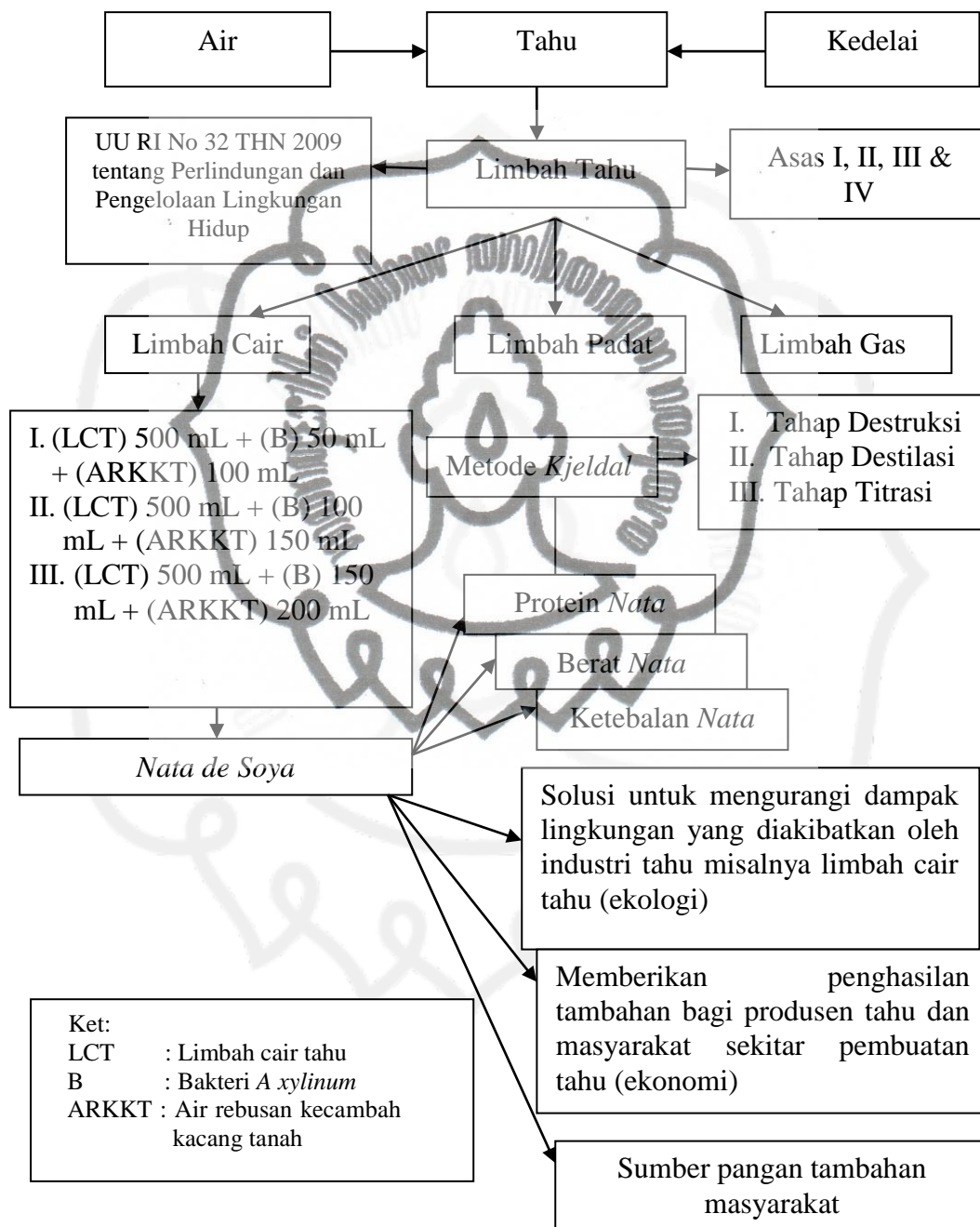
- (1) Mengutamakan keselamatan lingkungan
- (2) Teknologi telah dikuasai dengan baik
- (3) Secara teknis dan ekonomis dapat dipertanggung jawabkan.

Berdasarkan kriteria dapat diperoleh beberapa cara dalam hal penanggulangannya secara teknis, antara lain:

- (a) Mengubah proses
- (b) Mengganti sumber energi
- (c) Mengelola limbah
- (d) Menambah alat bantu.

B. Kerangka Pemikiran Penelitian

Kerangka pemikiran dalam penelitian uji kandungan protein *Nata de Soya* dari limbah cair tahu dan air kecambah kacang tanah dengan menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum* adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Penelitian

C. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Ada pengaruh perbedaan kandungan protein *Nata de Soya* yang dihasilkan dari limbah cair tahu dengan perlakuan penambahan bakteri *Acetobacter xylinum* dan air rebusan kecambah kacang tanah berdasarkan volume yang diberikan.
2. Ada Pengaruh perbedaan ketebalan dan berat *Nata de Soya* yang dihasilkan dari limbah cair tahu dengan perlakuan penambahan bakteri *Acetobacter xylinum* dan air rebusan kecambah kacang tanah berdasarkan volume yang diberikan.



BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2014 di Laboratorium Fakultas Pertanian (Laboratorium Biologi Tanah (tempat membuat *Nata de Soya*) dan Laboratorium Kimia Tanah (tempat menguji kandungan protein *Nata de Soya*)) Universitas Sebelas Maret (UNS).

B. Tatalaksana Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan rancangan percobaan RAL yang kemudian di analisis dengan ANOVA dan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) menggunakan program Minitab 13 berdasarkan pendekatan kuantitatif-*positivisme*, berdasarkan data yang dikumpulkan dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Data yang dikumpulkan dinyatakan dalam bentuk nilai absolut
- b. Pada umumnya dilakukan pada penelitian rekayasa
- c. Hasilnya bersifat lebih obyektif (Sukandarrumidi, 2006).

Menurut Sugiyono (2012) metode atau penelitian kuantitatif sering dinamakan Metode tradisional, *positivistic*, *scientific*, dan Metode *discovery*.

Dalam (Mulyatiningsih, 2013) bahwa penelitian eksperimen menggunakan pendekatan *positivisme*-kuantitatif. *Positivisme* adalah penelitian yang menggunakan data kuantitatif untuk menguji hipotesis pengaruh atau hubungan antar *variabel* yang diteliti. Penelitian eksperimen bertujuan untuk menemukan pengaruh perlakuan terhadap peningkatan hasil.

Prosedur eksperimen bermaksud untuk membandingkan efek variasi *variabel* bebas terhadap *variabel* tergantung melalui manipulasi

atau penendalian *variabel* bebas tersebut. Perubahan yang terjadi pada *variabel* tergantung akan dikembalikan penyebabnya pada perbedaan perlakuan yang diberikan pada *variabel* bebas. Pengaruh suatu *variabel* independen terhadap perilaku subjek sebagai *variabel* dependen hanya dapat diperoleh melalui prosedur eksperimen (Azwar, 2013). Dengan pandangan *positivisme*-kuantitatif dimulai dengan gerakan untuk memperdalam dan mengembangkan ilmu pengetahuan lewat observasi dan eksperimen (Sutopo, 2006). Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen untuk mendapatkan hasil ataupun data-data yang menunjukkan hubungan antara *variabel* yang diuji (Cahyono, 2013). Seperti dikemukakan oleh Severin and Tankard (2001) dalam Setyanto, (2005) bahwa keuntungan utama dari metode eksperimen adalah adanya kendali ditangan peneliti dan ketepatan logika yang terkandung di dalamnya.

Desain eksperimen adalah serangkaian tes atau percobaan yang dilakukan secara berurutan dengan mengubah-ubah variabel *input* dalam suatu proses sehingga dapat melihat dan mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada variabel *output* (Montgomery (2001) dalam Asyia (2012).

2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Gelas kimia ukuran 1,000 mL
- b. Gelas ukur 500 mL
- c. Tabung Kjeldal
- d. Pipet tetes
- e. Timbangan digital dan analitik
- f. Kain bersih
- g. Karet gelang
- h. Toples dengan volume isi 1,600 mL, tinggi 12 cm, panjang dan lebar 12 cm x 4.
- i. Pengaduk
- j. Timbangan digital

- k. Nampan
 - l. Kertas label
 - m. Bolpoint
 - n. Kertas
 - o. Kompor
 - p. pH meter
 - q. Thermometer
 - r. Destruktor
 - s. Destilator
 - t. Tabung destilasi/Labu godok
 - u. Erlenmayer 50 mL
 - v. Buret
3. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Limbah cair tahu yang baru dihasilkan dalam produksi tahu
- b. Bakteri *Acetobacter xylinum*
- c. Air rebusan kecambah kacang tanah (pengganti ZA atau urea)
- d. Gula pasir 15 gr perulangan
- e. Asam asetat untuk pH 3-4 sebanyak 5-6 mL perulangan
- f. H₂SO₄ pekat
- g. Campuran garam K₂SO₄ : CuSO₄ (20 : 1)
- h. NaOH 45%
- i. H₃BO₃ 1%
- j. Indikator campuran (MR dan BCG)
- k. HCl 0,1 N
- l. Butir Zn

4. Uraian Tatalaksana Penelitian

Tatalaksana dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian
- b. Membersihkan alat yang akan digunakan dalam penelitian

- c. Mengambil limbah cair tahu yang baru dihasilkan dari proses pembuatan tahu sebanyak 500 mL untuk masing-masing ulangan dan disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran-kotoran pada limbah cair tersebut.
- d. Limbah cair tahu tersebut dididihkan diatas kompor sampai mendidih. Hal yang sama dilakukan pada kecambah kacang tanah
- e. Memasukkan limbah cair tahu yang sudah di didihkan kedalam toples yang sudah dibersihkan dan dicampur dengan asam cuka, gula, serta air rebusan kecambah kacang tanah kemudian ditutup rapat menggunakan kain serta diikat dengan karet gelang
- f. Menunggu limbah cair tahu dingin, kira-kira 3-5 jam, kemudian *starter* bakteri dimasukkan ke dalam media tersebut
- g. Menunggu masa pembentukan *Nata* selama kurang lebih 2 minggu atau selama 14 hari kemudian *Nata de Soya* di panen
- h. Mengukur ketebalan dan berat *Nata* yang dihasilkan dari limbah cair tahu tersebut
- i. Menguji kandungan protein *Nata de Soya* menggunakan Metode *Kjeldhal* dengan tiga tahapan, yaitu tahap destruksi, destilasi dan titrasi.
 - 1). Tahap destruksi
 - a). Menimbang 0,2 g bahan dan masukkan dalam tabung Kjeldhal
 - b). Menambahkan 1 g campuran garam dan 3 ml H_2SO_4 pekat lalu memanaskan hingga larutan berwarna kehijauan kemudian mendinginkan serta menambahkan aquadest sebanyak 50 mL
 - c). Membuat blanko penelitian.
 - 2). Tahap destilasi
 - a). Memasukkan larutan hasil destruksi yang sudah diencerkan ke dalam tabung destilasi
 - b). Menambahkan larutan hasil destruksi dengan 10 ml NaOH 45% dan 2 butir Zn
 - c). Memanaskan larutan dengan menampung H_3BO_3 1% dan 2 tetes indikator campuran sehingga memperoleh volume 40 mL.

3). Tahap titrasi

a). Melakukan titrasi dengan HCL 0,1 N sehingga terjadi perubahan warna dari biru ke hijau lalu menjadi kuning.

j. Hasil yang diperoleh pada tahapan akhir metode kjeldhal di konversikan dengan faktor konversi N beberapa jenis bahan pangan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\%N = \frac{(\text{sampel-blanko}) \times 0,1 \times 14 \times 100\%}{100 \times \text{berat sampel (mg)}}$$

$$\text{Protein} = \frac{100 + ka}{N} \times 6,25$$

k. Membuat tabel hasil penelitian

l. Memberikan kesimpulan pada hasil penelitian mengenai uji kandungan protein *Nata de Soya* dari limbah cair tahu dan air kecambah kacang tanah dengan menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*.

5. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah (limbah cair industri tahu) yang diperoleh atau dihasilkan dalam satu kali produksi tahu di daerah kelurahan Pucang Sawit RT 01 RW 02 Jebres, Surakarta milik Ibu Parti. Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah 7,500 mL limbah cair tahu yang dihasilkan di wilayah Kelurahan Pucang Sawit RT 01 RW 02 Jebres, Surakarta milik Ibu Parti setiap satu kali produksi.

6. Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perlakuan pada limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* dengan menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah dan bakteri *Acetobacter xylinum*. Sedangkan variabel terikatnya adalah kandungan protein dan ketebalan serta berat *Nata* yang dihasilkan.

7. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini adalah sumber data kuantitatif eksperimen (Sukandarrumidi, 2006) yaitu sumber data yang mampu disuguhkan dalam bentuk angka-angka. Sumber data yang demikian akan sangat menguntungkan di dalam pekerjaan analisis, karena secara langsung dapat diterapkan metode analisis di samping lebih bersifat objektif.

Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini terdiri dari 3 perlakuan yaitu sebagai berikut:

- a. Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (50 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (100 mL)
- b. Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Stater bakteri *Acetobacter xylinum* (100 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (150 mL)
- c. Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Stater bakteri *Acetobacter xylinum* (150 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (200 mL).

Setiap perlakuan diulang 5 kali, sehingga secara keseluruhan berjumlah 15 kali ulangan. Untuk pemanenan dilakukan setelah 2 minggu.

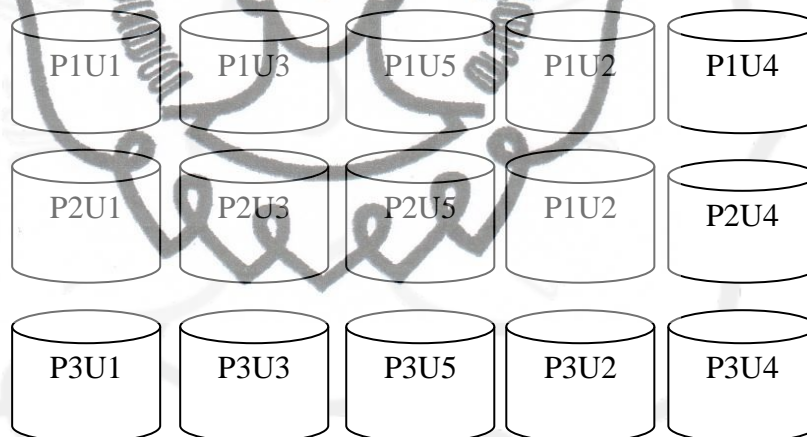
8. Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian dihitung secara statistik dengan ANOVA dan jika terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan perlakuan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan menggunakan program Minitab 13. Hasil yang diperoleh dalam penelitian kemudian di deskripsikan sebagaimana adanya (Sugiono, 2012). Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan satu faktor perlakuan atau tunggal, yaitu 3 perlakuan dengan masing-masing ulangan yang diberikan pada perlakuan sebanyak 5 kali ulangan. Jadi total ulangan dalam penelitian ini adalah 15 kali ulangan dengan 3 kali perlakuan.

Analisis data dalam penelitian bersumber dari perlakuan dan ulangan yang telah dilakukan sebagai berikut:

- a. Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (50 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (100 mL)
- b. Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Stater bakteri *Acetobacter xylinum* (100 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (150 mL)
- c. Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Stater bakteri *Acetobacter xylinum* (150 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (200 mL).

Pemanenan *Nata de Soya* dilakukan setelah 2 minggu atau selama 14 hari.



Gambar 2. Desain percobaan pembuatan *Nata de Soya*

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Penelitian

Penelitian ini mengenai *Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Nata de Soya Dengan Menggunakan Air Rebusan Kecambah Kacang Tanah dan Bakteri Acetobacter xylinum*. Limbah cair tahu menjadi salah satu sorotan dalam proses produksi tahu, karena dapat mencemari lingkungan. Menurut Kaswinarni (2007) bahwa limbah cair tahu yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu akan menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan, karena limbah cair tahu masih mengandung bahan organik seperti protein, lemak, dan karbohidrat. Bahan-bahan organik tersebut dimanfaatkan oleh *mikroorganisme* sebagai sumber bahan makanan dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Limbah cair tahu mengandung protein sebanyak 40-60%, karbohidrat sebanyak 25-50%, lemak sebanyak 10% (Kaswinarni 2007). Gas-gas yang biasa ditemukan dalam limbah cair tahu adalah gas *Nitrogen* (N_2), *Oksigen* (O_2), *Hidrogen sulfida* (H_2S), *amonia* (NH_3), *Carbondioksida* (CO_2) dan *Metana* (CH_4). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air buangan.

Limbah cair tahu yang digunakan dalam penelitian diambil pada tanggal 7 juli 2014 sebanyak 7,500 mL di daerah kelurahan Pucang Sawit RT 01 RW 02, Jebres, Surakarta milik Ibu Parti. Penggunaan air rebusan kecambah kacang tanah berfungsi sebagai tambahan sumber karbon dan nitrogen bagi bakteri *Acetobacter xylinum*. Air rebusan kecambah kacang tanah yang digunakan dalam penelitian bersumber dari 3 kg kecambah kacang tanah dan 4 liter air. Untuk starter bakteri *Acetobacter xylinum* diperoleh di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret (UNS) sebanyak 1.500 mL yang berumur 2 x 24 jam. Umur starter bakteri *Acetobacter xylinum* yang baik digunakan untuk memperoleh hasil yang

optimal adalah starter bakteri *Acetobacter xylinum* yang berumur 78 jam (Daika, *et al.*, 2014). Untuk memperoleh *Nata de Soya* yang optimal dibutuhkan pemberian starter bakteri *Acetobacter xylinum* dengan volume yang tepat (Hanik, *et al.*, 2013).

Asam cuka diperoleh di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas pertanian Universitas Sebelas Maret (UNS). Masing-masing ulangan dalam penelitian menggunakan 10 mL asam cuka yang berfungsi untuk mengasamkan media pada pH 3-4. Media yang memiliki pH 3-4 merupakan tempat hidup yang baik bagi bakteri *Acetobacter xylinum* sehingga dapat memperoleh *Nata de Soya* yang optimal (Intan, *et al.*, 2010). Dalam proses pembuatan *Nata de Soya* juga membutuhkan gula (sukrosa) yang mempunyai peranan penting dalam proses pembuatan *Nata de Soya* yaitu sebagai sumber nutrisi bagi starter bakteri *Acetobacter xylinum*. Jumlah gula yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 100 g (Daika, *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil wawancara dengan Laboran Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret (UNS) Darsono (2014) bahwa proses pembuatan *Nata de Soya* membutuhkan sikap yang hati-hati, karena akan berpengaruh terhadap pembentukan *Nata de Soya* pada media yang digunakan, bahkan dalam pembuatan *Nata de Soya* sering mengalami kegagalan. Kegagalan tersebut seperti lapisan *Nata* yang tidak terbentuk, *Nata* yang terbentuk sebelum dipanen sudah diinfeksi oleh jamur (Darsono, 2014). Penelitian ini dilakukan dengan 3 perlakuan dan 15 ulangan, perlakuan yang diberikan adalah sebagai berikut:

- a. Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (50 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (100 mL)
- b. Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Stater bakteri *Acetobacter xylinum* (100 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (150 mL)

c. Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (150 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (200 mL).

Lapisan *Nata de Soya* yang terbentuk dipanen setelah 14 hari. Lama pemanenan lapisan *Nata* akan berpengaruh terhadap ketebalan maupun berat *Nata de Soya* yang dihasilkan (Doddy, 2004).

Pengambilan media untuk menanam starter bakteri *Acetobacter xylinum* dilakukan secara homogen, baik dari air rebusan limbah cair tahu maupun air rebusan kecambah kacang tanah. Kedua media tersebut diaduk menggunakan pengaduk kaca agar kondisi air rebusan limbah cair pada bagian bawah dan atas sama, begitu juga dengan air rebusan kecambah kacang tanah diberikan perlakuan yang sama seperti air rebusan limbah cair tahu (pengadukan dilakukan menggunakan pengaduk kaca karena volume larutan yang diaduk sedikit).

Air rebusan limbah cair tahu dan air rebusan kecambah kacang tanah dimasukkan ke dalam media alat yang digunakan (toples) yang berjumlah 15 buah, setelah itu pada masing-masing ulangan ditambah dengan gula pasir sebanyak 100 g pada masing-masing ulangan yang bertujuan sebagai tambahan sumber karbon pada starter bakteri *Acetobacter xylinum* (Daika, *et al.*, 2014). Kemudian media yang diberikan gula diaduk, supaya tercampur dengan merata atau homogen, begitu juga saat pemberian asam cuka sebanyak 10 mL yang bertujuan untuk mengasamkan media, karena starter bakteri *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri asam cuka yang suka hidup pada pH 3-4 atau dalam kondisi asam (Intan, *et al.*, 2010).

Media limbah cair tahu yang sudah siap atau kondisi suam-suam kuku dengan suhu 28°C sudah bisa ditanam starter bakteri *Acetobacter xylinum*. Bakteri *Acetobacter xylinum* bisa hidup pada kisaran suhu kamar yaitu sekitar 25-30°C (Khairul, 2010). Penggunaan bakteri pada masing-masing media dilakukan secara homogen. Media yang sudah siap diletakkan dalam ruangan yang tertutup rapat, media yang sudah jadi diusahakan jangan sampai terkena

cahaya matahari karena akan mengganggu terbentuknya lapisan *Nata de Soya*.

Pemanenan *Nata de Soya* dilakukan setelah 14 hari, hasil yang diperoleh (*Nata de Soya*) ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui berat, diukur ketebalan *Nata*, serta diuji kandungan protein *Nata de Soya* di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta.

B. Hasil Penelitian

Penelitian ini mengenai *Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Nata de Soya Dengan Menggunakan Air Rebusan Kecambah Kacang Tanah dan Bakteri Acetobacter xylinum*. Data yang diperoleh mengenai kandungan protein dan berat serta ketebalan *Nata de Soya* dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Protein *Nata de Soya*

Protein *Nata de Soya* yang diperoleh dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Protein *Nata de Soya* (%)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	I	II	III	IV	V		
I	2,45	2,40	2,32	2,42	2,30	11,89	2,38b
II	2,18	2,16	2,15	2,13	2,10	10,72	2,14a
III	2,63	2,61	2,52	2,56	2,68	13	2,60c

Keterangan.

Apabila notasi huruf pada Tabel berbeda (a,b,c) maka perlakuan menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($P < 0,05$).

P I = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (50 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (100 mL)

P II = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Stater bakteri *Acetobacter xylinum* (100 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (150 mL)

P III = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Stater bakteri *Acetobacter xylinum* (150 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (200 mL).

2. Berat *Nata de Soya*

Berat *Nata de Soya* yang diperoleh dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Berat *Nata de Soya* (g)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	I	II	III	IV	V		
I	77,82	55,92	55,08	59,25	62,13	310,21	62,04
II	55,30	48,56	46,77	63,29	61,24	275,18	55,03
III	61,16	51,76	57,82	53,25	55,18	279,18	55,83

Keterangan.

P I = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (50 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (100 mL)

P II = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Stater bakteri *Acetobacter xylinum* (100 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (150 mL)

P III = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Stater bakteri *Acetobacter xylinum* (150 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (200 mL).

3. Tebal *Nata de Soya*

Ketebalan *Nata de Soya* yang diperoleh dalam Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Ketebalan *Nata de Soya* (mm)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	I	II	III	IV	V		
I	11	5	6	7	7	36	7,2
II	5	4	4	9	9	31	6,2
III	10	7	9	8	8	42	8,4

Keterangan.

P I = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (50 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (100 mL)

P II = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (100 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (150 mL)

P III = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (150 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (200 mL).

C. Pembahasan

Kegiatan produksi tahu yang memiliki bahan dasar kedelai selain menghasilkan produk yang diinginkan berupa tahu juga menghasilkan produk sampingan yang berupa limbah, baik limbah cair, limbah padat basah, maupun limbah padat kering. Limbah cair yang dihasilkan dalam produksi tahu lebih dominan dibandingkan limbah padat basah maupun limbah padat kering, ini disebabkan dalam proses produksi tahu membutuhkan banyak penggunaan air bersih. Jika tidak ditangani, maka akan menimbulkan permasalahan terhadap lingkungan (Rety, *et al.*, 2011).

Lingkungan yang bebas dari bahan pencemar terutama limbah merupakan keinginan semua orang, tetapi untuk mewujudkan hal tersebut membutuhkan usaha atau perjuangan. Usaha yang bisa dilakukan diantaranya adalah dengan meminimalis produk sampingan atau yang sering disebut dengan limbah dalam proses produksi. Untuk itu pentingnya pengetahuan dan

pemahaman mengenai lingkungan perlu disosialisasikan pemerintah kepada masyarakat. Masyarakat diharapkan memiliki keterampilan dan tanggung jawab untuk mengelola permasalahan lingkungan (Maya, *et al.*, 2010).

Kegiatan manusia dapat berdampak pada keseimbangan ekologi, berpotensi menyebabkan timbulnya penyakit baru yang terkait dengan perubahan lingkungan (Violeta, 2007). Belakangan ini kualitas lingkungan tempat tinggal masyarakat semakin menurun, hal tersebut disebabkan karena meningkatnya aktivitas masyarakat di berbagai sektoral kegiatan. Industri berpotensi menyumbangkan pencemaran lingkungan dari produk sampingan yang dihasilkan yaitu berupa limbah. Limbah yang dihasilkan dalam proses industri harus mendapatkan solusi dan penanganan yang tepat untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan, seperti diolah menjadi produk baru misalnya *Nata de Soya* dari limbah cair tahu sehingga masyarakat dapat memperoleh penghasilan tambahan dari kegiatan tersebut.

Kegiatan pemanfaatan limbah dari kegiatan yang di dapat berdampak ke masyarakat itu sendiri, sehingga penanganan terhadap limbah perlu dilakukan. Penanganan limbah memerlukan pemikiran, waktu, dan biaya. Partisipasi dari masyarakat dalam menangani masalah limbah perlu ditingkatkan. Partisipasi dari masyarakat, peran pemerintah sangat penting dalam mendukung kegiatan yang dilakukan masyarakat dalam mengatasi dampak negatif yang ditimbulkan dari limbah. Pemerintah dalam hal mengurangi atau mengatasi dampak yang ditimbulkan oleh suatu kegiatan, terutama terhadap dampak negatif yang ditimbulkan, pemerintah perlu mengeluarkan peraturan-peraturan seperti Undang-undang No. 32 tahun 2009 mengenai Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Limbah cair industri seperti tahu, jika dibuang langsung ke aliran air seperti sungai, dapat menimbulkan permasalahan baru, diantaranya kematian biota sungai tersebut, bau, serta perubahan fisik lainnya. Karena limbah cair tahu memiliki banyak bahan organik yang terkandung di dalamnya seperti karbohidrat, protein dan lemak, bahan organik tersebut menjadi bahan makanan bagi mikroorganismenya, sehingga mikroorganismenya dapat

berkembangbiak dengan pesat (Chyi, *et al.*, 2013). Perkembangbiakan mikroorganisme yang tidak terkendali, menyebabkan kandungan oksigen yang ada di dalam air berkurang. Kandungan normal oksigen dalam air kira-kira 8 ppm, biota seperti ikan dapat hidup sampai kandungan oksigen 5 ppm, di bawah itu menyebabkan kematian ikan dan biota lainnya (Silvana, 2009). Selain itu pencemaran air akan berpengaruh terhadap sosial, ekonomi, kesehatan, dan permasalahan lingkungan (Galadima, *et al.*, 2011).

1. *Nata de Soya*

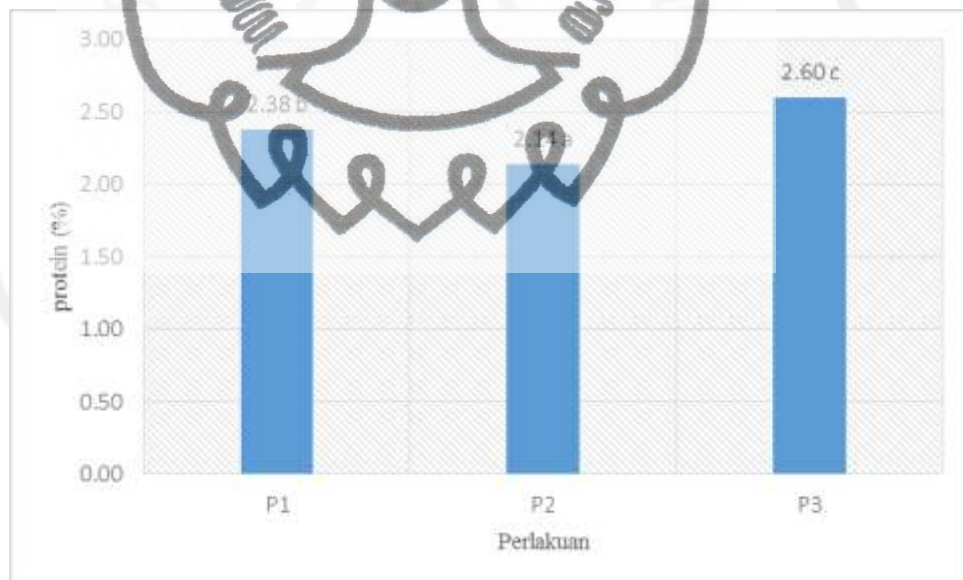
Nata de Soya merupakan produk yang dihasilkan dari bakteri *Acetobacter xylinum*. Dalam penelitian ini *Nata de Soya* berbahan dasar dari limbah cair tahu. Seperti yang diketahui bahwa selain produk yang diinginkan berupa tahu, dalam proses industri tahu juga menghasilkan produk sampingan berupa limbah, diantaranya adalah limbah cair. Limbah cair tahu merupakan limbah yang paling dominan dihasilkan pada setiap proses produksi tahu dan berpotensi mencemari lingkungan. Hal inilah yang menjadi permasalahan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik, yaitu berupa pencemaran lingkungan seperti pencemaran air, karena limbah cair dibuang langsung ke saluran air dan sungai. Hal ini akan berpengaruh terhadap kualitas air (Amornrat, *et al.*, 2014). Limbah cair tahu jika dimanfaatkan bisa menjadi produk yang bermanfaat, diantaranya adalah *Nata de Soya*. Pembuatan *Nata de Soya* yang menggunakan limbah cair tahu mampu menjadi solusi atas permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah cair tahu seperti bau.

2. *Protein Nata de Soya*

Protein merupakan zat makanan yang penting bagi tubuh yang tersusun oleh asam amino dan mengandung unsur-unsur utama seperti C, O, H, dan N (Retno, 2010). Jumlah kandungan C sebanyak 52,40%, O sebanyak 21-23,50%, H sebanyak 6,90-7,30%, N sebanyak 15,30-18%, selain itu juga protein mengandung unsur P, Fe dan Cu. Dengan demikian maka salah satu cara terpenting dan cukup spesifik untuk menentukan jumlah protein secara kuantitatif adalah dengan penentuan kandungan N

yang ada dalam bahan makanan atau bahan lain seperti *Nata de Soya* (Sudarmaji, 2007).

Dari hasil penelitian yang diperoleh mengenai kandungan protein *Nata de Soya*, setiap perlakuan maupun ulangan memiliki kandungan protein yang berbeda-beda (Tabel 4). Kandungan protein *Nata de Soya* dari limbah cair tahu berbeda nyata, baik dari perlakuan I, II, dan III (Gambar 3). Penelitian yang dilakukan oleh (Intan, *et al.*, 2010) mengenai pembuatan *Nata de Coco*: tinjauan sumber nitrogen terhadap sifat fisika-kimianya menunjukkan jumlah kandungan protein yang diperoleh dengan menggunakan Metode Kjeldal sebanyak 1,63%. Berarti jumlah kandungan protein *Nata de Soya* pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Intan *et al.*, 2010. Jumlah kandungan protein yang diperoleh pada penelitian ini berdasarkan jumlah kandungan rata-rata sekitar 2,38%, 2,14%, dan 2,60%.



Gambar 3. Rata-rata kandungan protein *Nata de Soya*
Keterangan.

Apabila notasi huruf pada gambar berbeda (a,b,c) maka perlakuan menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($P < 0,05$).

P I = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (50 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (100 mL)

P II = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (100 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (150 mL)

P III = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (150 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (200 mL).

Penelitian ini memiliki kandungan protein yang berbeda-beda, baik dari perlakuan maupun ulangan (Tabel 4), kandungan bahan-bahan kimia organik yang terkandung pada media pembuatan *Nata de Soya* yang berbeda-beda menjadi salah satu faktor perbedaan jumlah kandungan protein pada *Nata de Soya*. Jumlah sumber N pada media pertumbuhan starter bakteri *Acetobacter xylinum* memberikan pengaruh pada kandungan protein yang dimiliki *Nata de Soya* (Khairul, 2010). Kandungan protein rata-rata pada perlakuan I adalah 2,38%, sedangkan pada perlakuan II adalah 2,14%, perlakuan III adalah 2,60%. Hal ini disebabkan karena jumlah bahan kimia organik yang terdapat pada media yang digunakan, baik limbah cair tahu maupun air rebusan kecambah kacang tanah tidak homogen (Intan, *et al.*, 2010). Dari rata-rata kandungan protein yang dimiliki *Nata de Soya* menunjukkan jumlah kandungan bahan-bahan kimia organik yang terdapat pada media pembuatan *Nata de Soya* adalah pada perlakuan III, kemudian perlakuan I, dan perlakuan II.

Dari hasil penelitian dalam pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah dan bakteri *Acetobacter xylinum* mengenai kandungan protein *Nata de Soya* menunjukkan bahwa perlakuan III memiliki kandungan protein paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan I dan perlakuan II. Perlakuan I memiliki kandungan protein lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan II, tetapi lebih rendah dari perlakuan III. Perlakuan II memiliki kandungan protein lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan I dan perlakuan III. Sehingga perlakuan III > perlakuan I > perlakuan II.

Dari hasil yang diperoleh dari uji F protein menunjukkan angka P sebesar 0.000. Jadi untuk uji F protein dikatakan *highly significant*. Uji DMRT dan Uji T (Lampiran 1) menunjukkan hasil kandungan protein berbeda nyata pada masing-masing perlakuan yang diberikan pada penelitian.

Perlu diketahui bahwa protein merupakan senyawa organik yang dibutuhkan oleh makhluk hidup. Pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* dengan menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah dan bakteri *Acetobacter xylinum* mampu menghasilkan *Nata de Soya* dengan kandungan protein yang cukup. Di samping *Nata de Soya* yang diperoleh dari pemanfaatan limbah cair tahu, juga dapat mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan, karena bahan-bahan organik yang tersisa di dalam limbah cair tahu seperti protein, karbohidrat, dan lemak sudah dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan hidupnya seperti bakteri *Acetobacter xylinum* (Imam, 2012).

Dari hasil penelitian yang dilakukan peneliti membuktikan bahwa *Nata de Soya* yang dihasilkan dari limbah cair tahu memiliki kandungan protein yang cukup. Kandungan protein yang dimiliki *Nata de Soya* limbah cair tahu mulai dari 2,13% sampai 2,68%. Hal ini membuktikan bahwa limbah cair tahu memiliki peluang untuk diolah menjadi produk baru yang banyak memiliki kandungan protein cukup, bermanfaat, baik bagi produsen tahu maupun masyarakat sekitar pabrik tahu serta lingkungan. Pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* dengan kandungan proteinnya mampu memenuhi kebutuhan angka kecukupan gizi masyarakat berdasarkan berat badan, jenis kelamin, umur dan tinggi badan.

Dalam peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 75 tahun 2013 (Lampiran 4) bahwa angka kecukupan gizi yang dianjurkan bagi Bangsa Indonesia yang selanjutnya disingkat AKG adalah suatu kecukupan rata-rata gizi setiap hari bagi semua orang menurut golongan

umur, jenis kelamin, ukuran tubuh, aktivitas tubuh untuk mencapai derajat kesehatan yang optimal.

Kegunaan angka kecukupan gizi diutamakan untuk:

- a. Acuan dalam menilai kecukupan gizi
- b. Acuan dalam menyusun makanan sehari-hari termasuk perencanaan makanan di institusi
- c. Acuan perhitungan dalam perencanaan penyediaan pangan tingkat regional maupun nasional
- d. Acuan pendidikan gizi, dan
- e. Acuan label pangan yang mencantumkan informasi nilai gizi (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2013).

Dari jumlah kandungan protein yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* dengan menggunakan limbah cair tahu dan bakteri *Acetobacter xylinum*, dapat dijadikan sebagai salah satu sumber bahan makanan yang berprotein, terutama dalam memenuhi kebutuhan protein harian. Seperti yang terlampir (Lampiran 4) pada peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 75 tahun 2013.

Pemanfaatan limbah cair tahu selama ini kurang optimal karena dianggap sebagai produk sampingan yang tidak bermanfaat atau tidak bernilai ekonomi, oleh karena itu dibuang percuma ke lingkungan dan akhirnya menimbulkan permasalahan baru bagi lingkungan. Dalam hal ini dibutuhkan peran pemerintah dan para peneliti atau ilmuwan untuk memberdayakan sumberdaya melimpah tersebut, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan limbah cair tahu menjadi produk yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat sehari-hari.

3. Berat *Nata de Soya*

Berat *Nata de Soya* yang diperoleh dari perlakuan dan ulangan yang diberikan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 4 Berat *Nata de Soya* yang diperoleh berbeda-beda. Media yang digunakan dalam penelitian ini memiliki volume isi sebanyak 1,600 mL dengan tinggi 12 cm dan panjang serta lebar 12 x 4 cm dengan pemberian gula

sebagai sumber karbon tambahan sebanyak 15 g. Penelitian yang dilakukan (Franelia, *et al.*, 2012) mengenai pengaruh penyimpanan air kelapa dan konsentrasi gula pasir terhadap karakteristik dan organoleptik *Nata de Coco* menggunakan bak plastik bening dengan ukuran 27 cm x 18,5 cm x 5 cm dengan volume air kelapa pada masing-masing media sebanyak 1,000 mL atau 1 liter dengan pemberian gula sebanyak 25 g, 50 g, 75 g, 100 g, dan 125 g serta penggunaan bahan kimia *Amonium sulfat* menghasilkan berat *Nata de Coco* dengan rata-rata 7,52 g, 8,39 g, 8,82 g, 7,92 g, dan 6,94 g. Dari penelitian yang dilakukan (Franela, *et al.*, 2012) dengan menggunakan air kelapa dan volume gula yang berbeda-beda, maka rata-rata berat *Nata* yang paling berat adalah perlakuan ke tiga dengan volume gula yang digunakan sebesar 75 g.

Sedangkan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini mengenai berat *Nata de Soya* dengan bahan dasar limbah cair tahu sebanyak 500 mL atau setengah liter pada masing-masing ulangan dan volume gula yang digunakan sebanyak 15 g serta tidak menggunakan bahan kimia *Amonium sulfat* sebagai sumber nitrogen melainkan air rebusan kecambah kacang tanah menghasilkan berat *Nata* dengan rata-rata 62,04 g, 55,03 g, dan 55,83 g. Hal ini menunjukkan perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini lebih optimal dalam menghasilkan berat *Nata*.

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti lain (Fithri, *et al.*, 2001) mengenai produksi *Nata* dari limbah cair tahu (*Whey*): kajian penambahan sukrosa dan ekstrak kecambah dengan perlakuan pemberian sukrosa sebanyak 0 g, 2,5 g, 5,0 g, 7,5 g, dan 10 g pada 200 mL limbah cair tahu serta penambahan ekstrak kecambah sebanyak 0 mL, 0,1 mL, 0,3 mL, 0,5 mL.

Berat *Nata* yang diperoleh dari perlakuan penambahan sukrosa yang diberikan (Fithri, *et al.*, 2001) seberat 4,08 g, 19,74 g, 11,20 g, 20,58 g, 23,79 g dengan lama fermentasi selama 14 hari.

Tabel 7. Berat *Nata de Soya* dengan penambahan sukrosa

Penambahan sukrosa (gram/200 ml)	Berat <i>Nata</i> yang diperoleh (gram berat basah)
0	4,08
2,5	19,74
5,0	11,20
7,5	20,58
10,0	23,79

Sumber: Fithri, *et al.*, 2001

Sedangkan berat *Nata* yang diperoleh dari penambahan ekstrak kecambah (Fithri, *et al.*, 2001) seberat 20,79 g, 21,12 g, 21,32 g, 23,79 g dengan lama fermentasi selama 14 hari.

Tabel 8. Berat *Nata de Soya* dengan penambahan ekstrak kecambah

Penambahan ekstrak kecambah (ml/200 ml limbah cair tahu)	Berat <i>Nata</i> yang diperoleh (gram berat basah)
0	20,79
0,1	21,12
0,3	21,32
0,5	23,79

Sumber: Fithri, *et al.*, 2001

Perbandingan berat *Nata de Soya* yang dihasilkan dengan yang dilakukan peneliti lain (Fithri, *et al.*, 2001) dalam penelitian ini yang menggunakan penambahan 15 gram gula pada setiap perlakuan maupun ulangan serta dengan penambahan air rebusan kecambah kacang tanah dengan volume 100 mL, 150 mL, 200 mL maka, berat *Nata de Soya* yang dilakukan dalam penelitian ini lebih optimal dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Fithri, *et al.*, 2001).

Pembuatan *Nata* dari limbah cair tahu dengan menggunakan molasses (dihasilkan dari limbah pabrik gula) sebagai sumber karbon *Acetobacter xylinum* (Sulistyo, *et al.*, 2007) menghasilkan berat *Nata de Soya* yang berbeda dari penelitian ini. Perlakuan yang diberikan diantaranya adalah 0% molasses + 10% gula, 5% molasses + 5% gula,

10% molasses + 0% gula dengan lama waktu fermentasi 10, 14, dan 18 hari serta penambahan air rebusan kecambah sebanyak 200 ml. sedangkan dalam penelitian ini menggunakan 15 g gula pasir sebagai tambahan sumber karbon dalam pembuatan *Nata de Soya* serta menggunakan variasi penggunaan air rebusan kecambah kacang tanah sebanyak 100 mL, 150 mL, dan 200 mL serta lama waktu fermentasi selama 14 hari.

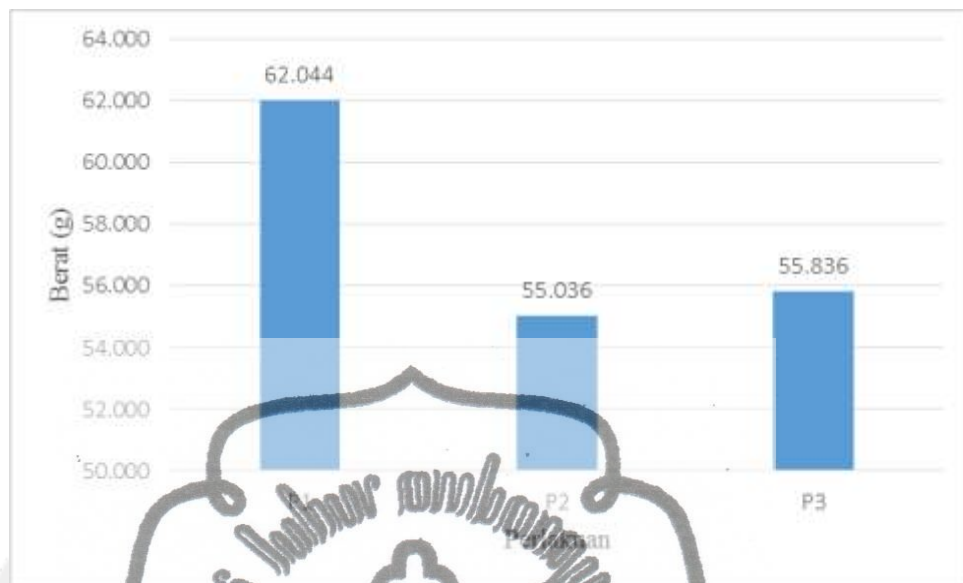
Berat *Nata* yang diperoleh dari limbah cair tahu dengan perlakuan pemberian molasses serta lama fermentasi terdapat pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Berat *Nata de Soya* berdasarkan konsentrasi molasses dan waktu fermentasi

Konsentrasi molasses (%)	Waktu fermentasi (hari)	Berat rata-rata <i>Nata de Soya</i> (g)
0%	10	19,70
	14	14,26
	18	25,15
5%	10	10,75
	14	14,55
	18	15,98
10%	10	18,08
	14	22,23
	18	27,73

Sumber: Sulisty, *et al.*, 2007

Sedangkan dalam penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini menghasilkan berat rata-rata 62,04 g, 55,03 g, dan 55,83 g. Jadi, penelitian ini lebih berpotensi dalam menghasilkan berat *Nata de Soya*.



Gambar 4. Rata-rata berat *Nata de Soya*

Keterangan:

P I = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (50 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (100 mL)

P II = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (100 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (150 mL)

P III = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (150 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (200 mL).

Starter bakteri *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri yang menghasilkan serat-serat selulosa yang sangat halus (Khairul, 2010). Serat-serat ini dapat membentuk suatu jaringan pada lapisan permukaan antara udara dan cairan yang disebut pelikel. Pelikel memiliki ketebalan kira-kira 10 mm bergantung pada masa pertumbuhan mikroba atau starter bakteri yang digunakan. Pelikel-pelikel terdiri atas pita-pita yang mengandung kristalin yang tinggi (Khairul, 2010). Jumlah starter bakteri yang diberikan akan berpengaruh terhadap berat *Nata de Soya* yang dihasilkan dalam penelitian. Jumlah starter bakteri yang diberikan pada

masing-masing perlakuan harus sebanding dengan jumlah ketersediaan nutrisi pada media tersebut, jika tidak seimbang akan mengganggu proses pembentukan selulosa serta terjadi proses makan memakan antara sesama bakteri (kanibal), seperti yang disampaikan oleh Darsono (2014).

Faktor lain yang mempengaruhi hasil yang diperoleh mengenai berat *Nata de Soya* adalah adanya gas-gas yang terperangkap pada saat proses fermentasi, seperti H₂S dan CH₄, kondisi ini akan mengganggu produksi optimal *Nata de Soya* oleh starter bakteri *Acetobacter xylinum*. Penyebab lainnya adalah ketidak-homogen media, sehingga nutrisi yang ada pada masing-masing media berbeda-beda terutama saat pemindahan air limbah cair tahu dan air rebusan kecambah kacang tanah. Pemberian air rebusan kecambah kacang tanah sebagai pengganti ZA juga akan memberikan pengaruh terhadap tebal *Nata de Soya* yang diperoleh. Tebal *Nata de Soya* yang diperoleh dari air rebusan kecambah kacang tanah dan ZA akan berbeda (Hari, *et al.*, 2009).

Jadi, dari hasil penelitian yang dilakukan peneliti dalam pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah dan bakteri *Acetobacter xylinum* mengenai berat *Nata de Soya* menunjukkan bahwa perlakuan I memiliki berat *Nata* lebih berat dibandingkan dengan perlakuan III dan perlakuan II. Perlakuan III memiliki berat *Nata* lebih berat dibandingkan dengan perlakuan II, tetapi lebih ringan dari perlakuan I. Perlakuan II memiliki berat *Nata* lebih ringan dibandingkan dengan perlakuan III dan perlakuan I. Sehingga berat *Nata de Soya* perlakuan I > perlakuan III > perlakuan II.

Dari uji F berat *Nata de Soya* menunjukkan bahwa berat *Nata de Soya* tidak *signifikan* karena lebih besar dari 0.05 (Lampiran 2) yaitu sebesar 0.277.

Berat *Nata de Soya* yang dihasilkan dalam penelitian memiliki berat yang berbeda-beda baik dari setiap perlakuan maupun ulangan yang diberikan seperti pada Tabel 5. Hal ini salah satunya dipengaruhi oleh faktor nutrisi atau makanan yang dibutuhkan oleh bakteri asam cuka atau

bakteri *Acetobacter xylinum* pada masing-masing media. Seperti yang disampaikan oleh Koes (2006) bahwa selain air, ada tujuh komponen utama yang dibutuhkan semua makhluk hidup, yaitu karbon, oksigen, nitrogen, hidrogen, fosfor, sulfur, kalium, natrium, kalsium, klor, besi dan magnesium.

Jumlah kandungan bahan makanan yang dibutuhkan mikroorganisme terhadap pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme sangat penting. Jika jumlah mikroorganisme lebih banyak dibandingkan dengan jumlah nutrisi yang diperlukan maka berpengaruh terhadap produktivitas mikroorganisme, seperti dalam pembentukan *Nata de Soya* dari limbah cair tahu yang akhirnya berpengaruh terhadap berat *Nata de Soya* yang dihasilkan (Gambar 4).

Berat *Nata de Soya* yang dihasilkan pada penelitian berbeda-beda, hal ini disebabkan karena penggunaan air rebusan kecambah kacang tanah sebagai pengganti fungsi ZA dalam pembuatan *Nata*. Kandungan zat-zat yang dimiliki dalam air rebusan kecambah kacang tanah berbeda dengan jumlah kandungan yang dimiliki oleh bahan kimia sintetik ZA atau urea. Berdasarkan jumlah nutrisi yang terkandung di dalam media yang digunakan akan berpengaruh terhadap berat *Nata de Soya* yang dihasilkan atau produksi *Nata*. Karena semakin banyak bahan makanan yang tersedia didalam media akan berpengaruh terhadap waktu kehidupan mikroorganisme tersebut seperti pada bakteri asam cuka *Acetobacter xylinum*.

Jumlah mikroorganisme dengan jumlah kandungan bahan makanan mikroorganisme dalam media pembuatan *Nata de Soya* harus seimbang, karena berpengaruh terhadap pembentukan *Nata de Soya* dan tentunya berat *Nata* yang dihasilkan. Ketidakeimbangan antara mikroorganisme dan jumlah nutrisi yang tersedia sangat berpengaruh dalam menghasilkan berat *Nata* yang optimal. Hal inilah salah satu penyebab yang mempengaruhi perbedaan berat *Nata de Soya* yang dihasilkan dalam penelitian ini (Fitri, 2013) *commit to user*

Penggunaan air rebusan kecambah kacang tanah sebagai pengganti penggunaan bahan kimia sintetik ZA atau urea dalam pembuatan *Nata de Soya* berpengaruh terhadap berat *Nata* yang dihasilkan atau merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam pembuatan *Nata de Soya* karena jumlah persentase komposisi yang dimiliki berbeda dengan pupuk kimia ZA maupun urea (Koes, 2006).

Berat yang dihasilkan dalam pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* dengan menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah serta bakteri *Acetobacter xylinum* juga dipengaruhi oleh lama waktu inkubasi yang dilakukan dalam penelitian, karena semakin lama waktu yang diberikan maka semakin berat *Nata* yang dihasilkan, karena media cair sisa pembuatan *Nata de Soya* dari limbah cair tahu masih dapat menghasilkan *Nata de Soya* (Doddy, 2004).

Faktor lain yang berpengaruh terhadap proses pembentukan *Nata* adalah tinggi media harus sebanding dengan berat *Nata* yang dihasilkan, sehingga sisa limbah cair yang tersisa sedikit, dan dampak yang akan ditimbulkan ke lingkungan tidak ada atau dalam batas wajar (tidak membutuhkan pemikiran, waktu dan biaya untuk mengatasinya) (Doddy, 2004). Dari Tabel 5 mengenai berat *Nata* yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak jauh berbeda antara perlakuan maupun ulangan karena berdasarkan uji normalitas yang dilakukan, P-value > 0.15 pada lampiran 2 menunjukkan normal.

3. Ketebalan *Nata de Soya*

Ketebalan *Nata* adalah tingginya lapisan selulosa yang mampu dihasilkan oleh starter bakteri *Acetobacter xylinum* (Intan, *et al.*, 2010). Ketebalan *Nata de Soya* yang dihasilkan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 6 Perlakuan yang diberikan dalam penelitian, terutama mengenai ketebalan *Nata de Soya* yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan menghasilkan ketebalan *Nata de Soya* yang berbeda-beda (Tabel 6). Jumlah kandungan N dalam media pembuatan *Nata de Soya* menjadi salah satu faktor penyebab perbedaan ketebalan *Nata de*

Soya yang diperoleh dalam penelitian (Intan, *et al.*, 2010). Salah satu faktor yang mempengaruhi ketebalan *Nata de Soya* adalah volume media yang digunakan. Media yang digunakan dalam penelitian ini memiliki volume isi sebanyak 1,600 mL dengan tinggi 12 cm dan panjang serta lebar 12 x 4 cm dengan pemberian gula sebagai sumber karbon tambahan sebanyak 15 g. Penelitian yang dilakukan (Franelia, *et al.*, 2012) mengenai pengaruh penyimpanan air kelapa dan konsentrasi gula pasir terhadap karakteristik dan organoleptik *Nata de Coco* menggunakan bak plastik bening dengan ukuran 27 cm x 18,5 cm x 5 cm dengan volume air kelapa pada masing-masing media sebanyak 1,000 mL atau 1 liter dengan pemberian gula sebanyak 25 g, 50 g, 75 g, 100 g, dan 125 g serta penggunaan bahan kimia *Amonium sulfat* menghasilkan ketebalan *Nata de Coco* dengan rata-rata 4,00 mm, 5,14 mm, 5,61 mm, 4,48 mm, dan 3,19 mm. Dari penelitian yang dilakukan (Franela, *et al.*, 2012) dengan menggunakan air kelapa dan volume gula yang berbeda-beda, maka rata-rata ketebalan yang paling tebal adalah perlakuan ke tiga dengan volume gula yang digunakan sebesar 75 g.

Sedangkan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini mengenai ketebalan *Nata de Soya* dengan bahan dasar limbah cair tahu sebanyak 500 mL atau setengah liter pada masing-masing ulangan dan volume gula yang digunakan sebanyak 15 g serta tidak menggunakan bahan kimia *Amonium sulfat* sebagai sumber nitrogen melainkan air rebusan kecambah kacang tanah menghasilkan ketebalan *Nata* dengan rata-rata 7,2 mm, 6,2 mm, dan 8,4 mm. Hal ini menunjukkan perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini lebih optimal dalam menghasilkan ketebalan *Nata*.

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti lain (Fithri, *et al.*, 2001) mengenai produksi *Nata* dari limbah cair tahu (*Whey*): kajian penambahan sukrosa dan ekstrak kecambah dengan perlakuan pemberian sukrosa sebanyak 0 g, 2,5 g, 5,0 g, 7,5 g, dan 10 g pada 200 mL limbah cair tahu

serta penambahan ekstrak kecambah sebanyak 0 mL, 0,1 mL, 0,3 mL, 0,5 mL.

Ketebalan *Nata* yang diperoleh dari perlakuan penambahan sukrosa yang diberikan (Fithri, *et al.*, 2001) setebal 3,0 mm, 5,0 mm, 4,0 mm, 5,5 mm, 6,5 mm dengan lama fermentasi selama 14 hari.

Tabel 10. Ketebalan *Nata de Soya* berdasarkan penambahan sukrosa

Penambahan sukrosa (gram/200 ml)	Ketebalan <i>Nata</i> yang diperoleh (mm)
0	3,0
2,5	5,0
5,0	4,0
7,5	5,5
10,0	6,5

Sumber: Fithri, *et al.*, 2001

Sedangkan tebal *Nata* yang diperoleh dari penambahan ekstrak kecambah (Fithri, *et al.*, 2001) setebal 4,0 mm, 4,0 mm, 4,5 mm, 6,5 mm dengan lama fermentasi selama 14 hari.

Tabel 11. Ketebalan *Nata de Soya* berdasarkan penambahan ekstrak kecambah

Penambahan ekstrak kecambah (ml/200 ml limbah cair tahu)	Ketebalan <i>Nata</i> yang diperoleh (mm)
0	4,0
0,1	4,0
0,3	4,5
0,5	6,5

Sumber: Fithri, *et al.*, 2001

Perbandingan ketebalan *Nata de Soya* yang dihasilkan dengan yang dilakukan peneliti lain (Fithri, *et al.*, 2001) dalam penelitian ini yang menggunakan penambahan 15 gram gula pada setiap perlakuan maupun ulangan serta dengan penambahan air rebusan kecambah kacang tanah dengan volume 100 mL, 150 mL, 200 mL maka, ketebalan *Nata de Soya* yang dilakukan dalam penelitian ini lebih optimal dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Fithri, *et al.*, 2001).

Pembuatan *Nata* dari limbah cair tahu dengan menggunakan molasses (dihasilkan dari limbah pabrik gula) sebagai sumber karbon *Acetobacter xylinum* (Sulistyo, *et al.*, 2007) menghasilkan ketebalan *Nata de Soya* yang berbeda dari penelitian ini. Perlakuan yang diberikan diantaranya adalah 0% molasses + 10% gula, 5% molasses + 5% gula, 10% molasses + 0% gula dengan lama waktu fermentasi 10, 14, dan 18 hari serta penambahan air rebusan kecambah sebanyak 200 ml. sedangkan dalam penelitian ini menggunakan 15 g gula pasir sebagai tambahan sumber karbon dalam pembuatan *Nata de Soya* serta menggunakan variasi penggunaan air rebusan kecambah kacang tanah sebanyak 100 mL, 150 mL, dan 200 mL serta lama waktu fermentasi selama 14 hari.

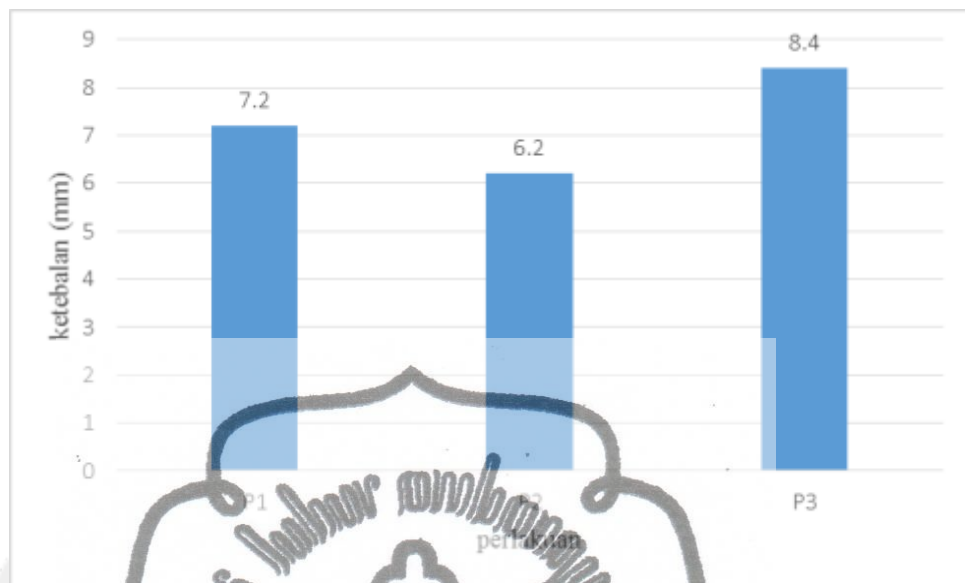
Ketebalan *Nata* yang diperoleh dari limbah cair tahu dengan perlakuan pemberian molasses serta lama fermentasi terdapat pada Tabel 12 berikut:

Tabel 12. Ketebalan *Nata de Soya* berdasarkan konsentrasi molasses dan waktu fermentasi

Konsentrasi molasses (%)	Waktu fermentasi (hari)	Ketebalan rata-rata <i>Nata de Soya</i> (cm)
0%	10	0,65
	14	0,40
	18	1,05
5%	10	0,30
	14	0,50
	18	0,55
10%	10	0,55
	14	0,90
	18	1,10

Sumber: Sulistyo, *et al.*, 2007

Sedangkan dalam penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini menghasilkan tebal rata-rata 7,2 mm, 6,2 mm, dan 8,4 mm. jadi, penelitian ini lebih berpotensi dalam menghasilkan ketebalan *Nata de Soya*.



Gambar 5. Rata-rata ketebalan *Nata de Soya*

Keterangan:

P I = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (50 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (100 mL)

P II = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (100 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (150 mL)

P III = Limbah cair tahu yang baru dihasilkan (500 mL) + Starter bakteri *Acetobacter xylinum* (150 mL) + Air rebusan kecambah kacang tanah (200 mL).

Penyebab kandungan nutrisi pada media salah satunya adalah karena pengambilan media yang tidak homogen, sehingga hasil yang diperoleh pada ketebalan *Nata de Soya* berbeda-beda. Ketebalan *Nata de Soya* juga dipengaruhi oleh faktor starter bakteri *Acetobacter xylinum*, karena dengan starter bakteri yang berkualitas baik dapat memproduksi sel setinggi-tingginya. Jumlah starter bakteri *Acetobacter xylinum* dalam pembuatan *Nata de Soya* memberikan pengaruh terhadap ketebalan *Nata de Soya* yang diperoleh (Khairul, 2010). Starter bakteri yang baik digunakan adalah starter bakteri yang berumur 78 jam (Daika, *et al.*,

2014). Stater bakteri yang digunakan dalam penelitian ini berumur 48 jam. Waktu inkubasi juga mempengaruhi ketebalan *Nata* yang diperoleh (Doddy, 2004), karena setelah *Nata de Soya* dipanen, pembentukan *Nata* pada media penelitian masih berlangsung. Jumlah nutrisi yang berbeda pada air rebusan kecambah kacang tanah sebagai bahan pengganti bahan kimia ZA (*Amonium sulfat*) mempengaruhi pada ketebalan *Nata* yang diperoleh (Intan, *et al.*, 2010).

Tabel 13. Komposisi bahan kimia pupuk anorganik

Komposisi Kimia (%)	Jenis Pupuk		
	NPK	Urea	ZA
Total Nitrogen	15,00	46,50	20,80
Karbon	-	20,00	-
Hidrogen	-	6,71	-
Oksigen	-	26,64	-
P ₂ O ₅	24,00	-	-
K ₂ O	24,00	-	-
S	-	-	24,00
Bahan lain	37,00	-	55,20

Sumber: Intan, *et al.*, 2010

Ketebalan *Nata* yang di peroleh pada penelitian yang dilakuan Intan, *et al.*, 2010 mengenai penggunaan bahan kimia terutama pupuk anorganik ZA setebal 7,23 mm, NPK setebal 6,98 mm, Urea setebal 6,68 mm, tidak jauh berbeda dari penelitian yang dilakukan. Hasil penelitian yang dilakukan peneliti dalam pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah dan bakteri *Acetobacter xylinum* mengenai ketebalan *Nata de Soya* menunjukkan bahwa perlakuan III memiliki ketebalan *Nata de Soya* lebih tebal dibandingkan dengan perlakuan I dan perlakuan II. Perlakuan I memiliki ketebalan *Nata de Soya* lebih tebal dibandingkan dengan perlakuan II, tetapi lebih tipis dari perlakuan III. Perlakuan II memiliki ketebalan *Nata de Soya* lebih tipis dibandingkan dengan perlakuan I dan perlakuan III.

Sehingga ketebalan *Nata de Soya* pada perlakuan III > perlakuan I > perlakuan II.

Dari uji F ketebalan *Nata de Soya* menunjukkan bahwa berat *Nata de Soya* tidak *significan* karena lebih besar dari 0,05 (Lampiran 3) yaitu sebesar 0,289.

Ketebalan *Nata de Soya* yang dihasilkan dari limbah cair tahu dalam penelitian ini berkisar antara 4 mm sampai dengan 11 mm (Tabel 6).Tebal *Nata* yang diperoleh dari penelitian ini berbeda dari ketebalan *Nata* yang diperoleh dari penelitian lain yang menggunakan bahan kimia sintetik seperti penggunaan ZA atau urea. Karena ketersediaan unsur C dan N sangat berpengaruh dalam pembentukan *Nata* seperti ketebalan *Nata* yang dihasilkan (Imam, 2012)

Penggunaan bahan kimia sintetik mampu mempercepat pembentukan *Nata* dan berpengaruh terhadap ketebalan *Nata* (Misgiarta, 2013). Hal inilah yang mempengaruhi ketebalan *Nata de Soya* yang dihasilkan dari limbah cair tahu. Faktor lainnya adalah mengenai ketinggian media serta lama waktu fermentasi media pembuatan *Nata de Soya* akan berpengaruh terhadap ketebalan *Nata* yang diperoleh (Doddy, 2004).

Uji normalitas yang dilakukan mengenai ketebalan *Nata de Soya* yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah cair tahu menunjukkan P-value > 0,15, yang menunjukkan bahwa data yang diperoleh normal, karena ketebalan *Nata de Soya* antara perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lain atau ulangan yang satu dengan ulangan yang lain tidak terlalu jauh berbeda. Hal ini bisa dilihat pada lampiran (Lampiran 3).

Dalam hal ketebalan *Nata de Soya* yang dihasilkan, perlakuan ke III lebih tebal, yaitu dengan nilai rata-rata 8,4 mm dibandingkan dengan perlakuan ke I maupun perlakuan ke II.

5. Mikroorganisme (*Acetobacter xylinum*)

Mikroorganisme dikenal sebagai agen utama yang dapat membersihkan dan memodifikasi molekul organik. Hal ini sangat menguntungkan bagi lingkungan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh limbah atau bahan pencemar lainnya seperti pada limbah cair tahu (Ravindra, 2014).

Adanya bahan organik berupa protein, lemak, dan karbohidrat yang terkandung di dalam limbah cair tahu menguntungkan bagi bakteri *Acetobacter xylinum* (Michael, 2008). Penggunaan mikroorganisme *Acetobacter xylinum* dalam proses pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* merupakan salah satu komponen yang harus digunakan untuk menghasilkan *Nata*. Jika dalam proses pemanfaatan tahu menjadi *Nata de Soya* tidak menggunakan mikroorganisme tersebut maka lapisan *Nata* atau selulosa tidak akan terbentuk.

Penggunaan bakteri asam cuka, metabolisme utama yang dihasilkan adalah selulosa atau *Nata* (Lidia, 2009). Jadi penggunaan mikroorganisme dalam proses pembuatan *Nata de Soya* sangat penting. Pada penelitian ini menggunakan mikroorganisme *Acetobacter xylinum* yang berusia 2 hari atau 2 x 24 jam. Penggunaan bakteri akan berpengaruh terhadap *Nata* yang dihasilkan (Buckle, 2009).

Peran mikroorganisme terutama bakteri *Acetobacter xylinum* dalam proses pembentukan *Nata de Soya* sangat penting, sehingga berpengaruh juga terhadap ketebalan dan berat *Nata*. Disamping peran mikroorganisme berupa bakteri *Acetobacter xylinum*, jumlah nutrisi atau bahan makanan yang diperlukan mikroba juga sangat penting, seperti protein, lemak, dan karbohidrat (Koes, 2006). Kondisi tersebut yang menyebabkan perbedaan ketebalan dan berat pada *Nata de Soya*. Selain faktor tersebut, faktor lingkungan juga berpengaruh antara lain adalah suhu. Bakteri *Acetobacter xylinum* lebih suka pada kondisi suhu antara 25°-30°C. Kondisi suhu yang tidak menentu merupakan salah satu penyebab perbedaan ketebalan *Nata de Soya* yang dihasilkan dalam penelitian (Koes, 2006).

6. Peran air rebusan kecambah kacang tanah

Kacang tanah merupakan salah satu jenis tanaman legum atau biji-bijian yang bunganya seperti kupu-kupu. Tanaman ini banyak dijumpai di Indonesia dan mudah didapatkan dengan harga yang relatif murah. Pengolahan biji kacang tanah menjadi salah satu bahan makanan banyak digemari oleh masyarakat seperti asinan biji kacang tanah, sayur, campuran kue dan olahan lainnya. Karena setiap daerah di Indonesia memiliki kreasi untuk mengolah kacang tanah, sehingga menjadi salah satu makanan yang diminati oleh semua kalangan. Setiap 100 g kacang tanah mengandung kalori sebanyak 567 kalori, dengan total karbohidrat seberat 16 g, kalsium 9%, total lemak 49 g, protein 26 g, zat besi 25%, sodium 18 mg, vitamin B6 15%, kolesterol 0 mg, potassium 705 mg, dan magnesium 42% (Jitu, 2014).

Dalam Pengolahan biji kacang tanah biasanya air rebusan kacang tanah dibuang karena dianggap tidak berguna. Di dalam air rebusan kecambah kacang tanah masih mengandung lemak, protein, zat besi, vitamin E, vitamin A, vitamin B kompleks, *fosforus*, *lesitin*, dan *kolin*. Dengan kandungan tersebut bisa digunakan sebagai pengganti ZA. Penggunaan air rebusan kacang tanah sebagai pengganti ZA dalam memenuhi kebutuhan *Mikroorganisme* dalam proses kehidupannya, seperti dalam proses pembuatan *Nata de Soya* dari limbah cair tahu. Jadi dalam pembuatan *Nata de Soya* lebih ekonomis atau lebih murah.

Penggunaan bahan pengganti bahan kimia ZA dengan air kecambah kacang tanah memiliki dampak terhadap ketebalan, berat dan kandungan protein *Nata de Soya*. *Nata de Soya* yang menggunakan bahan kimia ZA akan lebih cepat terbentuk, lebih tebal, dan lebih berat dibandingkan dengan *Nata de Soya* yang dihasilkan dari air rebusan kecambah kacang tanah, karena kandungan bahan-bahan kimia yang dibutuhkan oleh mikroorganisme bakteri *Acetobacter xylinum* dari bahan kimia ZA jauh lebih banyak dibandingkan dengan jumlah yang terkandung pada air rebusan kecambah kacang tanah (Imam, 2012). Penambahan sari

kecambah pada masing-masing medium juga akan lebih melengkapi unsur-unsur yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*. Dalam kecambah terkandung vitamin, protein, karbohidrat dan unsur-unsur lainnya yang juga merupakan tambahan sumber karbon dan nitrogen. Bakteri *Acetobacter xylinum* memerlukan vitamin tertentu yakni B-kompleks untuk menambah kemampuan mempertahankan diri terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Keperluan akan vitamin ini dapat dipenuhi antara lain dengan memberikan sari kecambah (Hari, *et al.*, 2009).

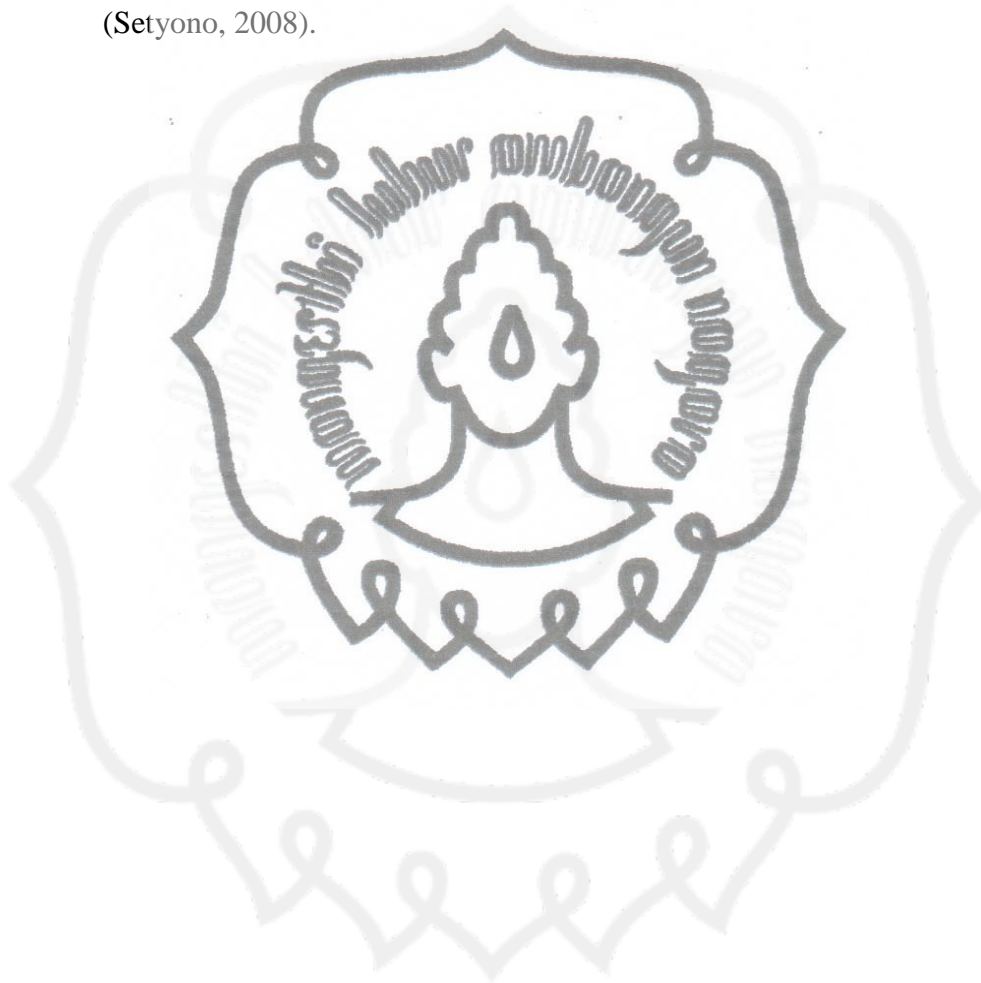
7. Kontribusi pemanfaatan limbah cair terhadap lingkungan

Pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah dan *Acetobacter xylinum* mampu mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh limbah cair tahu terhadap lingkungan disekitar pabrik tahu. Seperti yang disampaikan Fitri (2013) selain pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* dapat juga mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan.

Pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* dapat menjadi sumber pendapatan bagi pemilik industri tahu dan masyarakat sekitar pabrik tahu. Karena limbah cair tahu bisa dimanfaatkan menjadi *Nata de Soya*. *Nata de Soya* yang dihasilkan dari limbah cair tahu juga memiliki kandungan protein yang cukup (Tabel 4), sehingga bisa direkomendasikan sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan protein untuk masyarakat, seperti yang disarankan menteri kesehatan Republik Indonesia (Lampiran 4). *Nata de Soya* sekarang ini banyak digemari oleh kalangan masyarakat, biasanya menjadi bahan campuran minuman. Dari minat masyarakat yang semakin tinggi terhadap produk *Nata* di pasaran, menjadikan peluang tersendiri untuk memperoleh pemasukan biaya tambahan dari penjualan *Nata*.

Limbah cair tahu yang dijadikan *Nata de Soya*, tidak semuanya dapat terbentuk menjadi *Nata*, namun pemanfaatan limbah cair tahu menjadi *Nata de Soya* mampu meminimalisir dampak yang ditimbulkan oleh limbah cair tahu jika tidak dikelola atau dimanfaatkan (asas

lingkungan yang ke 4), karena kandungan bahan organik yang ada dalam limbah cair tahu sudah dimanfaatkan oleh *mikroorganisme* bakteri *Acetobacter xylinum* dalam memenuhi kebutuhan hidupnya (Asas lingkungan ke I). Limbah cair tahu sisa dari pembuatan *Nata de Soya* memiliki karakteristik yang berbeda dengan yang tidak diolah, bau dan warnanya berbeda jika diukur dengan *organoleptik* atau alat indra (Setyono, 2008).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. *Nata de Soya* dari limbah cair tahu dengan menggunakan variasi air rebusan kecambah kacang tanah dan bakteri *Acetobacter xylinum* memiliki pengaruh terhadap kandungan protein *Nata de Soya* yang dihasilkan pada perlakuan dan ulangan yang diberikan. Kandungan protein yang dimiliki *Nata de Soya* tertinggi adalah 2,68 g pada perlakuan III ulangan V, sedangkan kandungan protein terendah adalah 2,13 g pada perlakuan II ulangan IV.
2. *Nata de Soya* yang dihasilkan dari limbah cair tahu dengan menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah serta bakteri *Acetobacter xylinum* memiliki pengaruh terhadap berat dan ketebalan *Nata de Soya* yang dihasilkan pada perlakuan dan ulangan yang diberikan. Berat *Nata de Soya* yang lebih berat pada perlakuan I ulangan I yaitu seberat 77,82 g, sedangkan yang lebih ringan pada perlakuan II ulangan III yaitu seberat 46,77 g. Ketebalan *Nata de Soya* lebih tebal pada perlakuan I ulangan I yaitu 11 mm, sedangkan yang lebih tipis pada perlakuan II ulangan II dan III yaitu 4 mm.

B. Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya dan pemerintah adalah:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi ketebalan, berat, dan kandungan protein *Nata de Soya*. Seperti faktor lingkungan serta persentase kandungan bahan-bahan kimia yang dimiliki oleh air rebusan kecambah kacang tanah per mililiternya. Mengingat adanya perbedaan kandungan protein, berat, serta ketebalan *Nata de Soya* pada masing-masing perlakuan dan ulangan yang dilakukan dalam penelitian.
2. Mengenai air sisa media pembuatan *Nata de Soya*, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk dimanfaatkan menjadi pupuk organik. Sehingga

commit to user

diharapkan solusi yang diberikan mampu meminimalisir dampak yang ditimbulkan oleh limbah cair tahu terhadap lingkungan sekitar.

3. Perlu adanya peraturan pemerintah khususnya mengenai pengelolaan limbah cair tahu sehingga diharapkan mampu meminimalisir dampak yang ditimbulkan oleh limbah cair tahu terhadap lingkungan.



DAFTAR PUSTAKA

- Ashari, S. 2007. *Cara Praktis Membuat Nata De Coco*. Jakarta: Cv Sinar Cemerlang Abadi.
- Amornrat, S. Pattaraporn, Pattaraporn, Y. Yuzo, Y. and Duangjai, O. 2014. Statistical optimisation of culture conditions for biocellulose production by *Komagataeibacter* sp. PAP1 using soya bean whey. *Maejo Internasional Journal Of Science and Technology* 8 (01), 1-14.
- Anang, L. 2004. *Analisis Pangan*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Azwar, S. 2013. *Metode Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Buckle. 2009. *Ilmu Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Budiastuti, S. 2010. *Ekologi Umum Teori Dasar Pengelolaan Lingkungan*. Solo: UNS Press.
- Chyi, L. Biswarup, S. Shih, H. Chin, C. and Chiu, L. 2013. Sustainable bioenergy production from tofu-processing wastewater by anaerobic hydrogen fermentation for onsite energy recovery. *Renewable Energy*. 58, 60-67.
- Daika, S. 2014. *Pengaruh Penggunaan Bahan Dasar dan Jenis Gula Terhadap Tebal Lapisan dan Uji Organoleptik Nata Sebagai petunjuk Praktikum Biologi*, Madiun: Biologi FPMIPA IKIP PGRI Madiun
- Doddy, D. 2004. *Pengaruh Ketinggian Media Dan Waktu Inkubasi Terhadap Beberapa Karakteristik Fisik Nata de Soya*. Proseding Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2004. ISSN 1411-4216.
- Erwati, A. 2013. *Upaya Pelestarian Lingkungan Hidup*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Fahrudin. 2010. *Bioteknologi lingkungan*. Bandung: Alfabeta.
- Fauzi, A. 2004. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Fithri, C. Hani, R. Tri, W. Baskoro, B. and Moestijanto. 2001. *Produksi Nata Dari Limbah Cair Tahu (Whey): Kajian Penambahan Sukrosa Dan Ekstrak Kecambah*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 2, No. 2, Agustus 2001: 74-78. Universitas Brawijaya.

- Fitri, R. 2013. Diktat Kegiatan Lapangan Pemberdayaan Masyarakat. *Teknologi Proses Pengolahan Tahu dan Pemanfaatan Limbahnya*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Franelia, A. Zakiyatulyaqin. And Zuko, P. 2012. Pengaruh Lama Penyimpanan Air Kelapa dan Konsentrasi Gula Pasir Terhadap Karakteristik dan Organoleptik *Nata de Coco*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Galadima, A. Garba, Z, N. Leke, L. Almustpha, M, N. and Adam, I, K. 2011. Domestic Water Pollution Among Local Comunities in Nigeria. Causes and Consequences. *European Journal of Scientific Research*. ISSN 1450-216X Vol.52 No.4 (2011), pp.592-603.
- Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya.
- Goendi, S. 2008. Kajian Model Digester Limbah cair Tahu untuk Produksi Biogas Berdasarkan Waktu Penguraian. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian Yogyakarta*: 18-19 November 2008.
- Handayani, R. 2011. *Pengantar Hukum Lingkungan*. Surakarta: Cakra Books.
- Hanik, P. Papib, H. and Agus, M, S. 2013. Optimasi Volume *Acetobacter xylinum* Terhadap Productivitas *Nata de Coco* Pada Media Minimum. *Biologi, Sains, Lingkungan, dan Pembelajarannya Dalam Upaya Peningkatan Daya Saing Bangsa*. Kediri: Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Hari, P. Sri, A. and Aulia, A. 2009. Perbandingan Kualitas *Nata de Soya* Antara Limbah Pembaceman dan limbah Pewarnaan dari Limbah Tempe. *Jurnal Wahana-Bio* Volume II Desember (2009).
- Hindersah, R. 2011. Agrinimal. *Pemanfaatan Limbah Tahu dalam Pengomposan Sampah Rumah Tangga untuk Meningkatkan Kualitas Mikrobiologi Kompos*, Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Agrinimal. Vol. 1, No. 1. April. Hal: 15-21.
- Imam, P. 2012. Artikel Ilmiah, *Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Produk Nata de Soya, Solusi Penanganan Pencemaran Lingkungan*. Pekalongan: Universitas Pekalongan.
- Intan, N.S. Catur, B, H. and Sri, H. Pembuatan *Nata de Coco*: Tinjauan Sumber Nitrogen Terhadap Sifat Fisiko-Kimianya. *Widyatama*. No. 2/Vol 9/2010. Sukoharjo: Universitas Veteran Membangun Bangsa.

- Islam, M. Mohammed, A. Mohamad, A. and Md, A. 2013. Effect Of Industrial Pollution On The Spatial Variation Of Surface water Quality. *American Jurnal Of Environmental Science*. 9 (2), 120-129.
- Jasmiati. 2010. Jurnal Ilmu Lingkungan. *Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme (EM₄)*, universitas Riau Pekanbaru. Jurnal Ilmu Lingkungan Vol. 2 (4).
- Jitu. 2014. *Kacang Tanah* Hal 3.edisi Agustus 2014. Solo: PT Mitra Media Bangsa.
- Kaswinarni, F. 2007. *Kajian Teknik Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu, Tesis*, Universitas Diponegoro: Semarang
- Kemal. 2001. *Kacang Tanah*. Jakarta: Kantor Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- Kementerian Kesehatan. 2013. *Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan Bagi Bangsa Indonesia*. Jakarta
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2011. *Teologi Lingkungan Etika Pengelolaan Lingkungan dalam Perspektif Islam*. Yogyakarta: PP Muhamadiyah.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2011. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta Timur: Deputi MENLH.
- Keraf, A. S. 2002. *Etika Lingkungan*. Jakarta: Buku Kompas.
- Khairul, A. 2010. *Produksi Nata de Coco*. Bogor: ITB
- Kodoatie, J. 2008. *Pengelolaan Sumberdaya Air Terpadu*. Yogyakarta: Penerbit Andy.
- Koes, I. 2006. *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme Jilid I*. Bandung: CV Yrama Widya.
- _____, 2007. *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme Jilid II*. Bandung: CV Yrama Widya.
- Lidia, S. 2009. Polish Journal Of Food And Nutrition Sciences: *Acetic Acid Bacteria Perspectives Of Application In Biotechnology – A Review*. Pol. J. Food Nutr. Sci. 2009, Vol. 59, No. 1, pp. 17-23.
- Lidya, R. 2011. *Pengolahan Limbah Tahu*. Bogor: IPB.

- Mahida. 2006. *Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: Rajawali.
- Marnani, S. 2002, *Pemanfaatan Ampas Tahu dan Bungkil Kelapa sebagai Bahan Pakan dalam Usaha Pemeliharaan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy Lac.*) di Lahan Sawah*, Tesis, Pasca Sarjana UNS, Surakarta.
- Maya, N. Yakoov, G. Roni, B. Gonen, S. Alon, T. 2010. The Jurnal Environmental Education. *Environmental Problems, Causes and Solutions: and Open Questions*, Taylor & Francis group. 41(2) 101-115.
- Mbrio-food.com. 2014. *Tahu*. Diakses pada 1 April 2014.
- Michael, J. 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid I*. Jakarta: UI-Press.
- Misgiarta. 2008. *Teknologi Pembuatan Nata de Coco*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Moleong, J. 2013. *Metodelogi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mulia, M. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mulyatiningsih, E. 2013. *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Nita, D. 2012. *Kajian produksi selulosa mikrobial melalui dua tahap kultivasi*. Bogor: IPB.
- Nur, H. 2008. *Mikrobiologi Industri*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Page, D. 1997. *Prinsip-Prinsip Biokimia*. Erlangga: Jakarta.
- Pohan, N. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Prooses Biofilter Aerobik*. Tesis, Universitas Sumatra Utara Medan.
- Puji, L. Nitariani, E. Ani, S. and Yadi, S. 2014. Study on the Production of Bacterial Cellulosa from *Acetobacter xylinum* using Agro-Waste. *Jordan Journal of Biological Sciences*. ISSN1995-6673. Volume 7, Number 1, March 2014. Pages 75-80
- Raharjo, M. 2012. *Valuasi Ekonomi Konservasi Sumberdaya Air di Kawasan Gunung Merapi Jawa Tengah*. Solo: Cakra Books Solo.

- Ravindra, S. 2014. Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences, 2014, 4(1): 1-6. University Chitrakoot Satna, M.P., India.
- Retno, 2010. *Modul Perkuliahan Biokimia Protein Dan Asam Nukleat*. Fakultas Peternakan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Rety, S. Keiko, K. Hidehiro, K. and Kimiaki, H. 2011. Current Tapioca Starch Wastewater (TSW) Management In Indonesia. *World Applied Sciences Journal*. 14 (5), 658-665.
- Rohadi, T. 2011. *Budaya Lingkungan Akar Masalah dan Solusi Krisis Lingkungan*. Yogyakarta: Ecologia Press.
- Sadimin. 2007. *Proses Pembuatan Tahu*. Semarang: Sinar Cemerlang Abadi.
- Sloane. 2004. *Anatomi Dan Fisiologi Untuk Pemula*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Santoso. 2008. *Protein dan Enzim*. <http://www.heruswn.teachnology.com>). diakses tanggal 12 Maret 2014.
- Saragih, R. 2010. *Pembuatan Biogas dari Limbah Organik dan Pemanfaatannya*. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Sastrawijaya, T. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Setyanto, E. 2005. Memperkenalkan Kembali Metode Eksperimen dalam Kajian Komunikasi, *Jurnal Ilmu Komunikasi*. Vol. 3. No. 1, Juni, Hal 37-38.
- Setyono, P. 2008. *Cakrawala Memahami Lingkungan*. Solo: UNS Press.
- _____. 2011. *Etika, Moral, Dan Bunuh Diri Lingkungan Dalam Perspektif Ekologi (Solusi Berbasis Environmental Insight Quotient-EIQ)*. Solo: Sebelas Maret University Press.
- Silvana, S. 2009. *Perencanaan Sistem*, Jakarta: Universitas Indonesia.
- Sri, S. 2011. *Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Proseding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Ke 2 Tahun 2011. Fakultas Teknik. Semarang: Universitas Wahid Hasyim.
- Sudarmadji. 2007. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan Dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.

- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukandarrumidi. 2006. *Metodelogi Penelitian Petunjuk Praktis untuk Peneliti pemula*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sulik, S. Wignyanto, and Sukardi. 2012. Pemanfaatan Limbah Cair (*Whey*) Industri Tahu Menjadi *Nata de Soya* dan Kecap Berdasarkan Nilai Ekonomi Produksi. *J. tek. Pert.* Volt 4 (1): 70-83 Malang: Universitas Brawijaya
- Sulistyo. Dwi, R. and Adrian, N. 2007. Pembuatan *Nata* dari Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan Molasses Sebagai Sumber Karbon *Acetobacter xylinum*. *Ekulilibrium* Vol. 6 No. 1 Januari 2007: 1-5 Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andy.
- Susilo, D. 2012. *Sosiologi Lingkungan*. Jakarta: Rajawali Press.
- Sutopo, B. 2006. *Metodelogi Penelitian kualitatif Dasar Teori dan Terapannya dalam Penelitian*. Solo: UNS Press.
- Syaf, M. 2007. *Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Di Kota Madiun*. Tesis. Program Studi Ilmu Lingkungan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Trismilah. 2001. *Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Sebagai Medium Dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Bakteri Penghasil Enzim Protease*. Proseding Seminar Keanekaragaman Hayati Dan Aplikasi Bioteknologi Pertanian. Jakarta: BPPT.
- Violeta, T. P. S, Review Article. Influence of environmental factors on the presence of *Vibrio cholerae* in the marine environment: a climate link *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Apartado Postal 1380, Veracruz, Veracruz, CP. 91700, México. J Infect Developing Countries* 2007; 1(3):224-241.
- Waites. 2001. *Industrial Mikrobiology*. USA: Blackwell Science.
- Wagiman. 2007. Identifikasi Potensi Produksi Biogas dari Limbah Cair Tahu dengan Reaktor Upflow anaerobic Sludge Blanket (UASB). *Bioteknologi Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta*, 4 (2): November, Hal 41-45.
- Wahyuni, S. 2011. *Biogas dari Aneka Limbah*. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Wardhana, A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andy.

Yusmarini. Usman, P. and Vonny, S, J. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Gula dan Sumber Nitrogen Terhadap Produksi *Nata de Pina*. *SAGU* Maret 2004 Vol. 3 No. 1. 20-27 ISSN 1412-4424. Riau: Universitas Riau.





Lampiran-lampiran

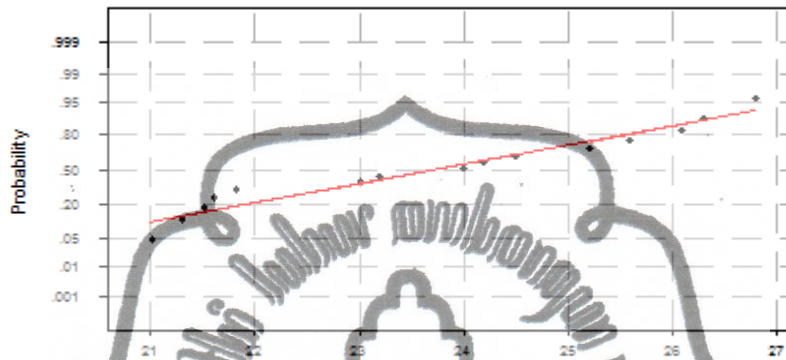
Lampiran 1. Protein nata de soya

Analisis Minitab Protein

1. Uji Normalitas

```
MTB > %normplot 'protein';
SUBC> kstest
** NOTE ** Subcommand does not end in . or ;
Executing from file: C:\Program Files\MTBWIN\MACROS\normplot.MAC
Macro is running ... please wait
```

Normal Probability Plot



Average: 23.74
StDev: 1.9277
N: 15

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
D = 0.165 D+ = 0.167 D- = 0.165
Approximate P-Value = 0.15

2. Uji F

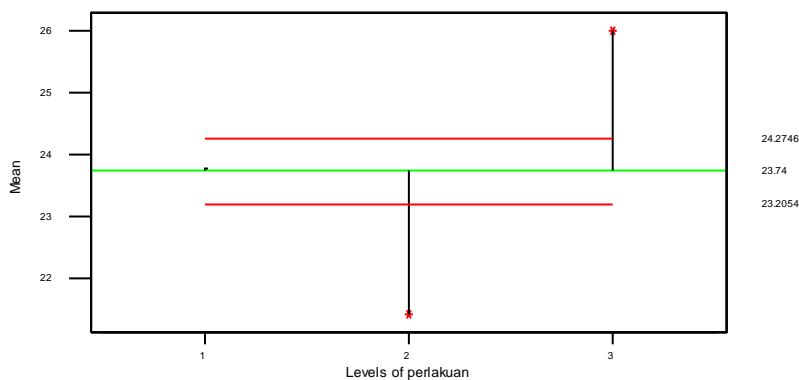
```
MTB > GLM C3=C1;
SUBC> Means C1.
```

Analysis of Variance for protein, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
perlakuan	2	51.996	51.996	25.998	86.66	0.000
Error	12	3.600	3.600	0.300		
Total	14	55.596				

3. Uji DMRT

One-way ANOM for protein by perlakuan



Protein

	Perlakuan	N	Subset		
			1	2	3
Tukey HSD ^{a,b}	2 (a)	5	2.1440		
	1(b)	5		2.3780	
	3(c)	5			2.6000
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Duncan ^{a,b}	2 (a)	5	2.1440		
	1 (b)	5		2.3780	
	3 (c)	5			2.6000
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .003.

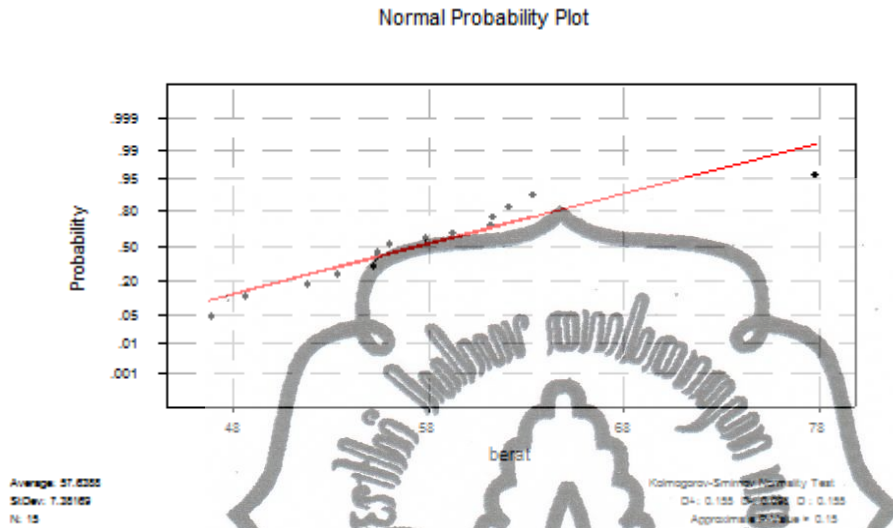
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

b. Alpha = 0.05.

Lampiran 2. Berat nata de soya

1. Uji N

```
MTB > %normplot 'berat';
SUBC> kstest.
Executing from file: C:\Program Files\MTBW\IN\MACROS\normplot.MAC
Macro is running ... please wait
```



2. UJI F

```
MTB > GLM C3=C1;
SUBC> Means C1.
```

General Linear Model: berat versus perlakuan

```
Factor      Type Levels Values
perlakuan  fixed      3 1 2 3
```

Analysis of Variance for berat, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
perlakuan	2	147.12	147.12	73.56	1.43	0.277
Error	12	615.73	615.73	51.31		
Total	14	762.85				

Unusual Observations for berat

Obs	berat	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	77.8280	62.0436	3.2035	15.7844	2.46R

R denotes an observation with a large standardized residual.

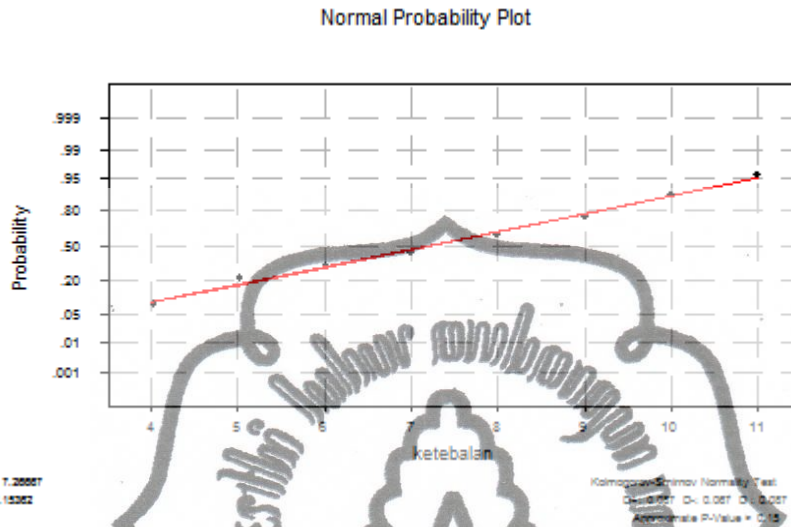
Least Squares Means for berat

perlakuan	Mean	SE Mean
1	62.04	3.203
2	55.04	3.203
3	55.84	3.203

Lampiran 3: Ketebalan nata de soya

1. Uji N

```
MTB > %normplot 'ketebalan';
SUBC> kstest.
Executing from file: C:\Program Files\MTBW\IN\MACROS\normplot.MAC
Macro is running ... please wait
```



2. Uji F

```
MTB > GLM C3=C1;
SUBC> Means C1.
```

General Linear Model: ketebalan versus perlakuan

Factor	Type	Levels	Values
perlakua	fixed	3	1 2 3

Analysis of Variance for ketebala, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
perlakua	2	12.133	12.133	6.067	1.38	0.289
Error	12	52.800	52.800	4.400		
Total	14	64.933				

Unusual Observations for ketebala

Obs	ketebala	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
1	11.0000	7.2000	0.9381	3.8000	2.03R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Least Squares Means for ketebala

perlakua	Mean	SE Mean
1	7.200	0.9381
2	6.200	0.9381
3	8.400	0.9381

Lampiran 4. Angka Kecukupan Gizi Menteri kesehatan



Lampiran 5. Dokumentasi penelitian



Gambar 1. Kecambah kacang tanah



Gambar 2. Proses merebus kecambah kacang tanah



Gambar 3: Limbah cair tahu



Gambar 4: Gula pasir



Gambar 5. Bakteri *Acetobacter xylinum* dan Asam cuka



Gambar 6. Media Nata de soya



Gambar 7. Proses pembentukan lapisan nata de soya



Gambar 8. Nata de soya



Gambar 9. Penimbangan Nata de soya



Gambar 10. Pengukuran nata de soya

Lampiran 6. Hasil analisis kandungan protein *Nata de Soya*



Lampiran 7. Biodata Mahasiswa

Biodata

- a. Nama : **Muh. Azhari, S.Pd**
- b. Tempat, tanggal lahir : Nyerenyem, 02 April 1989
- c. Profesi/jabatan : -
- d. Alamat kantor : -
- Tel. : -
- Fax. : -
- e-mail : -
- e. Alamat rumah : Nyerenyem RT. 007 RW. 003 Gerunung Praya Lombok Tengah NTB.
- Tel. : 087865368056
- Fax. : -
- e-mail : azhari_khan@yahoo.co.id
- f. **Riwayat pendidikan di Perguruan Tinggi (dimulai dari yang terakhir)*:**
- | No. | Institusi | Bidang Ilmu | Tahun | Gelar |
|-----|--------------------------------|--------------------|-------|-------|
| 1 | Fakultas Tarbiyah IAIN Mataram | Pendidikan Biologi | 2012 | S.Pd. |
- g. **Daftar Karya Ilmiah (simulai dari yang terakhir)*:**

No.	Judul	Penerbit/Forum Ilmiah	Tahun
1	Pengolahan limbah tahu dan tempe dengan metode teknologi tepat guna saringan pasir sebagai bahan kajian mata kuliah pengetahuan lingkungan	Skripsi Fakultas Tarbiyah IAIN Mataram	2012

Surakarta, 24 September 2014

Muh. Azhari, S.Pd