



**ARTIKEL ILMIAH
KELOMPOK I-A : BIDANG TEKNOLOGI PERTANIAN**

**SEMINAR NASIONAL
HASIL RUMER DAN PENERAPAN IPTEK KEPADA MASYARAKAT
TAHUN 1999/2000**

Hotel Wisata Internasional Jakarta. Tanggal 3 s.d. 5 Agustus 2000

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
DIREKTORAT PEMBINAAN PENELITIAN DAN PENGABDIAN
PADA MASYARAKAT
2000**

DAFTAR NAMA PESERTA DAN JUDUL ARTIKEL ILMIAH
KELOMPOK I – A : BIDANG TEKNOLOGI PERTANIAN

PEMBAHAS : Dr.Ir. Surdiding Ruhendi; Ir. Gato Murdjipto, MS; Dr.Ir. Astiana Sastiono;

NO	NAMA PENYAJI	PERGURUAN TINGGI	JUDUL ARTIKEL ILMIAH
I – A. 01	Ir. Gusti Hafiziansyah, MSi	UNMUL	Aplikasi pola usaha tani konservasi dan terotasi di lahan kering pada permukiman masyarakat Dayak Bahau, Kec. Muara, Kab. Datu II Kutai
I – A. 02	Ir. Wilyus, MSi	UNJA	Pembinaan petani dalam penerapan pengendalian hama terpadu pada tanaman pangan di Desa Ture, Kec. Pemayung, Batanghari
I – A. 03	Ir. Widodo, MSc.Agr	UNSOED	Sosialisasi tanaman lada perdu sebagai komoditas unggulan spesifik daerah: Suatu strategi pemberdayaan daerah tertinggal jangka panjang di Desa Watuagung, Kec. Tambak, Kab. Banyumas
I – A. 04	Ir. A. Budisusetyo, MP	Poltek Negeri Kupang	Pemantapan dan pengembangan budidaya sayuran menuju sistem usaha tani terpadu di lembaga pemasyarakatan Kodya Kupang, Prop. Nusa Tenggara Timur
I – A. 05	Ir. Yusmairidal, MP	UNJA	Pembinaan agroindustri pisang dalam upaya meningkatkan pendapatan masyarakat di Desa Lembayo, Kec. KPK VII Koto, Kab. Bungo Tebo
I – A. 06	Ir. Agus Djauhari	Poltek Negeri Bandung	Rancang bangun unit alat sterilisasi untuk media tanam jamur shiitake
I – A. 07	Dra. Hj. Sriani Herdarko, SU	UNDIP	Peningkatan dan pengembangan budidaya jamur tiram pada industri kecil Cipta Karya Tani, Desa Ngabean, Kec. Secang, Kab. Magelang, Jawa Tengah
I – A. 08	Dra. Isnawati, MSi	UN Surabaya	Peningkatan taraf kesehatan pekerja dan kuantitas produksi tubuh buah pada perusahaan yang bergerak di bidang budidaya jamur kayu melalui pembuatan alat bantu pencampuran medium tanam jamur kayu (<i>medium mixer</i>) di beberapa daerah di Jawa Timur (Ledug Tawas dan Celaket)
I – A. 09	Ir. Retno B. Armiputri, MS	UNS	Produk umbi mini kentang sebagai bibit tanaman kentang melalui metode perbanyakan cepat
I – A. 10	Drs. Jante Ngangi, MS	UN Manado	Aplikasi teknologi fermentasi sebagai upaya peningkatan kualitas pupuk organik jerami padi
I – A. 11	Drs. Syafruddin Ilyas, M. Biomed	USU	Rancang bangun alat suling minyak nilam dan budi daya tanaman nilam dalam pemanfaatan lahan tidur di Kab. Dairi
I – A. 12	Dr.Ir. Nastiti Siswi Indrasti	IPB	Penggunaan pektin dari <i>Pod coklat</i> pada industri <i>velva fruit</i>
I – A. 13	Ir. Hery Winarsi, MS	UNSOED	Pengolahan <i>flavourized tempeh</i> (tempe berbumbu) menggunakan <i>Rhizopus oligosporus</i> isolat unggul BU4 dan BU5 serta ekstrak bawang putih
I – A. 14	Atris Suyantohadi, STP	UGM	Desain alat pengepres dengan tata cara kerja ergonomi untuk mengurangi kandungan air dalam manfaatan limbah pada industri tahu Mgudi Lestari Desa Trimurti, Kec. Srandakan, Bantul
I – A. 15	Ir. V. Prihananto, MSi	UNSOED	Perbaikan proses pembuatan susu kedelai dan pemanfaatan limbah padatnya sebagai produk pangan
I – A. 16	Drs. Komar Sutriah, MS	IPB	Pemanfaatan limbah cair industri tempe sebagai bahan baku alternatif pengganti air kelapa pada industri nata "Segar Sari Mandiri" di Cihuleut, Kec. Bogor Utara, Kodya Bogor
I – A. 17	Dra. Muktiningsih, MSi	UN Jakarta	Upaya peningkatan nilai tambah limbah kelapa menjadi <i>nata de coco</i> di wilayah pemukiman Tangerang, Jawa Barat
I – A. 18	Ir. Elvin Hasman	Poltek Negeri Payakumbuh	Penerapan alat perajang tembakau semi mekanis di daerah Taram Kabupaten 50 Kota
I – A. 19	Drs. Jobel Rundupadang	UNCEN	Penerapan alat pengering kakao dengan kolektor energi surya
I – A. 20	drh. Angela Mariana L., MSi	UNAIR	Rancang bangun Sadupro, suatu alat untuk membuat mentega dan yoghurt es krim dari susu kambing di Desa Toyomarto, Singosari, Malang
I – A. 21	Ir. Purwadi, MS	UNIBRAW	Perbaikan teknologi industri keju di Kecamatan Wajak Kabupaten Malang untuk meningkatkan kualitas keju yang diproduksinya
I – A. 22	Ir. Sri Widystuti, M.App.Sc	UNRAM	Pengolahan buah-buahan bernilai ekonomis rendah menjadi " <i>fruit leather</i> "

**Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe Sebagai Bahan Baku Alternatif
Pengganti Air Kelapa Pada Industri Nata "Segar Sari Mandiri" di
Ciheuleut Kecamatan Bogor Utara Kodya Bogor¹⁾**

(Utilizing of Liquid waste of Tempeh Industry as a substituted media for Nata de Coco Production at Segar Sari Mandiri Nata Industry in Bogor)

Oleh:

Komar Sutriah dan Ahmad Sjahriza²⁾

Dibiayai oleh:

Proyek Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Program Vucer Nomor: 08/P4M/DPPM/VO/VI/1999 Direktur Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan

- 1). *Materi disampaikan pada Seminar Nasional Hasil Vucer dan Penerapan Iptek di Perguruan Tinggi , Jakarta, 2 – 5 Agustus 2000.*
- 2). *Staf Pengajar Jurusan Kimia Fakulas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.*

HALAMAN PENGESAHAN

Industri Kecil Sasaran : 1. Industri Kecil Pedesaan	[]
2. Industri Kecil Perkotaan	[√]
3. Wirausaha Baru	[]

Pembinaan Industri Kecil	Jenis Permasalahan yang dicoba diatas:
1. Logam dan Elektronika	[] 1. Produksi [√]
2. Sandang dan Kulit	[] 2. Manajemen []
3. Pangan dan Agribisnis	[√]
4. Kimia dan Bahan Bangunan	[]
5. Kerajinan dan Umum	[]

1. Judul Kegiatan : Pemanfaatan limbah Cair Industri Tempe Sebagai Bahan Baku Alternatif Pengganti Air Kelapa Pada Industri Nata 'Segar Sari Mandiri'

2. Ketua Pelaksana Kegiatan

 - a. Nama : Drs. Komar Sutriah, MS
 - b. NIP : 131950979
 - c. Jabatan / Golongan : Lektor Muda / IIIC
 - d. Universitas / Institut / Politeknik : Institut Pertanian Bogor
 - e. Fakultas / Jurusan : MIPA / Kimia

3. Anggota Pelaksana Kegiatan

 - a. Staf Pengajar Perguruan Tinggi : 2 orang
 - b. Industri Kecil : 3 orang

4. Nama dan Lokasi Industri Kecil : Perusahaan nata de coco 'Segar Sari Mandiri' Jl. Raya Ciheuleut Pakuan no. 17, Bogor

5. Keluaran yang dihasilkan : Disain

6. Biaya Kegiatan (DIKTI)

Biaya dari Industri Kecil Mitra : Rp 8.500.000,-

7. Jangka Waktu Kegiatan : Rp 500.000,-
: 8 bulan

Bogor, 20 Juli 2000
Ketua Pelaksana Kegiatan

Mengetahui:
Ketua
Lembaga Pengabdian pada Masyarakat

(Drs. Komar Sutriah, MS)
NIP. 131950979

(Prof. Dr. Ir. Rizal Syarief Syaiful N, DESS)
NIP. 130 367 108

**Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe Sebagai Bahan Baku
Alternatif Pengganti Air Kelapa Pada Industri Nata "Segar Sari
Mandiri" di Ciheuleut Kecamatan Bogor Utara Kodya Bogor**

(Utilizing of Liquid Waste of Tempeh Industry as a substituted media for Nata de Coco Production at Segar Sari Mandiri Nata Industry in Ciheuleut Bogor)

Oleh

Komar Sutriah dan Ahmad Sjahriza

(Staf pengajar Jurusan Kimia FMIPA Institut Pertanian Bogor)

ABSTRAK

Telah dilakukan optimasi kondisi fermentasi nata dari bahan dasar air rebusan kedelai, dan uji potensi membrannya. Produk nata de soya yang optimal dicapai dengan komposisi : 2 % gula, 0,75 % cuka dan 0,6 % ZA dan waktu fermentasi 7 hari. Kondisi ini telah diterapkan dengan berhasil pada Industri nata "Segar Sari Mandiri" di Ciheuleut Kec. Bogor Utara. Uji potensi membrannya menunjukkan bahwa ketebalan membran sebanding dengan lamanya fermentasi. Permukaan membran memperlihatkan serat-serat selullosa yang saling tumpang tindih dengan ukuran pori berkisar $0,1 - 0,5 \mu\text{m}$ dan $0,2 - 0,8 \mu\text{m}$ tergantung cara pencuciannya. Membran nata berpotensi untuk digunakan pada proses ultrafiltrasi – mikrofiltrasi.

ABSTRACT

Condition of fermentation of tempeh liquid waste as substituted media for nata production has been optimized, and potential application of nata as a membrane filter also has been characterized. However, the optimal chemicals composition for media preparation of fermentation was 2% glucose, 0.75% acid and 0.6 % ZA with 7 day period of fermentation. This composition has been successfully applied in "Segar Sari Mandiri Nata home Industries" at Bogor. Membrane thickness of nata found correlating with period of fermentation. While, the surface of nata as membrane constructed from porous wall with pore size range between $0.1 - 0.5 \mu\text{m}$ and $0.2 - 0.8 \mu\text{m}$ influenced on washing procedure. The membrane of nata could be prospectly used on ultrafiltration or microfiltration process.

PENDAHULUAN

Kotamadya Bogor yang mengenal nata sejak tahun 1982, sampai tahun 1990 mampu mencapai produksi 954,4 ton dengan rata-rata produksi 106,0 ton pertahun (Sulistyo, 1992). Industri nata di Kotamadya Bogor hampir seluruhnya menggunakan air kelapa sebagai bahan baku. Dengan meningkatnya permintaan dan makin banyaknya industri nata yang tumbuh di Kotamadya Bogor, kebutuhan air kelapa sebagai bahan baku semakin sulit diperoleh. Kenyataan tersebut menyebabkan industri nata yang ada mulai mencari air kelapa dari luar wilayah Bogor seperti dari Jakarta dan Tanggerang, seperti yang dialami oleh industri nata 'Segar Sari Mandiri' yang berlokasi di Cicheuleut Desa Tanah Baru Kecamatan Bogor Utara Kodya Bogor. Hal ini menyebabkan biaya produksi yang dikeluarkan menjadi semakin tinggi. Masalah ini dapat diatasi diantaranya dengan menggunakan bahan baku pengganti air kelapa seperti dari air rebusan atau rendaman kedelai yang selama ini dikenal dengan nata de soya.

Air rebusan kedelai dapat diperoleh sebagai limbah buangan dalam pembuatan tempe, tahu, kecap atau susu kedelai. Pada industri tempe, penggunaan 50 kg kedelai akan menghasilkan sekitar 100-200 liter limbah cair yang terbuang. Limbah ini masih mengandung nitrogen yang cukup tinggi yaitu sekitar 1,5 % protein terlarut mulai dari perebusan sampai inokulasi (Djayakusuma, 1987). Dengan demikian, limbah ini dapat dijadikan sumber nitogen yang murah dalam pembuatan nata. Namun demikian, penggunaan bahan baku ini kurang begitu disukai karena selain lamanya waktu fermentasi yang diperlukan (14 hari), ketebalan nata yang dihasilkan juga lebih tipis (hanya sekitar 25 % dari medium yang digunakan). Untuk itu, usaha-usaha untuk mempercepat waktu fermentasi dan meningkatkan ketebalan nata dapat dilakukan antara lain dengan merubah komposisi medium, merubah tempat penyimpanan, dan meningkatkan ketersediaan oksigen.

Nata berasal dari bahasa spanyol 'natare' yang berarti terapung-apung. Nata merupakan produk fermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum* pada media yang mengandung gula, menyukai lingkungan yang asam dan membutuhkan sumber

nitrogen untuk aktivitasnya (Atih, 1979). Pada kondisi yang sesuai bakteri ini dapat memecah 19 % gula dalam substrat menjadi suatu polisakarida. Serat ini berupa selulosa yang memiliki sifat kimia yang hampir sama dengan selulosa yang dihasilkan tanaman (Dimaguilla, 1967). Selulosa ini membentuk massa yang menggumpal di permukaan medium. Sel menerima molekul-molekul glukosa, bergabung dengan lemak membentuk penyokong yang terdapat pada membran sel, lalu keluar bersama enzim yang menggabungkan sisanya menjadi serat. Lemaknya kemudian diserap kembali oleh sel bakteri (Thimann & Kenneth, 1955). Gel selulosa bakteri ini tidak mengandung zat-zat pektin, lignin, atau hemiselulosa seperti pada selulosa tanaman dan pencemaran oleh sejumlah kecil komponen nitrogen dapat dihilangkan oleh pencucian dengan air, asam encer atau alkali encer (Rainbow & Rose, 1963). Selulosa yang terbentuk mempunyai ikatan β 1,4-Glikosida dan tersusun dari komponen glukosa, mannosa, rhamnosa dan asam glukoronat dengan perbandingan 3:1:1:1 (Valla & Kjosbakken, 1981).

Nata tidak hanya hanya dibuat dari air kelapa tetapi juga dapat dibuat dari buah-buahan seperti nenas, tomat dan lain-lain. Pada substrat yang berbeda kondisi optimum untuk membuat natapun berbeda. Pembentukan selulosa oleh *Acetobacter xylinum* dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen dan glukosa (Hestrin & Schram, 1954). Selain itu, pembentukannya juga dipengaruhi oleh pH medium, lama fermentasi, dan sumber nitrogen (Lapuz et al, 1968). Pada ruang gelap pembentukan struktur nata relatif lebih cepat dan diperoleh lapisan yang lebih tebal (Widia, 1984).

TUJUAN

Tujuan kegiatan ini adalah meningkatkan pemanfaatan limbah cair industri tempe sebagai bahan baku pembuatan nata.

METODE

Metode kegiatan yang dilaksanakan meliputi :

1. Pengenalan teknologi cara pembuatan nata dari limbah cair industri tempe sebagai bahan baku pengganti air kelapa.

2. Optimalisasi dan efisiensi pemanfaatan limbah cair industri tempe sebagai bahan baku pengganti air kelapa dalam industri nata (dalam hal waktu fermentasi dan ketebalan nata).
3. Peningkatan nilai produk nata dari bahan baku limbah cair industri tempe dari segi kandungan gizi.
4. Peningkatan nilai produk nata dari bahan baku limbah cair industri tempe dari segi penambahan nilai jual produk.

1. Pengenalan teknologi cara pembuatan nata dari limbah cair industri tempe sebagai bahan baku pengganti air kelapa.

Kegiatan ini dilakukan bersama antara pelaksana kegiatan dengan perusahaan mitra, berupa pelatihan mengenai cara pembuatan nata dari limbah cair industri tempe.

Cara pembuatan nata dengan bahan baku soya (limbah cair industri tempe) dilakukan sebagai berikut:

a. **Pembuatan Starter :** Medium untuk starter berasal dari bakteri *Acetobacter xylinum* yang dibiakkan pada medium air kelapa, dengan penambahan gula 10 % dan ammonium sulfat (ZA) 0,1 %. Starter yang digunakan ini berumur 7 hari kemudian diinokulasikan pada medium produksi sebanyak 10 % (V/V).

b. **Produksi Nata de Soya :** Medium produksi dibuat dari limbah cair (berupa air rebusan dan rendaman) disaring, kemudian ditambah 15% gula dan 0,6% asam asetat glasial. Medium dididihkan dan setelah dingin diinokulasikan dengan 10 % starter. Inkubasi dilakukan selama 14 hari.

2. Optimalisasi dan efisiensi pemanfaatan limbah cair industri tempe sebagai bahan baku pengganti air kelapa dalam industri nata (dalam hal waktu fermentasi dan ketebalan nata).

Kegiatan ini dilakukan bersama antara pelaksana kegiatan dengan perusahaan mitra, meliputi usaha-usaha untuk meningkatkan mutu produk nata

(ketebalan nata) dan efisiensi produksi (mempersingkat waktu fermentasi) dengan kegiatan sebagai berikut:

- a. **Persiapan Bahan Media** : Dilakukan dengan membandingkan penggunaan air rebusan dan air rendaman kedelai terhadap ketebalan nata (atau rendemen) dan waktu fermentasi.
- b. **Memvariasikan Komposisi Medium** : Dilakukan dengan melihat pengaruh penambahan gula, tingkat keasaman (penambahan asam asetat), dan penambahan ammonium sulfat atau ammonium fosfat (sumber nitrogen) terhadap ketebalan nata (atau rendemen) dan waktu fermentasi. Selain itu juga dilihat pengaruh ketersediaan oksigen dan pengaruh cahaya terhadap ketebalan nata (atau rendemen) dan waktu fermentasi.

3. Peningkatan nilai produk nata dari bahan baku limbah cair industri tempe dari segi kandungan gizi.

Kegiatan ini meliputi analisis kandungan gizi produk pada berbagai perlakuan komposisi medium dibandingkan dengan kandungan gizi produk nata yang selama ini dibuat dari bahan baku air kelapa. Analisis kandungan gizi meliputi analisis kadar air, kadar lemak, kadar protein, serat kasar, kadar karbohidrat dan kadar abu (analisis proksimat)

4. Peningkatan nilai produk nata dari bahan baku limbah cair industri tempe dari segi penambahan nilai jual produk.

Melihat potensi produk yang dapat dihasilkan dari industri nata yang demikian besar dari segi kapasitas produksi, baik yang berbahan baku air kelapa maupun limbah cair industri tempe, serta peluang produk selulosa nata ini untuk dikembangkan sebagai bahan membran, kegiatan yang dilakukan dalam rangka meningkatkan nilai jual produk nata ini adalah dengan melakukan uji parameter membran selulosa nata de soya sebagai berikut: Nata yang dihasilkan diuji kualitas sifat membrannya dengan uji rejeksi, filtration rate, dan sifat

difusinya. Struktur pori internal dan morfologi permukaannya diukur dengan SEM (Scanning Electron Microscopy).

MANFAAT

POTENSI EKONOMI PRODUK SERTA DAMPAK SOSIAL

Potensi ekonomi dari produk nata de soya ini diantaranya : Pertama, biaya yang dikeluarkan oleh industri nata terutama dalam pembelian air kelapa yang saat ini sudah mencapai Rp 100/liter (belum termasuk ongkos angkut) dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan. Kedua, industri nata dapat meningkatkan kapasitas produksinya dengan menggunakan bahan baku ini, karena salah satu kendala terbatasnya kapasitas produksi yang dialami oleh perusahaan mitra adalah terbatasnya ketersediaan bahan baku air kelapa. Hal ini akan memberikan dampak sosial yang positif, diantaranya : Pertama, terserapnya banyak tenaga kerja dalam industri ini terlebih lagi apabila penerapan teknologi ini tidak hanya pada industri nata yang telah ada tapi diperluas pada industri yang menggunakan bahan baku kedelai, mengingat masih cukup luasnya pangsa pasar produk industri nata ini. Kedua, teratasnya masalah pencemaran yang disebabkan oleh limbah industri berbahan baku kedelai sehingga akan menunjang program pelestarian lingkungan secara nasional.

NILAI TAMBAH PRODUK DARI SISI IPTEK

Pemisahan molekul terlarut dari larutannya dapat menggunakan teknik filtrasi yang memerlukan sebuah membran. Membran kebanyakan dimanfaatkan dalam bidang yang berhubungan dengan teknik pemisahan. Beberapa proses yang menggunakan membran adalah pemisahan gas, dialisis, osmosis balik, ultrafiltrasi, dan elektrodialis. Salah satu membran yang luas penggunaannya adalah selulosa asetat yang dapat dibuat dari kapas. Selama ini membran yang dipergunakan untuk teknik filtrasi tersebut masih tergantung pada produk impor. Penelitian sebelumnya yang didasarkan pada studi difraksi sinar x menunjukkan bahwa struktur selulosa dari nata de coco memiliki kesamaan dengan struktur selulosa kapas. Adanya selulosa nata yang berpeluang dikembangkan sebagai sebuah

membran diharapkan dapat mengurangi ketergantungan akan produk impor dan memberikan nilai tambah terhadap selulosa nata.

HASIL KEGIATAN DAN PEMBAHASAN

Uji medium dan variasi medium

Pada dasarnya, baik medium air kelapa maupun air rebusan dan rendaman kedelai sudah mengandung sumber C,H,O,N, serta mineral yang diperlukan bagi pertumbuhan bakteri. Hanya saja tetap perlu ditambahkan suplemen dari luar seperti gula (sebagai sumber C), amonium sulfat (sebagai sumber N), dan Asam asetat glasial (pembentuk suasana asam). Berdasarkan bahan baku yang digunakan maka variasi medium yang dapat dilakukan adalah variasi penambahan gula, amonium sulfat, dan asam asetat. Namun demikian, diketahui bahwa pertumbuhan bakteri memerlukan pH yang tertentu, dan karena harga amonium sulfat yang murah, variasi medium hanya berdasarkan penambahan gula. Disain percobaan dilakukan dengan variasi penambahan gula sebanyak 1 %, 2 %, 5 %, dan masing-masing sebanyak 5 nampak dengan standar digunakan medium air kelapa. Parameter yang diamati meliputi tebal nata, lama fermentasi, warna, dan kekuatan serat (daya sobek)/kekenyalan. Hasil uji medium dengan berbagai variasi tercantum pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Medium Dengan Berbagai Variasi

Medium	T e b a l (cm)							Waktu Fermentasi	Warna
	U 1	U2	U3	U4	U5	%	Rata ²		
A _{rb} 1%	1,12	1,22	0,80	--	--	60	1,05	7 hari	Agak coklat
A _{rm} 1%	0,60	--	--	-	--	20	0,60	7 hari	putih
A _{rb} 2%	1,20	1,05	1,05	1,05	1,10	100	1,09	7 hari	Agak coklat
A _{rm} 2%	1,00	1,00	0,85	--	--	75	0,95	7 hari	putih
A _{rb} 5%	1,12	1,22	1,20	1,30	1,20	100	1,21	7 hari	Agak coklat
A _{rm} 5%	0,75	1,18	0,75	0,75	0,80	100	0,85	7 hari	putih
A _{kl} 2%	1,10	1,10	1,12	1,12	1,08	100	1,10	7 hari	putih

Keterangan : air rebusan : A_{rb} air rendaman : A_{rm} air kelapa: A_{kl} -- Gagal

Dari tabel 1 diperoleh persen keberhasilan dan ketebalan medium air rebusan lebih baik dibandingkan dengan air rendaman, yaitu sebesar 100 % (untuk kadar gula 2 % dan 5 %) dan rata-rata ketebalan berkisar antara 1,05 – 1,21 cm. Sedangkan dalam hal warna, nata dari medium air rendaman lebih putih dibandingkan nata dari medium air rebusan. Waktu fermentasi kedua medium memberikan hasil yang sama dengan medium air kelapa yaitu selama 7 hari, sedangkan kekenyalan (daya sobek)nya ketika dipotong dengan mesin potong nata didapatkan kemudahan yang sama dan bentuk yang sama (tidak berubah) dengan medium air kelapa.

Ketebalan dan persen keberhasilan sangat bergantung sekali pada kandungan medium terutama ketersediaan sumber karbon (C) dan nitrogen (N). Hal ini akan sangat terkait dengan konsentrasi gula dan jenis medium. Sekitar 85 % protein kedelai terdiri dari globulin yang tidak larut dalam air. Proses perebusan akan mendenaturasi struktur protein menjadi senyawa nitrogen yang lebih larut dalam air, hal ini akan meningkatkan jumlah N dalam air rebusan dibandingkan dalam air rendaman, sehingga dalam persen keberhasilan medium air rebusan lebih baik dari air rendaman. Pembentukan selulosa oleh *Acetobacter Xylinum* dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen dan glukosa (Hestrin & Schramm, 1954), sehingga semakin tinggi konsentrasi gula semakin tebal nata yang dihasilkan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, implementasi pada pihak industri menggunakan air rebusan sebagai medium dengan konsentrasi gula 2 %. Penambahan gula 5 % dapat dilakukan untuk meningkatkan kekenyalan nata. Konsentrasi gula yang lebih tinggi tidak disarankan karena alasan efisiensi dan bentuk yang terlalu tebal kurang disukai konsumen.

Implementasi pada Industri

Bahan baku yang dicoba untuk industri adalah menggunakan air rebusan tempe dengan konsentrasi gula 2 %, serta cuka 0,75 %. Penambahan ZA 0,6 % dilakukan untuk memperbesar jumlah N. Implementasi dilakukan 2 tahap, tahap 1 uji coba komposisi medium dilakukan pada 1 batch (100 nampan) dengan waktu

fermentasi 7 hari, kemudian tahap kedua uji coba selama 7 hari (7 batch), setelah implementasi tahap 1 dievaluasi. Pada tahap 1 dari 100 nampang yang dibuat 98 % jadi dengan ketebalan standar (1,10 – 1,20 cm), bentuk nata setelah dipotong sama seperti pada medium air kelapa. Warna nata yang dihasilkan agak kecoklatan. Pada tahap 2 medium air rebusan disaring dengan menggunakan kapas sebanyak 2 kali untuk memperbaiki warna nata. Hasil ujicoba tahap 2 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Implementasi pada Industri

Batch	% Keberhasilan	Tebal rata-rata (Cm)
1	99 %	1,15
2	100 %	1,13
3	99 %	1,14
4	96 %	1,12
5	99 %	1,11
6	98 %	1,13
7	100 %	1,13

Dengan penyaringan dengan kapas sebanyak 2 kali, nata yang dihasilkan lebih putih, dan setelah dimasak warna tidak begitu berbeda dengan nata dari medium air kelapa, hanya saja nata yang dihasilkan dari air rebusan limbah kedelai berbau lebih asam. Hal ini dapat diatasi dengan pencucian dan perebusan berulang-ulang.

Analisis Kandungan Gizi

Nata de soya (dari rebusan kedelai) dan nata de coco (dari air kelapa) memiliki kandungan gizi yang tidak jauh berbeda. Hasil uji proksimat menunjukkan kandungan utamanya adalah air (98%) dan serat kasar (10%). Sebagai makanan, nata memiliki kadar kalori rendah. Sumber kalori ini untuk nata de soya berasal dari lemak dan karbohidrat sedangkan nata de coco berasal dari lemak dan protein. Karena nilai kalorinya rendah, nata tidak bisa dijadikan sebagai makanan sumber energi. Akan tetapi, nata juga memiliki nilai serat makanan yang

tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai makanan alternatif untuk penderita masalah gizi lebih, untuk mencegah terjadinya sembelit atau menghindari konstipasi.

Potensi Membran Nata de Cocco

Berbeda dengan membran komersial yang hampir semuanya menggunakan bahan polimer sintetik, seperti: poliamida, polisulfon, poliester, polietilena dll, dan dengan perkembangan teknik pembuatan yang bermacam-macam, mulai dari cara pencetakan, pembalikan fasa, penarikan (stretching), dan pengetsaan, sehingga menghasilkan membran yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda, maka bahan dasar dari membran yang dikembangkan dari Natta de Cocco adalah polimer produk fermentasi bakteri yaitu sellulosa. Dengan alternatif ini diharapkan membran yang dikembangkan dari Natta ini lebih murah sehingga proses filtrasi dapat dibandingkan secara ekonomis dengan membran sintetik. Kelebihan lainnya dari membran Natta de Cocco yaitu dari ketersediaan bahan dasar Natta yang mudah diperoleh dan dibuat. Pembuatan dari membran Natta de Cocco ini menggunakan teknik yang berbeda dibanding cara pembuatan membran konvensional, dimana lempengan Natta yang telah dikurangi kadar airnya ditekan diantara 2 buah lempeng logam pada temperatur 120°C sekitar 1 – 2 jam pada tekanan 1 – 2 MPa.

Ketebalan dari membran Natta de Cocco yang dihasilkan dari hasil pengepresan tergantung dari umur inkubasinya. Natta de Cocco hasil fermentasi semakin tebal dengan lamanya waktu fermentasi. Bila ketebalan membran Natta dibandingkan dengan membran komersial seperti Millipore yang terbuat dari polisulfon maka membran dari Natta de Cocco dengan lama inkubasi 6 hari lebih hampir sama dengan membran Nukleopore, data pada tabel 3. Dengan ketebalan yang telah diperoleh ini maka diharapkan membran Natta akan memberikan hasil fluks yaitu laju aliran fluida lebih akan kurang lebih sama dengan membran komersial.

Tabel 3 . Ketebalan dari beberapa membran

Membran	Tebal (x 10 ⁻² mm)
Millipore	15,5
Natta de Cocco	13

Karakteristik Membran Natta de Cocco

Karakteristik permukaan membran Natta de Cocco yang dihasilkan diamati dengan Scanning Electron Microscope (SEM). Pengambilan gambar penampang lintang membran tidak dapat dilakukan karena keterbatasan kemampuan mikroskop yang digunakan. Pengambilan foto SEM ini menggunakan beda potensial yang relatif cukup tinggi yakni 20 kV , diketahui mikroskop ini biasa digunakan untuk mengamati bahan dari logam dan dengan kondisi tersebut kurang sesuai untuk material rapuh (soft material) seperti membran Natta. Beda potensial yang ideal untuk bahan biologis seperti Natta sekitar 10 – 15 kV.

Pada pengambilan foto digunakan membran Natta inkubasi 6 hari yang diperlakukan dengan perbedaan dalam konsentrasi NaOH yang digunakan sebagai penetral dan pembersih Natta dari pengotor yang melekat. Konsentrasi NaOH yang digunakan dalam pembuatan membran ini adalah 2,5% dan 5%.

Permukaan membran dengan konsentrasi NaOH 2,5% memperlihatkan serat-serat sellulosa yang dihasilkan oleh bakteri selama fermentasi yang saling tumpang tindih membentuk lapisan dari membran Natta ini. Pengaruh dari tekanan pada saat pembuatan membran sangat tampak dengan adanya penggabungan antara lapisan. Pada gambar nampak jelas adanya pori-pori yang tersebar dengan ukuran beragam dalam kisaran 0,1 - 0,5 μ m. Ukuran pori yang terdapat pada permukaan secara morfologi tidak berbentuk saluran lurus yang menembus kedua sisi dari permukaan membran, sedang pori dari membran Natta ini terbentuk dari tumpukan lapisan serat yang memiliki celah atau rengkahan, sehingga bentuk pori secara ruang akan berkelok-kelok mengikuti celah – celah yang saling berhubungan. Melihat ukuran pori yang ada di permukaan membran Natta

beragam, maka terdapat sebaran diameter dari pori dan diperoleh diameter rata-rata memberikan gambaran akan ukuran pori secara fisik. Namun ukuran pori yang diperoleh dari foto mikroskopik hanya menggambarkan pori menurut keadaan fisiknya saja.

Pengaruh perlakuan NaOH yang lebih tinggi (5%) memperlihatkan adanya degradasi dari lapisan yang ada berupa tumpukan gumpalan-gumpalan kecil selama pengepresan Natta dilakukan. Ukuran pori-pori dari membran ini lebih besar dibandingkan dengan membran dengan perlakuan NaOH 2,5%. Pengaruh dari pemberian NaOH 5% berakibat pada kerusakan dari lapisan-lapisan selulosa selama pencucian dengan NaOH berlangsung dan hal ini ditemukan hampir diseluruh permukaan membran. Perubahan menonjol tampak lebih jelas pada pinggir pori dimana nampak adanya sisa serat sellulosa. Porositas dari membran ini nampak lebih tinggi dibandingkan membran sebelumnya dan hal ini akan memberikan andil pada kemudahan proses aliran fluida pada saat melewati membran. Kisaran ukuran pori dari membran ini sekitar $0,2 - 0,8 \mu\text{m}$.

Bila dibandingkan dengan jenis-jenis membran yang digunakan berdasarkan ukuran diameter pori seperti data pada tabel 4. Maka membran dari Natta de Cocco ini lebih sesuai bila digolongkan pada jenis Ultrafiltrasi – Mikrofiltrasi .

Tabel 4. Klasifikasi membran berdasarkan ukuran diameter pori

Jenis membran	Kisaran Diameter(Å)
Osmosa balik	1 – 10
Nanofiltrasi	10 – 100
Ultrafiltrasi	30 – 1000
Mikrofiltrasi	500 – 20.000
Filtrasi	$11.000 - 10^7$

Perilaku Hidrodinamika Membran Natta de Cocco

Pada umumnya membran digunakan sebagai penyaring atau filter. Penggunaan membran telah dimanfaatkan dalam dunia industri. Khusus untuk

membran Ultrafiltrasi – Mikrofiltrasi pemanfaatannya antara lain : mikrofiltrasi darah, proses pada industri susu, rekoveri cat, proses pada industri minuman, aplikasi bioteknologi, pemurnian air dan penanggulangan limbah dan industri mikroelektronik. Kemampuan dari membran dalam menyaring ditentukan oleh ukuran (dimensi) partikel baik yang berupa jasad renik, makromolekul, protein dll terhadap ukuran pori rata-rata. Apabila ukuran partikel lebih kecil dari diameter pori maka partikel tadi memiliki kebolehjadian yang lebih besar untuk ditolak oleh pori untuk masuk kedalam matriks membran. Namun perlu diketahui bahwa ukuran pori bukanlah satu-satunya hal yang dapat menyebabkan penolakan (rejection) partikel untuk dapat melewati pori. Interaksi antara muatan (charge) dari partikel dengan permukaan pori juga dapat menghambat gerak partikel dalam fluida ketika akan memasuki pori.

Kemampuan membran Natta de Cocco dalam mengalirkan fluida yakni fluks dipengaruhi oleh ketebalan membrannya. Dalam hal ketebalan membran ditentukan oleh lama inkubasi dari proses fermentasi. Dari hasil pengukuran fluks dengan air pada tekanan udara sekitar 2 atm terhadap membran yang dihasilkan dari berbagai lama inkubasi tampak pada tabel 5.

Tabel 5. Fluks membran Natta dan Millipore

Membran	Fluk (ml/min)
Natta	4
Millipore	3

Dari hasil pengukuran fluks diperoleh bahwa membran Natta memberikan hasil fluks yang baik dibandingkan dengan membran Millipore. Terdapat hubungan umum antara fluks dengan rejeki yaitu bila suatu membran memiliki fluks yang besar maka rejeki dari membran ini umumnya relatif rendah. Membran millipore memiliki fluks sekitar 3 ml/min dan 60% rejeki dengan menggunakan bovine serum albumin dengan berat molekul 67.000. Dengan demikian dapat diperkirakan bahwa rejeki menggunakan albumin pada membran Natta de Cocco akan memiliki nilai < 60%. Karena membran Natta de Cocco ini berasal dari hasil fermentasi

bakteri sehingga membentuk lapisan sellulosa maka ini memberikan kelebihan dibanding membran sintetik yang umumnya tidak simetrik. Membran simetrik yaitu membran dimana tidak banyak terjadi perubahan terhadap ukuran geometri pori antara 2 permukaan membran. Hal ini yang akan sangat membantu kekuatan fungsi membran pada saat digunakan karena beban tekanan yang diterima membran selama proses pemisahan akan dibagi secara merata.

KESIMPULAN

1. Air rebusan kedelai menghasilkan nata de soya yang lebih baik dibanding air rendamannya. Nata de soya yang dihasilkan memiliki karakteristik fisik dan komposisi kimia yang hampir sama dengan standar nata de coco.
2. Kondisi fermentasi optimal pembuatan nata de soya diperoleh pada kadar gula 2 %, dengan waktu fermentasi yang sama dengan pembuatan nata de coco.
3. Komposisi kimia nata sebagian besar terdiri dari air dan serat kasar yang cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai suplemen diet.
4. Membran nata berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai membran ultrafiltrasi-mikrofiltrasi.

SARAN

Perlu dilakukan sosialisasi yang lebih luas kepada industri-industri nata yang lain sehingga formula pembuatan nata de soya ini lebih memasyarakat. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang karakterisasi dan uji coba aplikasi membran nata di Lapangan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Proyek Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Dirjen Dikti yang telah mendanai kegiatan ini, juga kepada pihak Perusahaan Segar Sari Mandiri atas kerjasamanya sehingga kegiatan ini bisa berlangsung dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Atih, S.H. 1979. Pengolahan Air Kelapa. Di dalam Buletin Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, 4 (1/2), 9. Balai penelitian Kimia Bogor.
- Dimagulla, L.A. 1967. Nata de coco 2. Chemical Nature and Properties of Nata. Philipine Agriculture. 51 : 462-485
- Djajakusuma, E. 1987. Pemanfaatan Limbah Tempe Kedelai dan Onggok untuk Produksi Enzim Amilase dan Selulase dengan *Mucor Javanicus*. Di dalam Kumpulan Makalah Seminar Bioteknologi Pertanian. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hestrin,S. & M. Schramm. 1954. Factor Affecting Production of Cellulose at the Air/Liquid Interface of a Culture *Acetobacter Xylinum*. Journal General Microbiology. 11. 123-129.
- Lapuz, M. M., E.G. Gallardo & M.A. Palo. 1967. The Nata Organism Cultural, Requirements Characteristic and Identify. The Philipine Journal of Science, vol 96.
- Moelyokusumo, S. E. 1976, *Tempe dan Oncom*, Terate. Bandung
- Sulistyo, E. 1992. Kajian Industri Nata de Pina dari Limbah Industri Pengolahan Nenas. Skripsi. Fakultas Teknologi pertanian, IPB. Bogor.
- Thimann & V. Kenneth. 1955. The Life of Bacteria. MacMillan Company. New York.
- Valla, S. & J. Kjosbakken. 1981. Isolation and Characterization of New *Acetobacter Xylinum*. Canadian Journal Microbiology. 27. 559-603.
- Widia, I.W. 1984. Mempelajari Pengaruh Penambahan Skim Milk Kelapa, Jenis Gula dan Mineral dengan Berbagai Konsentrasi pada Pembuatan nata de coco. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.