

**PENGARUH KONSENTRASI GULA KELAPA DAN STARTER  
*Acetobacter xylinum* TERHADAP KUALITAS FISIK  
DAN KIMIAWI NATA DE LERI**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**KARINA DUSTHURI ALVIANI**  
**NIM. 11620040**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**

**2016**

**PENGARUH KONSENTRASI GULA KELAPA DAN STARTER  
*Acetobacter xylinum* TERHADAP KUALITAS FISIK  
DAN KIMIAWI NATA DE LERI**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh :  
**KARINA DUSTHURI ALVIANI**  
**NIM. 11620040**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2016**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : KARINA DUSTHURI ALVIANI

NIM : 11620040

Jurusan : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Kualitas Fisik dan Kimiawi *Nata de Leri*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebaga hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan menyantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 7 Januari 2016

Penulis,



Karina Dusthuri Alviani  
NIM. 11620040

**PENGARUH KONSENTRASI GULA KELAPA DAN STARTER  
*Acetobacter xylinum* TERHADAP KUALITAS FISIK  
DAN KIMIAWI *NATA DE LERI***

**SKRIPSI**

oleh :  
**KARINA DUSTHURI ALVIANI**  
NIM. 11620040

**Telah Disetujui oleh:**

**Dosen Pembimbing I,**



**Ir. Liliek Harianie AR, M.P.**  
NIP. 19620109 199803 2 001

**Dosen Pembimbing II,**



**M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I**  
NIPT. 20142011409

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Biologi**



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
NIP. 19741018 200312 2 002

**PENGARUH KONSENTRASI GULA KELAPA DAN STARTER  
*Acetobacter xylinum* TERHADAP KUALITAS FISIK  
DAN KIMIAWI *NATA DE LERI***

**SKRIPSI**

oleh :

**KARINA DUSTHURI ALVIANI  
NIM. 11620040**

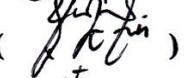
Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 7 Januari 2016

**Penguji Utama : Dr. Hj. Ulfah Utami, M.Si  
NIP. 19650509 199903 2 002**

**Ketua Penguji : Anik Maunatin, MP  
NIPT. 201402012 412**

**Sekretaris Penguji : Ir. Liliek Harianie AR, M.P  
NIP. 19620109 199803 2 001**

**Anggota Penguji : M. Mukhlis Fahuiddin, M.S.I  
NIPT. 20142011 409**

()  
()  
()  
()

Mengesahkan,

**Ketua Jurusan Biologi**



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P  
NIP. 19741018 200312 2 002**

## MOTTO

فَإِنْ تَوَلَّوْا فَقَدْ حَسِبِيَ اللَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَهُوَ رَبُّ الْعَرْشِ الْعَظِيمِ

*“Jika mereka berpaling (dari keimanan), maka katakanlah: Cukuplah Allah bagiku; tidak ada Tuhan selain Dia. Hanya kepada-Nya aku bertawakkal dan Dia adalah Tuhan yang memiliki `Arsy yang agung “.*  
(At-Taubah 09: 129)

## PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya kecil ini  
untuk yang tersayang... Ayah dan Bunda,  
serta saudaraku tercinta... Fara dan Hilman,  
yang telah mengantarkanku hingga sampai pada  
pencapaian ini dengan segenap doa, motivasi serta  
dukungan baik finansial maupun non-finansial

PUSAT PERPUSTAKAAN

## KATA PENGANTAR



*Alhamdulillah* rabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Stater *Acetobacter xylinum* Terhadap Kualitas Fisik dan Kimiawi *Nata de Leri*”** dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S. Si). Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan keharibaan baginda Muhammad SAW yang telah mengantarkan manusia ke jalan kebenaran.

Penyusunan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, iringan doa dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ir. Liliek Harianie AR, M.P selaku dosen pembimbing yang penuh keikhlasan dan kesabaran serta motivasi tiada henti telah membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.

5. M. Mukhis Fahrudin, M. S. I selaku dosen pembimbing agama yang telah membimbing penulis dalam menelaah penelitian dalam sudut pandang Islam untuk menunjang kesempurnaan penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan laboran jurusan Biologi yang telah memberi banyak ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam penyempurnaan penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan Biologi Angkatan 2011 yang selalu kompak dan semangat hingga akhir bangku perkuliahan.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat penuh berkah untuk menambah khazanah ilmu pengetahuan Biologi khususnya dibidang pengembangan ilmu Mikrobiologi Pangan.

Malang, 7 Januari 2016

Karina Dusthuri Alviani

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
مستخلص البحث .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Potensi Air Cucian Beras ( <i>Leri</i> ) .....	8
2.2 Gula Kelapa .....	11
2.3 Pengertian Nata .....	17
2.4 Bahan-Bahan Pembuat Nata .....	19
2.5 <i>Acetobacter xylinum</i> .....	23
2.5.1 Karakteristik <i>Acetobacter xylinum</i> .....	23
2.5.2 Kondisi Kultivasi Produksi Selulosa .....	25
2.6 Biosintesis Selulosa Bakteri .....	27
2.7 Manfaat Produk Nata .....	31
2.8 Fatwa Produk Mikrobial (MUI) .....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Rancangan Penelitian .....	37
3.2 Waktu dan Tempat .....	38
3.3 Variabel Penelitian .....	38
3.3.1 Variabel Bebas .....	38
3.3.1 Variabel Terikat .....	38

3.4	Alat dan Bahan.....	38
3.4.1	Alat-Alat .....	38
3.4.2	Bahan-Bahan.....	39
3.5	Prosedur Penelitian .....	39
3.5.1	Preparasi Sampel dan Alat.....	39
3.5.2	Pembuatan Nata .....	39
3.5.3	Pemanenan Nata.....	40
3.5.4	Analisa Ketebalan .....	40
3.5.5	Analisa Kadar Air/ Oven .....	40
3.5.6	Analisa Gula Total/ Fenol.....	41
3.5.6.1	Pembuatan Kurva Standar .....	41
3.5.6.2	Penentuan Kadar Gula Total Sampel .....	41
3.5.7	Analisa Kadar Serat Kasar .....	42
3.5.8	Analisis Data.....	43
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan stater <i>Acetobacter xylinum</i> Terhadap Ketebalan <i>Nata de Leri</i> .....	44
4.2	Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan stater <i>Acetobacter xylinum</i> Terhadap Kadar Air <i>Nata de Leri</i> .....	49
4.3	Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan stater <i>Acetobacter xylinum</i> Terhadap Total Gula <i>Nata de Leri</i> .....	53
4.4	Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan stater <i>Acetobacter xylinum</i> Terhadap Kadar Serat Kasar <i>Nata de Leri</i> .....	56
4.5	Produk Fermentasi <i>Nata de Leri</i> dalam Perspektif Hukum Islam .....	61
 <b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	66
5.2	Saran .....	66
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>67</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>74</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan Beberapa Unsur Kimia Air Cucian Beras .....	11
Tabel 2.2	Komposisi Kimia Gula Kelapa .....	13
Tabel 2.3	Perbandingan Mineral Makro dan Mikro pada Gula Kelapa dan Gula Pasir .....	16
Tabel 2.4	Syarat Mutu Nata Berdasarkan SNI .....	19
Tabel 2.5	Kondisi Optimum untuk Memproduksi Nata .....	27



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Air Cucian Beras .....	8
Gambar 2.2	Gula Merah Kelapa .....	14
Gambar 2.3	Kenampakan Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> .....	25
Gambar 2.4	Proses Biokimia Sintesis Selulosa .....	30
Gambar 4.1	Grafik Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter <i>Acetobacter xylinum</i> Terhadap Ketebalan <i>Nata de Leri</i> .....	45
Gambar 4.2	Grafik Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter <i>Acetobacter xylinum</i> Terhadap Kadar Air <i>Nata de Leri</i> .....	50
Gambar 4.3	Struktur Kimia Selulosa .....	51
Gambar 4.4	Grafik Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter <i>Acetobacter xylinum</i> Terhadap Total Gula <i>Nata de Leri</i> .....	54
Gambar 4.5	Grafik Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter <i>Acetobacter xylinum</i> Terhadap Kadar Serat Kasar <i>Nata de Leri</i> .....	57
Gambar 4.6	Reaksi Hidrolisis Sukrosa .....	59
Gambar 4.7	Reaksi Perubahan $\alpha$ -D-glukosa menjadi $\beta$ -D-glukosa .....	59
Gambar 4.8	Reaksi Pembentukan ikatan 1,4 $\beta$ -glikosida .....	60
Gambar 4.9	Reaksi Pembentukan Selulosa Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> .....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Ayat-Ayat Al-Qur'an yang Berkaitan dengan Penelitian .....	74
Lampiran 2	Diagram Alir Penelitian .....	77
Lampiran 3	Data Hasil Analisa Kualitas Fisik dan Kimiawi <i>Nata de Leri</i> .....	78
Lampiran 4	Contoh Perhitungan .....	80
Lampiran 5	Analisa Statistik Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter <i>Acetobacter xylinum</i> Terhadap Kualitas Fisik dan Kimiawi <i>Nata de Leri</i> .....	83
Lampiran 6	Foto Kegiatan Penelitian .....	89

## ABSTRAK

**Alviani, Karina D. 2016. Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Kualitas Fisik dan Kimiawi *Nata de Leri*. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (1) Ir. Liliek Harianie AR, M.P (2) M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I**

---

**Kata Kunci:** Air Cucian Beras, Gula Kelapa, *Nata de Leri*

Air cucian beras (leri) merupakan salah satu limbah rumah tangga yang kehadirannya sangat melimpah dan cukup potensial dimanfaatkan karena mengandung nutrisi dan vitamin yang tinggi seperti karbohidrat dan vitamin B<sub>1</sub> yang terkikis selama proses pencucian beras. Besarnya kandungan nutrisi tersebut menjadikan air cucian beras berpotensi sebagai media pertumbuhan bakteri dan diolah menjadi nata. Nata adalah produk pangan yang menyehatkan dan kaya akan serat sehingga baik bagi pencernaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh konsentrasi gula kelapa dan starter *Acetobacter xylinum* terhadap kualitas fisik dan kimiawi produk *nata de leri* yang terbentuk.

Penelitian ini bersifat eksperimental menggunakan RAK dengan 2 faktor yaitu variasi konsentrasi gula kelapa (10, 15, dan 20%) dan variasi konsentrasi starter *Acetobacter xylinum* (5, 10, dan 15%) dengan 9 kombinasi perlakuan dan 3 kali ulangan. Analisis data menggunakan ANOVA, apabila terdapat perbedaan yang nyata ( $F_{hitung} > F_{tabel}$ ) maka dilanjutkan dengan Uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf signifikansi 1%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi gula kelapa dan starter *Acetobacter xylinum* tidak berbeda nyata dalam mempengaruhi kualitas fisik dan kimiawi *nata de leri*. Ketebalan tertinggi sebesar 10.66 mm; kadar air terendah sebesar 74.59%; kadar sisa gula total terendah sebesar 6.46%; dan kadar serat kasar tertinggi sebesar 2.99%. Kombinasi perlakuan terbaik pembuatan *nata de leri* adalah penambahan gula kelapa sebesar 15-20% dan volume starter sebesar 10-15%.

## ABSTRACT

**Alviani, Karina D. 2016. The Influence of Coconut Sugar Concentration and *Acetobacter xylinum* Starter on the Physical and Chemical Quality of *Nata de Leri*. Thesis. Biology Department, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisors: (1) Ir. Liliek Harianie AR, M.P (2) M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I**

---

**Keywords:** *Leri*, Coconut Sugar, *Nata de Leri*

The water used for washing rice (*leri*) is an abundant household waste. It can be potentially used due to its high nutrition and vitamins such as carbohydrate and B1 vitamin. However, the washing process of the rice causes the loss of the vitamin. Due to its high nutrition, *leri* has a big potency to become bacterial growth media and *nata*. *Nata* is a healthy and fiber-rich food product. Therefore, it is good for the digestion. The study aims to find out the influence of coconut sugar concentration and the starter *Acetobacter xylinum* on the physical and chemical quality of *nata de leri* product.

The research employs an experimental study using two factorial RAK, namely coconut sugar concentration variation (10, 15, and 20%) and the concentration variation of the starter *Acetobacter xylinum* (5, 10, and 15%). It uses 9 treatment combination and 3 repetition. The data analysis uses ANOVA. If it has a significant difference ( $F_{\text{count}} > F_{\text{table}}$ ), the process will be followed by DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) with the significant level of 1%.

The result of study shows that the concentration variation of coconut sugar and the starter *Acetobacter xylinum* have no significant difference in influencing the physical and chemical quality of *nata de leri*. The maximum thickness is 10.66 mm; and the lowest water content is 74.59%; The lowest sugar content is 6.46%; and the highest fiber content is 2.99%. The best treatment combination in making *nata de leri* is by adding 15-20% of coconut sugar and the starter volume is 10-15%.

## مستخلص البحث

كارينا د. ألفياني. م ٢٠١٦. أثر كثافة سكر النخيل و جراثيم *Acetobacter xylinum* على جودة ناتا دي ليري (*Nata de Leri*) شكليا وكيميائيا، البحث. قسم بيولوجي، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانق. المشرف الأول : ليلى هارياني الماجستير. المشرف الثاني : محمد مخلص فخر الدين الماجستير.

الكلمات المفتاحية : ماء الرز، سكر النخيل، ناتا دي ليري.

ماء الرز (*Leri*) هو إحدى النفايات المنزلية التي تتوفر كثيرا عندنا ويمكن الاستفادة منها بشكل كبير، لأنه يحتوي على العناصر الغذائية والفيتامينات بالنسبة العالية، مثل كربوهيدرات، فيتامين ب١ التي تأكلت عند عملية غسل الرز. تجعل كمية المحتوى الغذائي الكبيرة فيه ماء الرز وسيلة لنمو الجراثيم، ثم تجهزها حتى تكون ناتا (*Nata*). ناتا (*Nata*) هي المنتجات الغذائية الصحية والغنية بالألياف الغذائية التي تكون جيدة لعملية الهضم في الجسم. يهدف هذا البحث إلى معرفة أثر كثافة سكر النخيل و جراثيم *Acetobacter xylinum* على جودة ناتا دي ليري (*Nata de Leri*) شكليا وكيميائيا.

هذا البحث بحث تجريبي مختبري، ويستخدم العاملين في إختابرها، وهما العامل الأول : تنوع كثافة سكر النخيل (١٠، ١٥، ٢٠%) و العامل الثاني تنوع كثافة جراثيم *Acetobacter xylinum* (٥، ١٠، ١٥%) بتسعة المزيجات وثلاث الإعادات. ويستخدم الباحث (*ANOVA*) في تحليل البيانات. وإذا وجد الفرق الكبير في ( $F_{hitung} > F_{tabel}$ ) فيستخدم إختبار (*Duncan Multiple Range Test*) DMRT بالمستوى الدلالي ١%.

تدل نتائج البحث إلى عدم فرق كبير بين تنوع كثافة سكر النخيل وجراثيم *Acetobacter xylinum* في تأثيرهما على جودة ناتا دي ليري (*Nata de Leri*) شكليا وكيميائيا. أعلى السميكة ١٠،٦٦ ميلي مترا؛ أقصى محتوى الماء ٧٤،٥٩%؛ أقصى بقايا السكر الإجمالية ٦،٤٦%؛ أعلى الألياف ٢،٩٩%. أفضل المزيج في صناعة ناتا دي ليري (*Nata de Leri*) هو زيادة سكر النخيل ١٥% إلى ٢٠% وحجم الجراثيم ١٠% إلى ١٥%.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Konsumsi pangan dikalangan masyarakat saat ini telah berubah secara nyata dari penekanan pada pemenuhan rasa lapar dan pencegahan pengaruh yang merugikan bagi tubuh menjadi konsep tentang bagaimana hidup sehat dan mencegah penyakit. Dewasa ini, terdapat kecenderungan masyarakat dalam mengonsumsi pangan, tidak hanya menilai dari segi kelezatan dan nilai gizi suatu produk, tetapi juga mempertimbangkan aspek pengaruh pangan tersebut terhadap kesehatan tubuhnya (Syukroni, 2013).

Fungsi fisiologis yang dapat diperoleh pada bahan pangan sering dikenal dengan sebutan pangan fungsional. Pangan fungsional merupakan bahan pangan yang dapat memberikan manfaat bagi kesehatan, selain manfaat yang diperoleh dari zat-zat gizi yang terkandung di dalam pangan tersebut. Meskipun pangan fungsional mengandung senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan, pangan fungsional harus dibedakan dari suplemen makanan atau obat. Komponen aktif yang terdapat pada pangan fungsional dapat diperoleh secara alami, penambahan dari luar atau karena proses pengolahan. Salah satu komponen aktif yang terdapat secara alami dalam bahan pangan diantaranya adalah komponen serat pangan (*dietary fiber*) (Suhendra, 2007).

Salah satu produk pangan yang mempunyai fungsi fungsionalis adalah nata. Nata adalah kumpulan selulosa yang mempunyai tekstur kenyal, putih, menghasilkan lembaran gel dan terapung pada bagian permukaan cairan

(Arviyanti, 2009). Bahan yang dapat digunakan sebagai media untuk pembuatan nata adalah air kelapa sehingga produknya dikenal dengan *nata de coco*. Selain itu bahan lainnya adalah sari nanas (*nata de pina*), kedelai (*nata de soya*) atau buah lain yang mengandung glukosa. Mikroba yang aktif dalam pembuatan nata adalah bakteri pembentuk selulosa yaitu *Acetobacter xylinum* (Nur, 2009).

Pangan olahan yang berkualitas terus diupayakan guna mengembangkan perbaikan gizi di Indonesia. Salah satu sumber daya yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan adalah air cucian beras (*leri*). Air cucian beras termasuk salah satu limbah organik yang keberadaannya sangat melimpah dan mudah didapat. Menurut Rachmat (2007), air cucian beras memiliki kandungan karbohidrat, protein, serta vitamin B<sub>1</sub> yang banyak terdapat pada pericarpus dan aleuron yang ikut terkikis. Dalam pemanfaatannya, air cucian beras telah digunakan sebagai pupuk organik bagi tanaman dan media pertumbuhan bakteri mengingat kandungan karbohidrat dan vitaminnya yang dapat berperan dalam metabolisme dan dapat dikonversikan menjadi energi untuk aktivitasnya.

Selama ini pembuatan nata menggunakan bahan baku air kelapa. Air kelapa berfungsi sebagai media pertumbuhan bakteri pembentuk nata karena nutrisinya baik, relatif lengkap dan sesuai dengan pertumbuhan bakteri. Air cucian beras juga memiliki kesamaan dengan air kelapa mengingat kandungan karbohidratnya yang berperan sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*. Penelitian yang dilakukan oleh Fitriah (2007) membuktikan bahwa besarnya kandungan karbohidrat dan zat-zat lain di dalam air cucian beras membuatnya berpotensi sebagai substrat untuk pembentukan selulosa (nata).

Berdasarkan penelitian Rachmat (2007) juga menjelaskan bahwa air cucian beras dapat dijadikan bahan tambahan (fortifikator) dalam fermentasi *nata de coco*. Hasil penelitian menghasilkan *nata de coco* yang lebih tebal dibandingkan yang terbuat dari air kelapa saja. Hal ini disebabkan air cucian beras mengandung vitamin dan gizi yang diperlukan dalam metabolisme sel mikroba. Thiamin yang dikandung air cucian beras membantu mikrobia dalam pelepasan energi, asam aminonya membantu regulasi metabolit, sedangkan lisin berperan dalam  $\beta$  oksidasi asam lemak.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan manfaat dan fungsi air cucian beras yang semula hanya dibuang sia-sia karena dianggap tidak memiliki nilai manfaat. Sebagaimana Allah SWT telah berfirman dalam surat Al-Imran ayat 191 yang berbunyi:

... رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا

Artinya: "...Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia..." (Qs. Al-Imran: 03/191).

Potongan ayat tersebut telah menjelaskan bahwa semua ciptaan Allah SWT memiliki manfaat. Maka, sebagai seorang mukmin yang telah dibekali akal pikiran dan meyakini kalam-Nya, hendaknya memikirkan segala sesuatu yang telah ada, terlebih yang sering dianggap tidak bermanfaat, misalnya limbah air cucian beras.

Sukrosa merupakan faktor penting dalam pembuatan nata. Sukrosa merupakan senyawa karbohidrat sederhana yang digunakan sebagai suplemen pembuatan nata. Selain sukrosa senyawa-senyawa karbohidrat seperti maltosa,

laktosa, glukosa, fruktosa dan manosa juga dapat digunakan sebagai bahan tambahan pembuatan nata. Dari beberapa senyawa karbohidrat sederhana itu, sukrosa merupakan senyawa paling ekonomis digunakan dan paling baik bagi pertumbuhan dan perkembangan bibit nata (Pambayun, 2006).

Salah satu jenis sukrosa yang dapat digunakan dalam pembuatan nata adalah gula kelapa. Gula kelapa merupakan gula hasil pengolahan sadapan nira kelapa yang kehadirannya belum dapat digantikan oleh jenis gula lain, karena jenis gula ini memiliki warna, *flavor*, dan rasa yang khas yang dibutuhkan untuk membentuk karakter mutu produk tertentu (Suwardjono, 2001). Gula kelapa mengandung sukrosa sekitar 77%, gula reduksi 10% dan kadar air sekitar 10% (Pontoh, 2013). Selain itu, gula kelapa juga kaya akan vitamin dan mineral baik makro maupun mikro dibandingkan dengan gula pasir dan gula lainnya (Philippine Coconut Authority, 2000).

Penelitian yang dilakukan oleh Effendi (2006) tentang perbedaan bahan dasar dan jenis gula terhadap ketebalan nata menunjukkan bahwa ketebalan tertinggi yang dihasilkan adalah *nata de coco* dengan pemberian gula kelapa. Penelitian lain yang dilakukan oleh Setyawati (2009) menjelaskan bahwa penambahan gula merah sebesar 15% menunjukkan pengaruh terhadap kadar karbohidrat, warna, aroma, dan sifat organoleptik nata dari sari buah pisang raja uli.

Mikroorganisme yang berperan penting dalam proses pembuatan nata adalah bakteri *Acetobacter xylinum*. Menurut Purwoko (2009) menyatakan jumlah inokulum yang ditanamkan pada media fermentasi berpengaruh besar terhadap

ketebalan nata yang dihasilkan. Volume starter yang semakin tinggi dalam cairan fermentasi nata menyebabkan meningkatnya kerapatan sel bakteri sehingga ketersediaan oksigen dalam cairan fermentasi menjadi rendah. Hal ini juga dapat menyebabkan berat basah dan ketebalan nata. Faktor lain yang mempengaruhi terbentuknya nata adalah waktu inkubasi, suhu, sumber nitrogen, keasaman media, dan umur kultur.

Kondisi yang biasa digunakan sebagai acuan dalam mengoptimalkan media nata adalah penggunaan starter *Acetobacter xylinum* antara 10-20%, dan sumber karbon 5-10% (Isti, 2005). Berdasarkan penelitian Hidayatullah (2012) menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan terbaik produk nata dengan kriteria ketebalan yang sesuai beredar di pasaran, kadar gula total, dan kadar serat yang memenuhi adalah kombinasi kadar gula pasir 10% dan 15% serta volume starter adalah 15%.

Mutu nata yang dihasilkan ditentukan oleh ketebalan, kadar air, kadar gula total, kadar serat tidak larut, dan uji sensoris. Mengingat potensi dan keberadaan air cucian beras yang melimpah dan pentingnya kualitas produk nata yang dihasilkan sebagai sumber serat, maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut pada air cucian beras sebagai media pembuatan nata dengan variasi penambahan sukrosa gula kelapa dan variasi konsentrasi starter *Acetobacter xylinum*.

## 1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh kombinasi penambahan gula kelapa dan starter yang berbeda terhadap kualitas fisik dan kimiawi *nata de leri* ?
2. Berapakah kombinasi terbaik penambahan gula kelapa dan starter dalam produksi *nata de leri* ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh kombinasi penambahan gula kelapa dan starter yang berbeda terhadap kualitas fisik dan kimiawi *nata de leri*.
2. Untuk mengetahui kombinasi terbaik penambahan gula kelapa dan starter dalam produksi *nata de leri*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan tentang potensi limbah air cucian beras menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomis.
2. Memberikan alternatif pengolahan nata dengan jenis gula selain gula tebu (gula pasir).
3. Memanfaatkan limbah air cucian beras untuk diversikan pangan.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Gula kelapa yang digunakan merupakan gula hasil olahan nira kelapa.
2. Air cucian beras yang digunakan adalah air cucian beras pertama dan kedua.
3. Data diambil berdasarkan parameter yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi: ketebalan, kadar air, kadar gula total, dan kadar serat kasar produk *nata de leri*.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Potensi Air Cucian Beras (*Leri*)

Air cucian beras atau lebih sering disebut *leri* merupakan salah satu limbah rumah tangga yang adanya berlimpah. Sebelum dimasak, beras terlebih dahulu dicuci beberapa kali hingga bersih dan air cuciannya dibuang begitu saja. Air cucian beras ini ternyata memiliki kandungan karbohidrat dan vitamin yang masih bisa dimanfaatkan. Menurut Nurhasanah (2010) menyatakan bahwa limbah air cucian beras yang banyak terdapat di hampir seluruh rumah penduduk Indonesia memiliki kandungan nutrisi yang berlimpah, diantaranya karbohidrat berupa pati dengan persentase 85-90%, protein glutein, selulosa, hemiselulosa, gula, dan vitamin yang tinggi.



Gambar 2.1 Air Cucian Beras  
(Dokumen pribadi, 2015)

Air cucian beras atau *leri* ini merupakan limbah rumah tangga yang belum dimanfaatkan, padahal kandungan organik di dalamnya cukup banyak. Selain sebagai sumber energi dan protein, beras juga mengandung berbagai unsur mineral dan vitamin. Pencucian beras biasanya menghasilkan air cucian beras

berwarna putih susu, yang mengandung karbohidrat serta protein dan vitamin B yang banyak terdapat pada pericarpus dan aleuron yang ikut terkikis (Rachmat, 2007). Air cucian beras merupakan salah satu sumber energi karbohidrat berupa pati yang kadarnya bisa mencapai 85-90%. Selain itu, air cucian beras juga mengandung unsur N,P,K,C, dan unsur lainnya (Nursandi, 2008).

Maha benar Allah SWT yang menjelaskan dan memerintahkan kepada umat manusia untuk merenungi bahwa segala ciptaan-Nya itu tidak ada yang sia-sia. Dengan begitu, manusia dapat selalu bersyukur kepada-Nya atas apa yang telah diberikan.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَبْصَارِ ﴿١٩٠﴾  
 الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ  
 رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

*Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia. Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka" (QS. Ali-Imran: 3/ 190-191).*

Syaikh Abdurrahman bin Nashir As-Sa'di menafsirkan surat Al-Imran ayat 190 dalam Tafsir As-Sa'di (2007: 492) adalah anjuran Allah SWT kepada manusia untuk memikirkan, memperhatikan dan merenungkan segala proses ciptaan-Nya baik yang ada di langit maupun di bumi. Semua ciptaan Allah SWT

tersebut menunjukkan kebijaksanaan dan keluasan Allah SWT, dan apapun yang dikandungnya adalah bermanfaat bagi makhluk-Nya. Pada surat Al-Imran ayat 191 Allah SWT menjelaskan kata *Ulul Albab*, yaitu orang-orang yang selalu bertafakkur tentang ciptaan Allah SWT dalam berbagai keadaan. Ini menunjukkan bahwa berfikir dan bertafakkur merupakan ibadah, dan agar manusia menjadikannya sebagai dalil terhadap apa yang dimaksudkan darinya. Dengan memikirkannya, niscaya manusia akan mengetahui bahwasanya tidaklah Allah SWT menciptakan mereka dengan sia-sia. Maha suci Allah dari segala hal yang tidak patut bagi Keagungan-Nya dengan kebenaran dan karena kebenaran.

Menurut tafsir Jalalain (2010: 606) dalam menafsirkan surat Al-Imran ayat 191 sebagai berikut:

*“Wahai Tuhan kami! Tiadalah Engkau ciptakan ini dengan sia-sia”. maksudnya makhluk yang kami saksikan ini (dengan sia-sia) menjadi hal sebaliknya semua ini menjadi bukti atas kesempurnaan kekuasaan-Mu “Maha Suci Engkau” artinya tidak mungkin Engkau akan berbuat sia-sia “maka lindungilah kami dari siksa neraka”.*

Berdasarkan kedua penafsiran tersebut dapat diambil pelajaran bahwa Ulul Albab diartikan sebagai orang-orang yang mengupayakan dan menggunakan segenap akal pikirannya untuk senantiasa bertafakkur segala ciptaan Allah SWT dan mengintegrasikannya dengan ilmu pengetahuan. Semua hal yang diciptakan oleh Allah, baik yang hidup maupun yang mati (benda mati) tidaklah ada yang sia-sia, seperti halnya air cucian beras dan makhluk terkecil seperti mikroorganisme. Mereka memiliki manfaat masing-masing yang dapat berguna bagi makhluk lainnya. Oleh karena itu, sebagai manusia yang telah

dianugerahkan akal seharusnya dapat memanfaatkan segala sesuatu yang telah Allah SWT ciptakan semaksimal mungkin sehingga tidak terbuang sia-sia.

Limbah yang semula dianggap sesuatu yang tidak berguna ternyata masih memiliki manfaat setelah dipelajari dengan baik. Hal ini menjadi salah satu bukti keagungan Allah SWT, serta masih banyak lagi bukti-bukti yang lainnya sehingga tidak ada alasan lagi bagi manusia untuk mengukurkan nikmat Tuhan-nya. Melalui bukti-bukti itu, seseorang yang mau berfikir akan bertambah keimanan dan ketaqwaannya, serta Allah SWT akan memeliharanya dari siksa neraka.

Air cucian beras mengandung beberapa unsur kimia seperti vitamin B1, nitrogen, fosfor, dan unsur hara lainnya (Triwododo, 2008). Kandungan beberapa unsur kimia air limbah cucian beras secara umum yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Kandungan Beberapa Unsur Kimia Air Cucian Beras

<b>Kandungan</b>	<b>Jumlah (%)</b>
Nitrogen	0,015
Fosfor	16,306
Kalium	0,02
Magnesium	14,525
Sulfur	0,027
Besi	0,04
Kalsium	2,94
Vitamin B <sub>1</sub>	0,043

Sumber: Wulandari (2008)

## 2.2 Gula Kelapa

Gula merah merupakan gula yang dihasilkan dari penguapan nira, bentuknya padat, berwarna coklat kemerahan sampai dengan coklat tua. Nira yang biasa digunakan untuk membuat gula merah adalah nira palma yaitu aren,

siwalan, tebu, kelapa, dan jenis palma lainnya. Gula merah yang dibuat dari nira kelapa disebut gula kelapa. Gula kelapa mempunyai struktur dan tekstur yang kompak, tidak terlalu keras sehingga mudah dipatahkan dan memberikan kesan empuk. Rasa manis pada gula kelapa disebabkan oleh kandungan beberapa jenis gula seperti fruktosa, sukrosa, glukosa, dan maltosa didalamnya (Santoso, 1993).

Allah SWT berfirman dalam surat Asy-Syu'araa ayat 7-8 sebagai berikut:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ  
أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

*Artinya: "Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah. Dan kebanyakan mereka tidak beriman" (Qs. Asy-Syu'araa: 26/7-8).*

Menurut tafsir Al-Maraghi (1989: 89) menfasirkan surat Asy-Syu'araa ayat 7-8 sebagai berikut:

“Mengapa mereka berani menentang rasul dan mendustakan kitab-Nya, sedang Tuhannya-lah yang tela menciptakan bumi dan menumbuhkan didalamnya tamanan dan buah-buahan dengan berbagai macam dan bentuknya yang membelalakkan mata orang-orang yang memandangnya dan menggugah pandangan orang-orang yang lengah?. Sesungguhnya pada penumbuhan dengan cara yang indah ini benar-benar terdapat bukti bagi orang-orang yang berakal atas kekuasaan penciptnya, untuk membangkitkan dan mengumpulkan makhluk pada hari akhir. Sebab, Tuhan Yang Mah Kuasa menumbuhkan tanah yang mati dan menumbuhkan padanya kebun-kebun yang rindang dan pepohonan yang semerbak tidak lemah untuk membangkitkan makhluk dari kuburnya dan mengembalikan mereka kepada kedaannya semula. Akan tetapi, kebanyakan manusia lengah terhadap hal ini, sehingga mereka mengingkarinya, mendustakan Allah, para rasul dan kitab-kitan-Nya, mengingkari segala perintah-Nya dan berani mendurhakai-Nya”.

Sedangkan menurut tafsir Ibnu Katsir (1994: 40) menafsirkannya sebagai berikut:

“Tidaklah mereka memperhatikan betapa besar kekuasaan Allah dan betapa luasnya karunia dan nikmat-Nya kepada hamba-hamba-Nya dengan apa yang ditumbuhkan di bumi itu berupa pelbagai tumbuh-tumbuhan yang baik. Tidaklah didalam penciptaan Allah itu mereka tanda wujud-Nya dan keagungan Dzat-Nya, namun kebanyakan mereka itu bukanlah orang-orang mukmin”.

Berdasarkan kedua tafsir di atas, terkandung makna yang sama bahwasanya sebagai manusia hendaknya dapat mengambil pelajaran sesungguhnya Maha Kuasa Allah SWT yang menciptakan bumi dengan segala isinya seperti halnya menciptakan tumbuh-tumbuhan yang beraneka ragam. Tumbuh-tumbuhan tersebut memiliki khasiat dan manfaat yang berbeda-beda, salah satunya adalah pohon kelapa yang menghasilkan nira. Dalam pemanfaatannya, nira kelapa digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula kelapa yang rasanya manis dan memiliki *flavor* serta aroma yang khas.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Gula Kelapa

<b>Komposisi</b>	<b>Kandungan (/100gr)</b>
Energi	1557 kj ; 377 kkal
Lemak	0 g
Protein	0 g
Karbohidrat	97,33 g
Serat	0 g
Sodium	39 mg
Kalium	346 mg

Sumber: Kristianingrum (2009)

Proses pembuatan gula kelapa masih dilakukan secara tradisional dan menggunakan alat-alat yang sederhana dibandingkan dengan pembuatan gula

pasir. Pembuatan gula kelapa pertama-tama adalah penyaringan nira kelapa, selanjutnya dipanaskan untuk menghilangkan kandungan air didalamnya. Selama proses penguapan terjadi proses non-enzimatis yang akan membentuk warna dan citarasa gula kelapa. Proses penguapan dilakukan hingga nira menjadi kental dan masak, kemudian dicetak dan didinginkan hingga gula kelapa menjadi keras. Untuk mengetahui nira yang sudah masak caranya adalah nira diambil dengan pengaduk, lalu diteteskan ke air. Jika terdapat benang-benang dan jika dipegang mudah putus berarti nira sudah masak (Supriyo, 2009).

Gula kelapa yang baik berwarna kuning kecoklatan, kering keras, dan padat. Karakter tersebut akan didapat bila pH nira sebelum dipanaskan berkisar antara 5,5-6,5. Warna coklat pada gula didapat dari reaksi pencoklatan non-enzimatis yaitu karamelisasi dan *maillard* selama proses pemasakan. Selain menghasilkan pigmen warna coklat pada gula, reaksi karamelisasi juga berperan penting dalam menghasilkan *flavor* yang khas pada gula kelapa (Balai Besar Industri Hasil Pertanian, 2001).



Gambar 2.2 Gula Merah Kelapa  
(Dokumen pribadi, 2015)

Reaksi pencoklatan non-enzimatis diperlukan untuk membentuk bahan warna, *flavor*, dan aroma. Namun, dapat mengakibatkan perubahan komponen proteinnya. Ada tiga macam reaksi pencoklatan non-enzimatis yang sudah dikenal, yaitu reaksi *maillard*, karamelisasi, dan oksidasi asam askorbat. Penggolongan jenis reaksi tersebut didasarkan pada jenis reaktan yang terlibat dalam proses reaksi tersebut. Pada reaksi *maillard* yang berperan sebagai reaktan adalah protein atau asam amino dan gula pereduksi, pada reaksi karamelisasi yang menjadi reaktan adalah gula pereduksi, dan yang menjadi pereaktan pada oksidasi asam askorbat adalah asam askorbat (Eskin, 1990).

Gula kelapa mengandung asam-asam organik yang menyebabkan rasa asam serta memiliki aroma yang khas. Rasa karamel yang timbul pada gula kelapa diduga disebabkan adanya reaksi karamelisasi akibat panas selama pemasakan sehingga timbul warna coklat pada gula kelapa. Kandungan asam dan gula pereduksi yang tinggi pada gula kelapa dapat mempercepat karamelisasi selama pemanasan dan juga gula merah menjadi lebih higroskopis sehingga cepat lembek selama penyimpanan. Kandungan protein dalam gula kelapa walaupun sedikit turut berperan dalam pembentukan warna coklat terutama karena adanya gula pereduksi yang cukup tinggi. Molekul-molekul protein yang tidak larut dalam air, didalam gula akan tersebar di antara kristal-kristal gula yang terbentuk sehingga kekerasan gula kelapa akan berkurang (Santoso, 1993).

Berbeda dengan gula kelapa, pembuatan gula pasir melalui proses yang panjang di antaranya adalah proses pemurnian nira dengan menambahkan susu kapur dan gas CO<sub>2</sub> sehingga kotoran-kotoran yang terdapat dalam nira akan

diikat. Hasil pemurnian ini menghasilkan residu yang disebut molase. Proses selanjutnya adalah penguapan nira, nira yang telah mengalami proses pemurnian masih mengandung air sehingga harus dipisahkan dengan alat penguap. Akibat dari penguapan ini nira akan menjadi kental. Setelah penguapan, proses selanjutnya adalah pengkristalan. Dalam tahap ini, bila kepekatan naik, maka molekul-molekul dalam larutan akan dapat saling bergabung dan membentuk rantai molekul sakarosa atau pola kristal sakarosa (Santoso, 2004). Perbedaan proses pembuatan antara gula kelapa dan gula pasir ini diduga mempengaruhi kandungan gula, mineral, dan nutrisi lain yang dikandung keduanya.

Tabel 2.3 Perbandingan mineral makro dan mikro pada gula kelapa dan gula pasir

<b>Kandungan mineral</b>	<b>Coconut Palm Sugar</b>	<b>Refined (White) Sugar</b>
<b>Mineral mikro mg/L (ppm) dalam bahan kering</b>		
Mangan (Mn)	1.3	0
Boron (B)	0.30	0
Seng (Zn)	21.20	1.20
Besi (Fe)	21.90	1.20
Tembaga (Cu)	2.3	0.60
<b>Mineral makro mg/L (ppm) dalam bahan kering</b>		
Nitrogen (N)	2,020	0
Fosfor (P)	790	0.70
Kalium (K)	10,300	25
Kalsium (Ca)	60	60
Magnesium (Mg)	290	10
Natrium (Na)	450	10
Klorin (Cl)	4,700	100
Belerang (S)	260	20

Sumber: Philippine Coconut Authority (2000)

### 2.3 Pengertian Nata

Kata *nata* diduga berasal dari bahasa Spanyol yaitu *nadar* yang berarti berenang. Nata diterjemahkan ke dalam bahasa latin sebagai *natare* yang berarti terapung. Starter yang digunakan adalah bakteri *Acetobacter xylinum*. Jika ditumbuhkan di media cair yang mengandung gula, bakteri ini akan menghasilkan asam asetat dan lapisan putih yang terapung-apung di permukaan media cair tersebut, lapisan putih itulah yang dikenal sebagai nata (Sumiyati, 2009).

Nata yang dibuat dari air kelapa dinamakan *nata de coco*, nata yang dibuat dari air sisa pembuatan tahu disebut *nata de soya*. Sedangkan *nata de pina* merupakan medium yang digunakan untuk membuat kultur murni bakteri *Axetobacter xylinum*. Makanan rendah serat nata digunakan sebagai makanan penyegar atau pencuci mulut (*food dessert*). Di Indonesia sendiri nata mulai populer sejak tahun 1981. Nata dapat dipakai sebagai bahan pengisi es krim, pencampur *fruit coctail*, yoghurt dan sebagainya. Disamping itu, *nata de coco* maupun *nata de soya* bisa digolongkan pada *dietry fiber* yang memberikan andil cukup berarti untuk kelangsungan proses fisiologi secara normal (Ebook pangan, 2006).

Nata adalah selulosa hasil sintesis gula oleh bakteri *Acetobacter xylinum* berbentuk agar, berwarna putih dan mengandung air sekitar 98%. Nata tergolong makanan berkalori rendah karena mengandung serat yang sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk proses pencernaan makanan yang terjadi dalam usus dan penyerapan air dalam usus besar (Suryani, 2010).

Nata adalah biomassa yang sebagian besar terdiri dari selulosa, berbentuk seperti agar dengan lapisan berwarna putih. Lapisan ini adalah massa mikroba berkapsul selulosa. Lapisan nata mengandung sisa media yang sangat asam. Rasa dan bau yang masam tersebut dapat dihilangkan dengan perendaman dan perebusan dengan air. Nata adalah produk fermentasi oleh *Acetobacter xylinum* pada substrat yang mengandung gula. Bakteri tersebut membutuhkan nitrogen untuk aktivitasnya *Acetobacter xylinum* yang ditumbuhkan pada media dengan kadar gula tinggi akan menggunakan sebagian glukosa untuk aktivitas metabolisme, dan sebagian lagi diuraikan menjadi suatu polisakarida yang dikenal dengan *extracellular cellulose* berbentuk gel. Polisakarida itulah yang disebut nata. Makanan ini juga membantu penderita diabetes sebagai makanan berkalori rendah, selain merupakan komoditi ekspor yang mahal di negara-negara Eropa (Teknologi dan Industri Sumatera Barat, 2002).

Berdasarkan Badan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-4317-1996 tentang kriteria yang harus dipenuhi dalam produk nata dalam kemasan dapat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Syarat Mutu Nata Berdasarkan SNI

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
1.3	Warna	-	Normal
1.4	Tekstur	-	Normal
2	Bahan asing	-	Tidak boleh ada
3	Bobot tuntas	%	Min.50
4	Jumlah gula (dihitung sebagai sakarosa)	%	Min.15
5	Serat makanan		
6	Bahan tambahan makanan		
6.1	Pemanis buatan :		
	- Sakarin		Tidak boleh ada
	- Siklamat		Tidak boleh ada
6.2	Pewarna tambahan		Sesuai SNI 01-0222-1995
6.3	Pengawet (Na Benzoat)		Sesuai SNI 01-0222-1995
7	Cemaran logam :		
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,2
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2

\*) dikemas dalam kaleng

Sumber: SNI No. 01-4317-1996

## 2.4 Bahan-Bahan Pembuat Nata

Bahan-bahan pembuat nata secara garis besar terdiri dari bahan baku dan bahan pembantu. Bahan pembantu terdiri dari sukrosa, ammonium sulfat, asam asetat glasial, dan starter nata (Saragih, 2004).

### 1. Sukrosa

Gula adalah suatu istilah umum yang sering diartikan bagi setiap karbohidrat dan pemanis, tetapi dalam industri pangan biasanya digunakan untuk menyatakan sukrosa yaitu gula yang berasal dari bit, tebu, atau palma.

Sukrosa adalah gula utama yang digunakan dalam industri pangan (Buckle, 2010). Sukrosa adalah oligosakarida (disakarida) yang mempunyai peran penting dalam pengolahan makanan dan banyak terdapat pada tebu, bit, siwalan, dan kelapa kopyor. Industri-industri makanan biasanya menggunakan sukrosa dalam bentuk kristal halus atau kasar dan jika penggunaannya dalam jumlah banyak maka digunakan cairan (Winarno, 2004).

Perbedaan jenis sakarida yang ditambahkan pada medium mempengaruhi sintesa selulosa dari *Acetobacter xylinum*. Pada penelitiannya, Budhiyono (1999) menggunakan fruktosa, glukosa, laktosa, dan sukrosa sebagai sumber vitamin C pada media fermentasi *Acetobacter xylinum*. Fruktosa memberikan *yields* tertinggi, diikuti kombinasi fruktosa dan laktosa. Berdasarkan hasil tersebut, fruktosa merupakan substrat paling cocok untuk sintesa selulosa oleh *Acetobacter xylinum*. Jenis sukrosa yang digunakan dalam penelitian ini adalah gula kelapa (*coconut palm sugar*).

## 2. Ammonium Sulfat

Ammonium sulfat dalam pembuatan nata berfungsi sebagai sumber nitrogen yang merangsang pertumbuhan dan aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Ekstrak khamir, pepton, kalium nitrat, dan ammonium fosfat juga dapat digunakan sebagai sumber nitrogen. Pada umumnya produsen nata menggunakan ammonium sulfat karena harganya relatif murah dan mudah diperoleh (Saragih, 2004).

Menurut Kholifah (2010), penambahan ammonium sulfat yang optimum sebesar 0,4%. Sedangkan Budhiyono (1999) menyatakan bahwa penggunaan

ammonium fosfat sebagai sumber nitrogen bagi pertumbuhan *Acetobacter xylinum* lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan ammonium sulfat. Hal ini dikarenakan adanya penambahan unsur P dari ammonium fosfat yang sangat dibutuhkan dalam sintesis selulosa oleh *Acetobacter xylinum*.

### 3. Asam Asetat

Asam asetat biasa dikenal dengan cuka biang. Asam ini biasa digunakan untuk menambah atau memperkuat rasa asam pada makanan. Asam asetat ini digunakan untuk mengatur derajat keasaman pada pembuatan nata. Dosis penggunaan asam asetat sekitar 5 ml untuk setiap 1 liter air kelapa hingga diperoleh pH 4,0-4,5 (Saragih, 2004).

### 4. Starter Nata

Starter atau inokulum adalah kultur mikroorganisme yang diinokulasikan ke dalam media fermentasi pada saat pertumbuhan eksponensial. Bakteri yang berperan pada pertumbuhan nata adalah *Acetobacter xylinum*. Menurut Alamsyah (2002) menyatakan *Acetobacter xylinum* akan memanfaatkan gula sebagai bahan sumber tenaga. Gula ini disintesa menjadi selulosa atau nata yang diinginkan dan sebagai hasil samping, terbentuk asam cuka yang dapat menurunkan pH medium sampai 2,5.

Sebagai Umat Islam, penting untuk mengetahui kehalalan bahan-bahan yang digunakan dalam produksi nata, sebagaimana perintah Allah SWT berikut ini:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ  
مُبِينٌ

*Artinya: “Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu” (Qs. Al-Baqarah: 2/168).*

Dalam surat Al-Baqarah ayat 168 dijelaskan menurut Abdullah bin Muhammad dalam Tafsir Ibnu Katsir (2007: 320) bahwa Allah SWT Maha Pemberi rezeki bagi seluruh makhluk-Nya. Dalam hal pemberian nikmat, Allah SWT menyebutkan bahwa Dia telah membolehkan manusia untuk memakan segala yang ada di muka bumi, yaitu makanan yang halal, baik, dan bermanfaat bagi dirinya sendiri serta tidak membahayakan bagi tubuh dan akal pikirannya. Dan Dia juga telah melarang mereka untuk mengikuti langkah dan jalan syaitan, dalam tindakan-tindakannya yang menyesatkan para pengikutnya, seperti mengharamkan *bahirah*, *saibah*, *wasilah*, dan lain-lainnya yang ditanamkan syaitan kepada mereka pada masa Jahiliyyah.

Dalam kitab Nail al-Authar 8 (2005: 106) menjelaskan bahwa Rasulullah SAW juga pernah menerangkan berkenaan dengan halal dan haramnya sesuatu yang dikonsumsi oleh manusia yang juga menjadi landasan kehalalan suatu barang maupun kegiatan manusia dalam hidupnya:

الْحَالِلُ مَا أَحَلَّ اللَّهُ فِي كِتَابِهِ, وَالْحَرَامُ مَا حَرَّمَ اللَّهُ فِي كِتَابِهِ, وَمَا سَكَتَ عَنْهُ فَهُوَ  
مِمَّا عَفَا عَنْهُ (أَخْرَجَهُ التِّرْمِذِيُّ وَابْنُ مَاجَةَ عَنْ سَلْمَانَ الْفَارِسِيِّ)

Artinya: “Yang halal adalah sesuatu yang dihalalkan oleh Allah dalam kitab-Nya, dan yang haram adalah apa yang diharamkan oleh Allah dalam kitab-Nya, sedang yang tidak dijelaskan-Nya adalah yang dimaafkan”.

Maksud kata *halal* dalam dalil yang tersebut di atas mengandung dua pengertian sebagaimana menurut Departemen Agama RI (2000: 8):

1. Halal menurut zatnya, yaitu bukan termasuk barang-barang yang oleh agama Islam dinyatakan sebagai barang yang haram., seperti bangkai, darah, babi, dan khamar.
2. Halal menurut cara memperolehnya, yaitu diperoleh dengan cara-cara yang dihalalkan oleh agama, misal dengan cara membeli, meminjam, pemberian, dan sebagainya. Bukan dengan cara-cara yang dilarang oleh agama, seperti mencuri, merampas, menipu, korupsi, riba, judi, dan lainnya.

## **2.5 *Acetobacter xylinum***

### **2.5.1 Karakteristik *Acetobacter xylinum***

*Acetobacter xylinum* termasuk golongan bakteri *Acetobacter* yang memiliki ciri-ciri antara lain berbentuk batang, gram negatif, obligat aerob, dengan lebar 0,5-1  $\mu\text{m}$  dan panjang 2-10  $\mu\text{m}$ . Bakteri ini tidak membentuk endospora maupun pigmen. Pada kultur sel yang masih muda, individu sel berdiri sendiri-sendiri dan transparan. Koloni yang sudah tua membentuk lapisan menyerupai gelatin yang kokoh menutupi sel dan koloninya (Hesse, 2005).

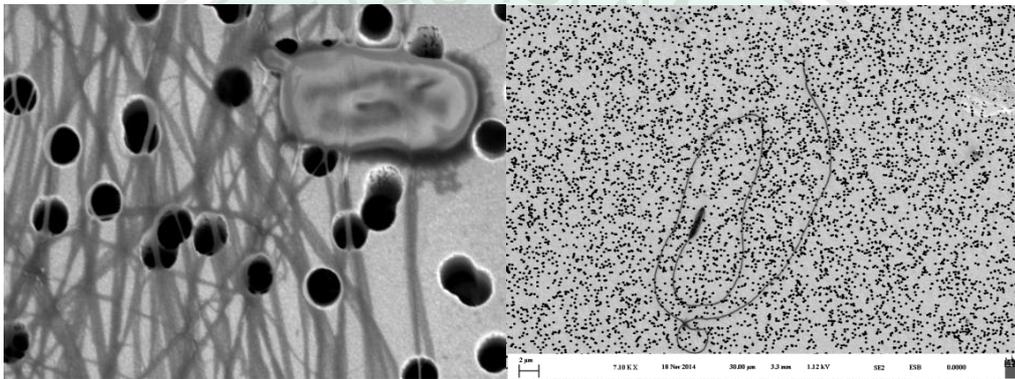
Berikut klasifikasi ilmiah bakteri selulosa atau *Acetobacter xylinum* menurut (Tsalagkas, 2015):

Kingdom : Bacteria  
Filum : Proteobacteria  
Kelas : Alpha Proteobacteria  
Ordo : Rhodospirillales  
Famili : Pseudomonadaceae  
Genus : Acetobacter  
Spesies : *Acetobacter xylinum*

*Acetobacter xylinum* merupakan bakteri berbentuk batang pendek dan tergolong ke dalam jenis bakteri gram negatif, memiliki lebar 0,5-1  $\mu\text{m}$  dan panjang 2-10  $\mu\text{m}$ . Bakteri *Acetobacter xylinum* mampu mengoksidasi glukosa menjadi asam glukonat dan asam organik lain pada waktu yang sama. Sifat yang paling menonjol dari bakteri ini adalah memiliki kemampuan untuk mempolimerisasi glukosa menjadi selulosa. Selanjutnya selulosa tersebut membentuk matriks yang dikenal sebagai nata (Brown, 1996). Bakteri ini tidak membentuk endospora maupun pigmen. Pada kultur sel yang masih muda, individu sel berdiri sendiri-sendiri dan transparan. Koloni yang sudah tua membentuk lapisan menyerupai gelatin yang kokoh menutupi sel dan koloninya (Teknologi dan Industri Sumatera Barat, 2002).

Bakteri ini dapat menghasilkan nonfiber selulosa dengan panjang 40-50 nm. Selulosa tersebut terdiri dari rantai paralel  $\beta$ -1,4-D-glukopiranososa yang

berikatan hidrogen. Struktur serat yang terbentuk mempunyai rasio daerah kristal dan non-kristal. Rasio daerah kristal dan non-kristal menunjukkan kompleksitas besar dan viabilitas dalam pengaturan supramolekulnya. Pembentukan suprastruktur dari serat selulosa bakteri dan pelikel dapat dikendalikan dengan variasi dari komponen nutrisi dan kondisi pada media tersebut (Klemm, 2005).



Gambar 2.3 Kenampakan bakteri *Acetobacter xylinum*  
(Sumber: Tsalagkas, 2015)

### 2.5.2 Kondisi Kultivasi Produksi Selulosa

*Acetobacter xylinum* merupakan bakteri aerobik yang hidup pada kondisi asam, sehingga keasaman media sangat mempengaruhi pertumbuhannya. Selain itu juga beberapa faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan *Acetobacter xylinum* yaitu suhu dan ketersediaan oksigen.

#### 1. Keasaman (pH)

Laju pertumbuhan bergantung pada nilai pH, karena pH mempengaruhi fungsi membran, enzim, dan komponen sel lainnya. Keasaman (pH) menunjukkan aktifitas ion  $H^+$  dalam suatu larutan dan pada proses fermentasi. pH media sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan mikrobial (Suryani, 2010).

Budhiyono (1999) menyatakan bahwa pH optimum untuk produksi selulosa adalah 4-6.

## 2. Suhu

Suhu kultivasi berpengaruh terhadap pertumbuhan sel dan terhadap efisiensi konversi substrat menjadi massa sel. Suhu yang melebihi suhu optimum pertumbuhan mikroorganisme dapat mengakibatkan kerusakan struktur protein dan DNA yang memegang peranan kunci dalam metabolisme pertumbuhan sel. Suhu untuk pertumbuhan *Acetobacter xylinum* berkisar antara 28-31 °C. Menurut Pambayun (2006) menyebutkan bahwa suhu yang baik untuk pertumbuhan *Acetobacter xylinum* adalah pada suhu 28-30 °C.

## 3. Ketersediaan Oksigen

Ketersediaan oksigen terlarut dalam media kultur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi dan kualitas selulosa. Oksigen terlarut dalam mediaum dapat bervariasi dengan mengubah kecepatan agitasi. Kurangnya oksigen selama proses fermentasi akan mengurangi produksi selulosa (Chawla, 2009).

Kondisi yang biasa digunakan sebagai acuan dalam mengkondisikan media agar optimum untuk memproduksi nata disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2.5 Kondisi Optimum untuk Memproduksi Nata

<b>Parameter</b>	<b><i>Nata de Coco</i></b>
Sumber Karbon	Sukrosa dan glukosa (5-10%)
Sumber Nitrogen	Ammonium sulfat (0,4-0,6%)
Keasaman (pH)	4,0-5,0
Suhu	28 °C
Asam cuka glasial	3-4%
Starter	10-20%
Lama inkubasi	14-15 hari

(Sumber: Isti, 2005)

Keberhasilan pembuatan nata juga bergantung pada kondisi fermentasi, lama fermentasi, ketinggian media didalam wadah dan ukuran wadah. Semakin lama waktu fermentasi berpengaruh positif terhadap ketebalan dan rendemen *nata de coco*. Semakin dangkal media dalam wadah, fermentasi juga akan meningkatkan rendemen dan ketebalan nata karena mempunyai sirkulasi udara yang lebih baik sehingga pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* optimum (Haryatni, 2002).

Fermentasi nata dinyatakan sempurna apabila tidak ada cairan yang tertinggal di dalam nampan kecuali lembaran nata. Adapun ciri-ciri nata yang bagus adalah berwarna putih transparan, mempunyai permukaan yang halus dan rata, mempunyai ketebalan sama di semua bagian, mempunyai selaput tipis dipemukaan bagian atas yang dapat dengan mudah dipisahkann, dan mempunyai pula lapisan tipis lembek di bagian bawah (Pambayun, 2006).

## 2.6 Biosintesis Selulosa Bakteri

Selulosa merupakan biopolimer yang jumlahnya melimpah di alam. Senyawa ini mempunyai peranan penting sebagai bahan baku berbagai jenis

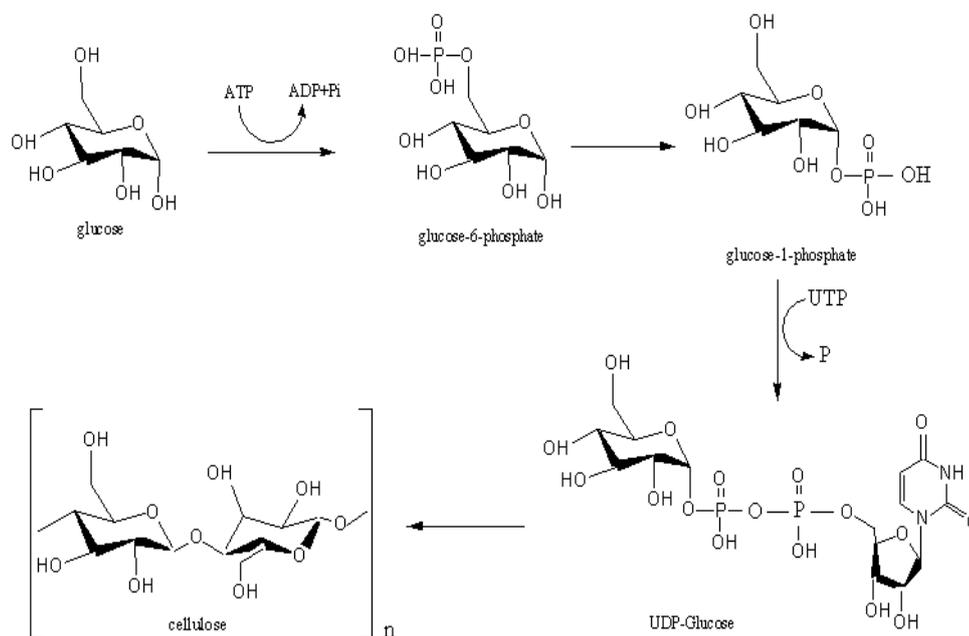
industri. Selulosa dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kertas, bahan baku tekstil, bahan makanan dan juga bahan baku peralatan medis. Secara alami, selulosa diproduksi oleh tumbuhan dan juga kelompok bakteri tertentu. Produksi oleh tumbuhan biasanya membutuhkan biaya yang sangat besar, selain itu penggunaan sumber daya alam ini secara berlebihan dapat membahayakan lingkungan. Selain itu, selulosa yang dihasilkan oleh tumbuhan kurang murni dibanding selulosa yang dihasilkan oleh bakteri (Febrianti, 2010).

Selulosa yang diperoleh dari proses fermentasi adalah sejenis polisakarida mikrobial yang tersusun oleh serat selulosa yang dihasilkan oleh strain xylinum, subspecies dari *Acetobacter aceti*, bakteri nonpatogen, yang dinamakan sebagai selulosa bakterial atau selulosa yang diperoleh dari fermentasi. Selulosa bakteri mempunyai struktur kimia yang sama seperti selulosa yang berasal dari tumbuhan, dan merupakan polisakarida berantai lurus yang tersusun oleh molekul D-glukosa melalui ikatan  $\beta$ -1,4. Selulosa bakteri mempunyai beberapa keunggulan antara lain: kemurnian tinggi, derajat kristalinitas, mempunyai kerapatan antara  $300-900 \text{ kg/m}^3$ , kekuatan tarik tinggi, elastis, dan terbiodegradasi (Pardosi, 2008).

Meskipun selulosa bakteri mempunyai struktur kimia yang sama seperti selulosa yang berasal dari tumbuhan, selulosa bakteri tersusun oleh serat selulosa yang lebih baik. Setiap serat tunggal dari selulosa bakteri mempunyai diameter sekitar  $0,1-0,2 \text{ nm}$ . Panjang seratnya tidak dapat ditentukan karena kumpulan serat-serat tunggal selulosa saling melilit satu sama lain membentuk struktur

jaringan, dan sebagai pembandingnya diameter dari selulosa bentuk kristalin adalah 10-3 nm (Philips, 2000).

Mekanisme biosintesis selulosa oleh *Acetobacter xylinum* atau mikroorganisme produsen selulosa lainnya termasuk tanaman terdiri atas dua tahapan, yaitu pembentukan  $\beta$ -1,4 rantai glukuan dengan pelimerisasi unit glukosa, dan pembentukan serta kristalisasi dari rantai selulosa (Chawla, 2009). Menurut Lehninger (1994), selama proses fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum* memecah gula (sukrosa) menjadi glukosa dan fruktosa melalui reaksi heksokinase menjadi glukosa-6-fosfat. Glukosa-6-fosfat diubah menjadi glukosa-1-fosfat oleh enzim fosfoglukomutase. Reaksi selanjutnya adalah pembentukan uridin difosfat glukosa (UDP-glukosa) yang merupakan hasil reaksi antara glukosa-1-fosfat dengan uridin trifosfat (UTP), oleh kerja enzim glukosa-1-fosfaturidiltransferase. Reaksi ini berlanjut akibat kerja pirofosfatase yang menghidrolisis pirofosfat (PPi) menjadi ortofosfat (Pi). UDP-glukosa adalah donor langsung residu glukosa didalam pembentukan enzimatik selulosa oleh kerja selulosa sintase yang mengiatkan pemindahan residu glukosil dari UDP-glukosa ke ujung non residu molekul selulosa. Lebih jelasnya mengenai biosintesis selulosa di jelaskan pada gambar berikut:



Gambar 2.4 Proses Biokimia Sintesis Selulosa (Sumber: Darmansyah, 2010)

Selulosa yang disintesis oleh *Acetobacter xylinum* adalah sebuah produk akhir dari metabolisme karbon, yang bergantung pada keadaan fisiologis sel, serta melibatkan siklus pentosa fosfat atau siklus Krebs, bersama dengan proses glukoneogenesis. Glikolisis tidak terjadi pada bakteri-bakteri asam asetat karena tidak mampu mensintesis enzim penting fosfofruktosa kinase. Pada *Acetobacter xylinum*, sintesis selulosa erat terkait dengan proses oksidasi katabolik dan menggunakan 10% dari energi yang berasal dari reaksi katabolik tersebut. Proses produksi selulosa bakterial tidak mengganggu proses anabolik lainnya, termasuk sintesis protein (Bielecki, 2014).

*Acetobacter xylinum* mengkonversi berbagai komponen karbon, seperti heksosa, gliserol, dihidroksi aseton, piruvat, dan asam dikarboksilat, menjadi selulosa, rata-rata dengan tingkat efisiensi 50%. Prekursor langsung dari selulosa

adalah UDPGlc yang umum terdapat pada organisme termasuk tanaman, serta melibatkan fosforilasi glukosa menjadi senyawa antara glukosa-6-fosfat (GLC-6-P) yang dikatalisis oleh glukokinase, dilanjutkan oleh isomerisasi senyawa tersebut menjadi GLC-a-1-P, yang dikatalisis oleh fosfoglukomutase, kemudian mengkonversi metabolit terakhir menjadi UDPGlc oleh UDPGlc pirofosforilase (Bielecki, 2014).

Aktivitas pirofosforilase bervariasi antara strain *Acetobacter xylinum* yang berbeda dan aktivitas tertinggi terdeteksi pada penghasil selulosa yang paling efektif, seperti *Acetobacter xylinum* ssp. *Sucrofermentans* BPR2001. Strain tersebut cenderung memanfaatkan fruktosa sebagai sumber karbon, menunjukkan aktivitas fosfoglukoisomerase yang tinggi dan memiliki sistem fosfotransferase, bergantung pada fosfoenolpiruvat. Sistem tersebut mengkatalisis konversi fruktosa menjadi fruktosa-1-fosfat dan selanjutnya menjadi fruktosa-1,6-bifosfat (Bielecki, 2014).

## **2.7 Manfaat Produk Nata**

Produk nata telah dikenal oleh masyarakat luas sebagai makanan yang kaya akan serat. Serat merupakan salah satu sumber makanan yang penting bagi metabolisme tubuh setiap harinya. Sumber makanan berserat sangat banyak dan bermacam-macam, sehingga fungsi dan kerjanya juga berbeda-beda. Kekurangan serat dapat menimbulkan beberapa penyakit degeneratif, seperti penyakit jantung, *stroke*, kolesterol tinggi, kanker usus besar, *diabetes mellitus*, wasir, gangguan pencernaan, dan bahkan obesitas (kegemukan). Beberapa studi menunjukkan diet

rendah lemak tinggi serat sangat membantu dalam mencegah penyakit tersebut (Nurgaheni, 2007).

Serat larut air pada nata mampu menurunkan konsentrasi kolesterol plasma darah pada hewan coba tikus, hamster, dan babi. Pemberian makanan yang mengandung serat larut air akan mempengaruhi aktifitas enzim yang berperan dalam biosintesis kolesterol dan asam empedu. Terdapat beberapa mekanisme penurunan kadar kolesterol LDL oleh serat pangan, antara lain serat mampu mengubah absorpsi dan metabolisme asam empedu; serat dapat memodifikasi absorpsi dan metabolisme lipid; asam lemak rantai pendek sebagai hasil dari fermentasi serat mempengaruhi metabolisme kolesterol dan lipoprotein; dan serat dapat mengubah insulin atau konsentrasi hormon lain atau sensitifitas jaringan terhadap hormon (Babio, 2010)).

Menurut Anderson (1990) menyatakan tentang peran utama serat dalam nata ialah pada kemampuannya mengikat air, selulosa dan pektin. Serat dapat membantu mempercepat sisa-sisa makanan melalui saluran pencernaan untuk diekskresikan keluar. Tanpa bantuan serat, feses dengan kandungan air rendah akan lebih lama tinggal dalam saluran usus dan mengalami kesukaran melalui usus untuk dapat diekskresikan keluar karena gerakan-gerakan peristaltik usus besar menjadi lebih lamban. Salah satu bukti paling jelas manfaat serat adalah pada penanganan konstipasi (sembelit). Serat mencegah dan mengurangi konstipasi karena ia menyerap air ketika melewati saluran pencernaan sehingga meningkatkan ukuran feses. Babio (2010) juga menambahkan bahwa serat dapat memperbaiki respon glukosa darah dan indeks insulin. Serat kasar dapat

menghambat lewatnya glukosa melalui dinding saluran pencernaan menuju pembuluh darah.

## 2.8 Fatwa Produk Mikrobial (MUI)

Fermentasi merupakan proses katabolik untuk mengubah substrat yang mengandung gula menjadi produk tertentu yang dikehendaki dengan menggunakan bantuan mikroba. Produk-produk tersebut biasanya dimanfaatkan sebagai minuman atau makanan, salah satunya adalah produk nata saat ini telah banyak dikonsumsi dan diperjual belikan dipasaran. Sebenarnya proses fermentasi telah dikenal dan digunakan sejak zaman dahulu kala, sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Qur'an:

وَمِنْ ثَمَرَاتِ النَّخِيلِ وَالْأَعْنَابِ تَتَّخِذُونَ مِنْهُ سَكَرًا وَرِزْقًا حَسَنًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

*Artinya: "Dan dari buah kurma dan anggur, kamu buat minuman yang memabukkan dan rezki yang baik. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang memikirkan" (Qs.An-Nahl: 16/67).*

Menurut penafsiran ayat Al-Qur'an di atas, Departemen Agama RI (2000: 414) menyatakan bahwa Allah SWT meminta perhatian kepada para hamba-Nya agar memperhatikan kedua buah tersebut. Dari buah kurma manusia dapat mengambil sari buahnya dan sari-sari itu dapat diciptakan berbagai macam makanan. Diantaranya ada yang memudharatkan dan diantaranya ada yang bermanfaat. Yang memudharatkan ialah apabila dari kedua jenis buah-buahan itu dibuat minuman yang memabukkan. Minuman seperti itu dilarang oleh syara'

karena berbahaya bagi kesehatan, sedang makanan yang bermanfaat adalah yang tidak memabukkan seperti cuka, sari buah yang langsung dikonsumsi, atau sirup. Diakhir ayat Allah SWT menegaskan lagi bahwasanya dalam penciptaan kedua macam buah-buahan itu terdapat tanda-tanda yang terang menunjukkan Keesaan Tuhan bagi orang-orang yang mempergunakan pikirannya untuk meneliti, memperhatikan, dan mengambil ibarat dari kejadian tumbuh-tumbuhan yang disebutkan dalam ayat itu.

Berbagai macam produk fermentasi yang telah dikembangkan dan diperjual-belikan salah satunya adalah nata. Proses pembuatan nata yang dibantu oleh mikroorganisme ini menghasilkan serat pangan yang tinggi serta rendah kalori, sehingga produk ini sangat bermanfaat dikonsumsi khususnya bagi penderita diabetes dan sebagai makanan diet. Namun, ada pula produk fermentasi yang tidak baik bagi kesehatan tubuh sebagaimana telah dijelaskan di atas berdasarkan kaidah fihiyyah, seperti khamr (wine).

Majelis Ulama Indonesia (MUI) sebagai organisasi Islam dalam pemerintahan yang mengatur dan mengeluarkan fatwa-fatwa yang berkenaan dengan hukum Islam, telah mengatur hukum penggunaan mikroba dan produk mikrobial (No. 01 Tahun 2010), mengingat produk mikroba dan produk mikrobial banyak dilakukan dalam proses produksi makanan, minuman, obat-obatan, dan kosmetik. Penggunaan mikroba dalam produk mikrobial juga mengundang banyak pertanyaan ditengah masyarakat mengenai hukumnya, sehingga perlu adanya fatwa tentang penggunaan mikroba dalam produk mikrobial untuk dijadikan pedoman.

Dalam memutuskan hukum di atas, MUI memperhatikan Al-Qur'an, hadits, dan kaidah fiqhiyyah. Berdasarkan firman Allah SWT mengenai makanan dan minuman yang halal dalam surat Al-Baqarah (2/168) dan surat Al-A'raf (7/157), bahwa sesungguhnya makanan yang diperintahkan untuk dikonsumsi merupakan makanan yang halal lagi baik bagi kesehatan tubuh. Selain itu, Rasulullah SAW pernah bersabda:

عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ مِيمُونَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهَا أَنَّ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ سُئِلَ عَنْ فَارَةٍ سَقَطَتْ فِي سَمَنِ فَقَالَ: الْقُوْمَا وَمَا حَوْلَهَا فَاطِرَ حُوهُوَ كُلُّوْا سَمَنَكُمْ (رواه البخاري)

*Artinya: Dari Ibn Abbas ra. dari Maimunah ra, bahwasanya Nabi SAW pernah ditanya tentang tikus yang jatuh ke dalam samin, beliau bersabda: "Ambil tikus itu dan apa yang ada disekitarnya kemudian buang, dan makanlah samin kalian" (HR. Bukhari).*

Adapun kaidah fiqhiyyah yang mendasari dalam menetapkan kehalalan produk mikrobial (fermentasi) dalam fatwa MUI No. 1 Tahun 2010 menerangkan bahwasanya:

1. Kemudaharatan itu harus dihilangkan.
2. Mencegah kerusakan lebih didahulukan daripada mengambil mashlahat.
3. Hukum asal dalam hal-hal yang bermanfaat adalah boleh.

Berdasarkan pedoman yang diterangkan di atas, maka MUI menetapkan fatwa tentang penggunaan mikroba dan produk mikrobial sesuai dengan syari'at dan hukum yang ada bahwa:

1. Mikroba pada dasarnya halal selama tidak membahayakan dan tidak terkena najis.
2. Mikroba yang tumbuh pada media pertumbuhan yang suci hukumnya halal.
3. Mikroba yang tumbuh pada media pertumbuhan yang najis, apabila dapat dipisahkan antara mikroba dan medianya maka hukumnya halal setelah disucikan.
4. Produk mikrobial dan mikroba yang tumbuh pada media pertumbuhan yang suci hukumnya halal.
5. Produk mikrobial dari mikroba yang tumbuh pada media pertumbuhan yang najis apabila dapat dipisahkan antara mikroba dan medianya, maka hukumnya halal setelah disucikan.
6. Mikroba dan produk mikrobial dari mikroba yang memanfaatkan unsur babi sebagai media pertumbuhan hukumnya haram.
7. Mikroba dan produk mikrobial dari mikroba yang tumbuh pada media pertumbuhan yang terkena najis kemudian disucikan secara syar'i, yakni melalui produksi dengan komponen air mutlaq minimal dua *qullah* (setara dengan 270 liter) hukumnya halal.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi gula kelapa yang terdiri dari 3 taraf, dan faktor kedua adalah konsentrasi starter *Acetobacter xylinum* yang juga terdiri dari 3 taraf.

- Faktor I variasi konsentrasi gula kelapa (G):

G<sub>1</sub> = Penambahan gula kelapa konsentrasi 10%

G<sub>2</sub> = Penambahan gula kelapa konsentrasi 15%

G<sub>3</sub> = Penambahan gula kelapa konsentrasi 20%

- Faktor II konsentrasi starter *Acetobacter xylinum* (S):

S<sub>1</sub> = Penambahan starter konsentrasi 5%

S<sub>2</sub> = Penambahan starter konsentrasi 10%

S<sub>3</sub> = Penambahan starter konsentrasi 15%

Konsentrasi starter	Konsentrasi gula kelapa		
	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>
S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> G <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	S <sub>1</sub> G <sub>3</sub>
S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> G <sub>1</sub>	S <sub>2</sub> G <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> G <sub>3</sub>
S <sub>3</sub>	S <sub>3</sub> G <sub>1</sub>	S <sub>3</sub> G <sub>2</sub>	S <sub>3</sub> G <sub>3</sub>

Total perlakuan dalam penelitian ini berdasarkan tabel di atas adalah sebanyak 9 perlakuan, dan tiap-tiap perlakuan akan dilakukan pengulangan

sebanyak 3 kali ulangan, sehingga secara keseluruhan menghasilkan 27 kombinasi, yaitu 3 x 9 kombinasi perlakuan.

### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus - November 2015. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

### **3.3 Variabel Penelitian**

#### **3.3.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi gula kelapa dan konsentrasi starter *Acetobacter xylinum*.

#### **3.3.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah variabel yang diukur meliputi ketebalan nata, kadar air, gula total, dan serat kasar.

### **3.4 Alat dan Bahan**

#### **3.4.1 Alat- Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: timbangan analitik, nampan plastik, kompor, panci *stainless steel*, pengaduk, gelas beker, tabung reaksi, mikropipet, labu ukur, kertas koran, karet, kertas pH, kertas label, pisau, dan jangka sorong.

### 3.4.2 Bahan-Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain : air cucian beras (*leri*), ammonium sulfat, asam asetat, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, fenol kristal, glukosa standar, starter bakteri *Acetobacter xylinum*, dan gula kelapa.

### 3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian sebagai berikut:

#### 3.5.1 Preparasi Sampel dan Alat

Preparasi sampel dilakukan dengan mengambil sampel air cucian beras pertama dan kedua. Alat gelas yang digunakan telah di sterilisasi dengan autoklaf. Alat-alat seperti nampan plastik, panci *stainless steel* dan pengaduk dicuci bersih dan dikeringkan ditempat yang bersih.

#### 3.5.2 Pembuatan Nata (Hidayatullah, 2012)

Proses pembuatan *nata de leri* adalah sebagai berikut: Air cucian beras disaring menggunakan kain kasa untuk menghilangkan kotoran yang ikut dalam proses pencucian beras. Selanjutnya air cucian beras ditambahkan gula kelapa (sesuai konsentrasi tiap perlakuan) dan ammonium sulfat lalu direbus hingga mendidih, sesekali dilakukan pengadukan. Penambahan asam asetat dilakukan hingga pH media mencapai 4,0 untuk pertumbuhan bakteri starter yang optimum. Media yang sudah direbus dimasukkan ke dalam nampan dan ditutup dengan koran, kemudian didinginkan dalam suhu ruang. Proses berikutnya adalah inokulasi starter *Acetobacter xylinum* sesuai konsentrasi perlakuan. Proses fermentasi dilakukan selama 14 hari pada suhu 29-30 °C. Selama proses fermentasi, nampan yang digunakan disusun dan diletakkan ditempat yang bebas

dari getaran. Bahan yang digunakan sebagai penutup nampan adalah kertas berwarna coklat yang diikatkan dengan karet disekeliling bibir nampan.

### **3.5.3 Pemanenan Nata** (Hidayatullah, 2012)

Pemanenan nata dilakukan setelah 14 hari. Nata yang sudah terbentuk di ambil dari nampan, selanjutnya dibersihkan dari lendir-lendir sebab bersifat asam. Untuk menghilangkan rasa asam, produk nata direndam selama 2-3 hari dan direbus dengan air.

### **3.5.4 Analisa Ketebalan** (Setiani, 2007)

Ketebalan sampel nata diukur menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0.000 mm. nilai ketebalan yang di dapat merupakan rata-rata dari pengukuran di empat tempat berbeda.

### **3.5.5 Analisa Kadar Air/ Oven** (Sudarmadji, 1997)

Diambil contoh sampel sebanyak 2 gram. Dilakukan pengeringan dalam oven pada suhu 100-105°C selama 3-5 jam (tergantung bahan), kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Dipanaskan lagi dalam oven selama 30 menit dan didinginkan dalam desikator lalu ditimbang. Perlakuan ini diulangi hingga mencapai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut < 0,2 mg). Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan. Kandungan air dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$g \text{ air}/100g \text{ bahan} = \frac{W - (W1 - W2)}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W = bobot contoh sebelum dikeringkan (g)

W<sub>1</sub> = bobot contoh + cawan sesudah dikeringkan (g)

W<sub>2</sub> = bobot cawan kosong (g)

Satuan akhir kandungan air = g/100 g (basis basah)

### **3.5.6 Analisa Gula Total/ Fenol (Apriyantono, 1989)**

Analisis total gula sampel dilakukan menggunakan metode Fenol H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang telah dimodifikasi dengan cara membuat kurva standart dan kadar gula total sampel.

#### **3.5.6.1 Pembuatan Kurva Standar**

Dibuat larutan stok glukosa sebanyak 100 ppm. Di encerkan larutan stok glukosa menjadi konsentrasi 0, 20, 30, 40, 50, dan 60 ppm. Selanjutnya diambil 2 ml dari masing-masing konsentrasi dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 1 ml larutan fenol 5% dan dihomogenkan. Ditambahkan 5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a, didiamkan selama 10 menit dan ditutup dengan alumunium foil. Dipanaskan dalam penangas selama 15 menit kemudian di dinginkan. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi dengan spektrofotometri dengan OD 470 nm.

#### **3.5.6.2. Penentuan Kadar Gula Total Sampel**

Dilakukan pengenceran sampel hingga 5000. Dipipet 2 ml sampel dan dimasukkan kedalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan 1 ml fenol 5% dan dihomogenkan. Ditambahkan 5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a, didiamkan selama 10 menit dan ditutup dengan alumunium foil. Dipanaskan dalam penangas selama 15 menit kemudian di dinginkan. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi dengan

spektrofotometri dengan OD 470 nm. Kadar gula reduksi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\text{Konsentrasi glukosa sampel berdasarkan kurva standart}}{\text{Konsentrasi sampel untuk analisa}} \times fp \times 100\%$$

### 3.5.7 Analisa Kadar Serat Kasar (Sudarmadji, 1997)

Nata yang telah terbentuk dihaluskan dengan blender hingga dapat disaring (1 mm). Selanjutnya sampel ditimbang sebanyak 2 gram dan diekstraksi lemak dengan Soxhlet. Nata yang telah diekstraksi dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, selanjutnya ditambahkan asbes yang telah dipijarkan dan 3 tetes *antifoam agent*. Ditambahkan 200 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mendidih (1,25 gram H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat/100 ml = 0,255 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan ditutup dengan pendingin balik, lalu di didihkan selama 30 menit sesekali digoyangkan. Disaring suspensi dengan kertas saring dan residu yang tertinggal dalam Erlenmeyer dicuci dengan aquades mendidih. Residu dalam kertas saring dicuci dengan aquades hingga air tidak bersifat asam (diuji dengan kertas lakmus). Selanjutnya residu dari kertas saring dipindahkan ke dalam Erlenmeyer kembali dengan spatula, dan sisanya dicuci dengan larutan NaOH mendidih (1,25 gram NaOH/100 ml = 0,313 N NaOH) sebanyak 200 ml hingga semua residu masuk ke dalam Erlenmeyer. Selanjutnya di didihkan dengan pendingin balik, sesekali digoyangkan. Susupensi disaring dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya sambil dicuci dengan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10%. Residu dicuci dengan aquades mendidih dan alkohol 95%. Selanjutnya kertas saring dikeringkan dengan oven pada suhu 110 °C hingga mencapai berat

konstan, kemudian di dinginkan dengan desikator dan ditimbang. Hasil penimbangan dikurangi berat abses.

$$\text{Berat residu} = \text{berat serat kasar}$$

### 3.5.8 Analisa Data

Analisa data penelitian ini dilakukan menggunakan ANOVA dengan RAK untuk perlakuan konsentrasi gula kelapa dan starter *Acetobacter xylinum*. Jika  $F_{\text{hitung}} \geq F_{\text{tabel}}$ , maka dapat dikatakan terdapat pengaruh yang signifikan, dan dilakukan uji lanjut *Duncan* dengan taraf 1%.

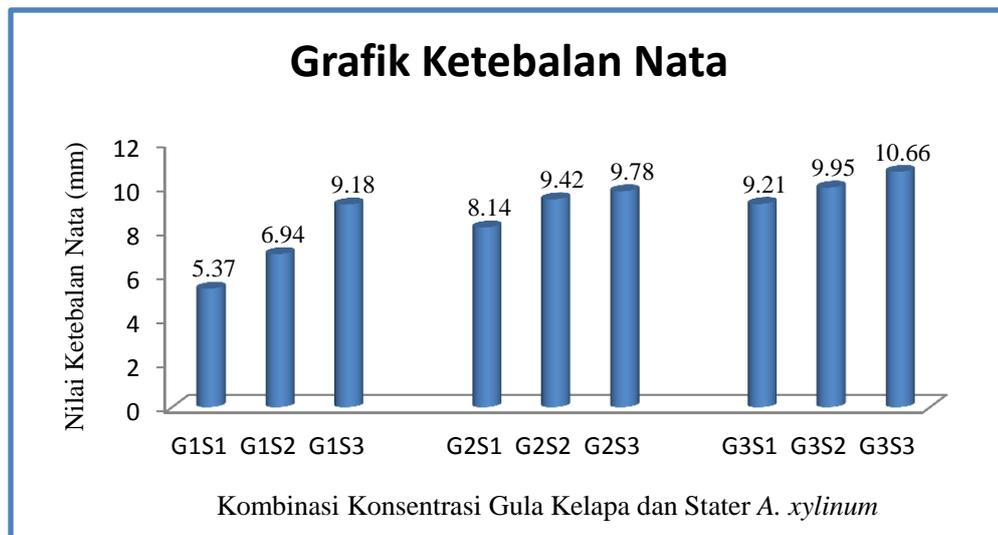
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Ketebalan *Nata de Leri*

Nata merupakan produk makanan hasil fermentasi yang teksturnya kenyal dan padat. Tekstur nata yang kenyal dan padat ini adalah kumpulan selulosa yang dibentuk oleh bakteri *Acetobacter xylinum* yang merombak sukrosa selama proses fermentasi dan mengakibatkan ketebalan nata yang dihasilkan. Analisa kualitas fisik nata salah satunya adalah dengan mengukur ketebalan nata menggunakan jangka sorong. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa statistik dapat diketahui bahwa interaksi variasi konsentrasi gula kelapa dan starter *Acetobacter xylinum* menunjukkan tidak adanya pengaruh yang nyata terhadap ketebalan *nata de leri*, yaitu  $F_{hitung} (1.848) < F_{tabel} 0.01 (5.09)$ , sehingga tidak dilakukan uji lanjut Duncan.

Semakin tinggi kadar gula kelapa dan starter yang ditambahkan dalam media fermentasi, maka akan semakin tebal lembaran nata yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena aktivitas *Acetobacter xylinum* dalam merombak glukosa menjadi selulosa. Sumber karbon yang terkandung dalam media dimanfaatkan secara maksimal sebagai sumber energi untuk metabolismenya. Lebih jelasnya untuk interaksi kedua perlakuan terhadap ketebalan *nata de leri* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Ketebalan *Nata de Leri*

Berdasarkan gambar 4.1 di atas, dapat diketahui ketebalan terendah adalah pada perlakuan G1S1 sebesar 5.37 mm, sedangkan ketebalan tertinggi adalah pada perlakuan G3S3 sebesar 10.66 mm. Nilai tersebut menunjukkan bahwasanya ketebalan *nata de leri* meningkat seiring pertambahan gula kelapa dan starter. Ketebalan *nata de leri* dihasilkan akibat adanya aktivitas *Acetobacter xylinum* dalam merombak sukrosa menjadi selulosa. Tersedianya gula kelapa sebagai sumber karbon dan inokulasi starter dengan jumlah koloni yang besar akan menghasilkan nata dengan ketebalan yang tinggi.

Aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* bergantung pada ketersediaan sumber karbon dalam media fermentasi. Ketersediaan sumber karbon yang sedikit akan mengakibatkan banyak bakteri yang mati sebab persaingan memperoleh sumber energi yang minim, sehingga akan mempengaruhi metabolisme mikroorganisme dalam menghasilkan metabolitnya berupa selulosa.

Pada perlakuan konsentrasi gula kelapa 10% menunjukkan nilai ketebalan nata yang rendah. Namun, pada perlakuan gula 15% dan 20% menunjukkan nilai ketebalan nata yang tinggi, meskipun terdapat sedikit perbedaan nilai ketebalan *nata de leri*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan gula kelapa sebesar 15% dan 20% aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* berada pada kondisi optimum dimana kedua konsentrasi tersebut mencukupi secara maksimal untuk pembentukan selulosa.

Koloni mikroorganisme dalam jumlah sedikit juga akan mempengaruhi ketebalan lembaran nata yang dihasilkan. Volume *Acetobacter xylinum* yang semakin tinggi menyebabkan meningkatnya kerapatan sel bakteri sehingga ketersediaan oksigen dalam cairan fermentasi menjadi rendah, hal ini yang menjadikan nata yang dihasilkan semakin tebal. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi starter yang optimum ditambahkan untuk mendapatkan produk nata dengan ketebalan tinggi adalah konsentrasi 10-15%.

Ketebalan nata tertinggi yang didapat dengan konsentrasi gula 20% sesuai dengan Patria (2011) yang menyatakan bahwa ketebalan tertinggi *nata de soya* adalah pada konsentrasi gula 20% yang ketebalannya mencapai 0.91 cm, sehingga dapat diduga konsentrasi gula yang rendah menjadi salah satu alasan lebih rendahnya ketebalan nata. Ketebalan *nata de leri* tertinggi adalah 10.66 mm (1.66 cm), sedikit lebih rendah yaitu 0.25 cm dibandingkan dengan *nata de soya* pada penelitian tersebut.

Hidayatullah (2012) menyatakan bahwa gula yang digunakan sebagai sumber karbon berperan penting pada pertumbuhan mikrobia. Kadar gula yang

ditambahkan akan berpengaruh terhadap ketebalan dan sifat nata yang terbentuk. Ketebalan nata paling tinggi diperoleh dari perlakuan penambahan inokulum sebesar 15%, sedangkan ketebalan paling rendah diperoleh dari perlakuan penambahan inokulum sebesar 5%. Kholifah (2010) juga menambahkan bahwa ketebalan nata yang diperoleh mempunyai korelasi positif dengan rendemennya. Semakin tebal nata, maka semakin tinggi pula rendemennya.

Menurut Heryawan (2004) menyatakan bahwa terjadinya peningkatan ketebalan nata erat kaitannya dengan aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Volume starter yang tinggi akan menyebabkan meningkatnya kerapatan sel dalam medium. *Acetobacter xylinum* dapat membentuk suatu lapisan yang mencapai ketebalan beberapa sentimeter sehingga menyebabkan ketebalan dan berat basah nata. Selain itu, gula yang ditambahkan dalam media fermentasi menjadi sumber nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengubah glukosa menjadi selulosa sehingga hasil metabolisme yang berupa selaput lendir akan semakin tebal.

Pemanfaatan mikroorganisme yang merupakan makhluk hidup terkecil dan tak kasat mata dalam proses pembuatan produk makanan yang bermanfaat bagi kesehatan ini sesungguhnya merupakan perintah Allah SWT sebagai manusia yang dibekali akal fikiran untuk bereksperimen dan bereksplorasi tentang segala ciptaan-Nya. Segala hal yang berkaitan dengan ciptaan-Nya, termasuk pula mikroorganisme telah ditulis dalam kitab Lauh Mahfudz, dan tidak ada satu kejadianpun yang luput dari pengawasan-Nya. Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam surat Saba' ayat 3 yang berbunyi:

وَقَالَ الَّذِينَ كَفَرُوا لَا تَأْتِينَا السَّاعَةُ قُلْ بَلَىٰ وَرَبِّي لَتَأْتِيَنَّكُمْ عَالِمِ الْغَيْبِ لَا يَعْزُبُ عَنْهُ

مِثْقَالَ ذَرَّةٍ فِي السَّمَاوَاتِ وَلَا فِي الْأَرْضِ وَلَا أَصْغَرَ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرَ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُّبِينٍ

*Artinya: "Dan orang-orang yang kafir berkata: 'Hari berbangkit itu tidak akan datang kepada kami'. Katakanlah: 'Pasti datang, demi Tuhanku Yang mengetahui yang ghaib, sesungguhnya kiamat itu pasti akan datang kepadamu. Tidak ada tersembunyi daripada-Nya seberat zarahpun yang ada di langit dan yang ada di bumi dan tidak ada (pula) yang lebih kecil dari itu dan yang lebih besar, melainkan tersebut dalam Kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh)" (QS. Saba': 34/3).*

Menurut tafsir Ibnu Katsir (1999: 915) dijelaskan makna surat Saba' ayat

3 sebagai berikut:

"Allah SWT menegaskan kepada kaum kafir bahwa hari kiamat itu pasti datang, tidak seorangpun dapat menghindari pada hari itu. Allah SWT Yang Maha Mengetahui yang ghaib, tidak ada satupun yang tersembunyi dari-Nya walau seberat zarah pun. Semua makhluk yang diciptakan-Nya berada dibawah pengetahuan-Nya. Tidak ada satu perkara yang tersamar bagi-Nya. Walaupun tulang-belulang yang sudah hancur. Semuanya telah ditulis dalam kitab yang nyata, yaitu Lauh Mahfudz."

Penafsiran surat Saba' ayat 3 dalam tafsir Jalalain (2010: 584) bermakna (tidak ada yang tersembunyi) tiada yang tidak tampak (bagi-Nya seberat) sebesar (zarah pun), zarah artinya semut yang paling kecil (yang ada di langit dan yang ada di bumi, dan tidak ada pula yang lebih kecil dari itu dan yang lebih besar, melainkan semuanya tercatat dalam Kitab yang nyata.) Kitab yang jelas, yang dimaksud adalah Lauh Mahfudz.

Kedua penafsiran tersebut memiliki arti dan penjelasan yang serupa bahwasanya segala ciptaan-Nya termasuk hal yang sangat kecil seperti halnya bakteri begitu pula dengan aktivitas metabolismenya yang mengubah sukrosa

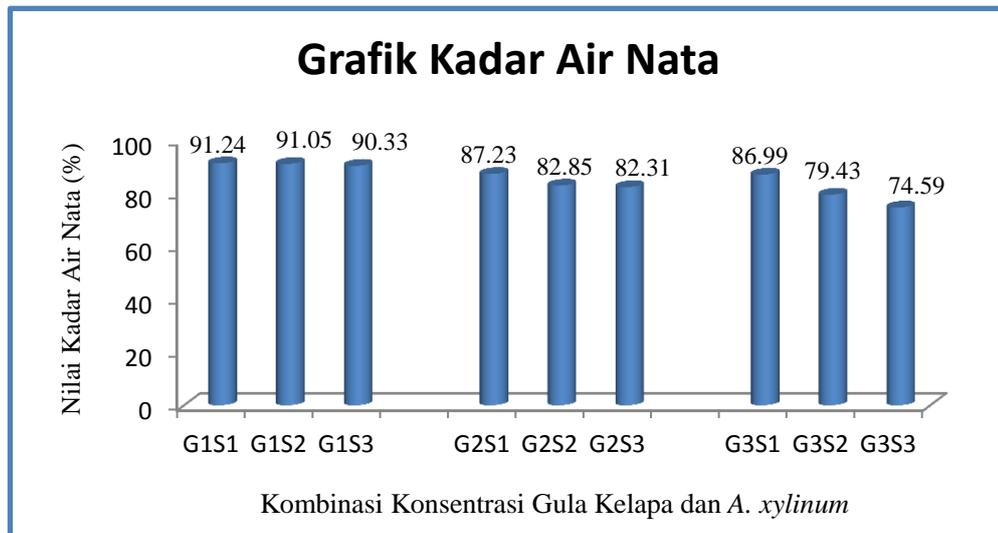
menjadi selulosa. Semuanya merupakan kehendak-Nya dan telah dicatat dalam Lauh Mahfuz, tidak ada satu hal-pun yang terlepas dari pengawasan-Nya.

Nata yang dihasilkan tentunya bisa beragam kualitasnya. Kualitas yang baik akan terpenuhi apabila media yang digunakan memenuhi standar kualitas bahan nata dan prosesnya dikendalikan dengan cara yang benar berdasarkan pada faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas yang digunakan. Apabila rasio antara karbon, starter biang dan jumlah nitrogen diatur secara optimal dan prosesnya terkontrol dengan baik, maka semua cairan medium akan berubah menjadi nata tanpa meninggalkan residu sedikitpun (Wijayanti, 2010).

#### **4.2 Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Kadar Air Nata de Leri**

Analisa untuk kelayakan produk nata tidak hanya dengan melakukan uji kualitas fisik, namun juga dilakukan pengujian kualitas secara kimiawi seperti analisa kadar air, total gula, dan kadar serat kasar, sehingga didapatkan hasil produk nata terbaik dan layak untuk dikonsumsi.

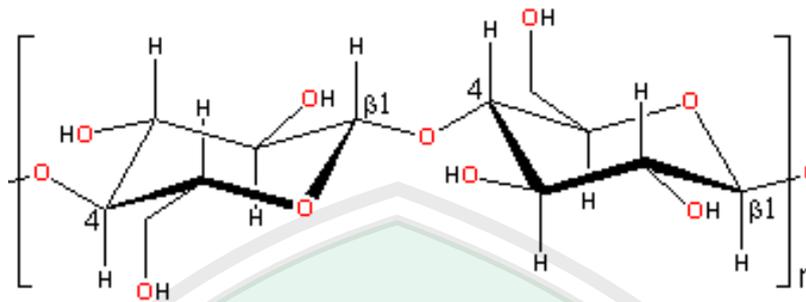
Kadar air pada nata merupakan hasil persentase pembagian antara berat air yang hilang dengan berat nata mula-mula. Tinggi rendahnya kadar air pada nata bergantung pada kemampuan *Acetobacter xylinum* dalam merombak gula dalam media menjadi selulosa. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa statistik menunjukkan interaksi variasi konsentrasi gula kelapa dan starter *Acetobacter xylinum* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air nata de leri, yaitu  $F_{hitung} (3.959) < F_{tabel} 0.01 (5.09)$ , sehingga tidak dilakukan uji lanjut Duncan. Berikut disajikan grafik persentase kadar air nata:



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Kadar Air Nata de Leri

Berdasarkan gambar 4.2 menunjukkan bahwa kadar air terendah adalah pada perlakuan G3S3, yaitu konsentrasi gula kelapa 20% dan starter 15%. Sedangkan kadar air tertinggi adalah pada perlakuan G1S1, yaitu konsentrasi gula kelapa 10% dan starter 5%. Nilai tersebut menunjukkan bahwasanya kadar air nata akan menurun seiring pertambahan gula kelapa dan starter. Ketersediaan sumber karbon yang tinggi mencukupi kebutuhan *Acetobacter xylinum* yang jumlahnya juga tinggi menyebabkan koloni dapat melakukan metabolismenya secara maksimal, dalam hal ini diduga selulosa yang dihasilkan juga semakin tinggi.

Rendahnya kadar air disebabkan karena selulosa yang terbentuk juga tinggi. Air pada media terperangkap didalam matriks selulosa yang mempunyai kapasitas penyerapan air yang tinggi dilihat dari struktur selulosa itu sendiri yang banyak mengikat air.



Gambar 4.3 Struktur Kimia Selulosa  
(Sumber: Hart, 2003)

Sebagaimana menurut Kurotsumi (2009) menyatakan selulosa yang dihasilkan oleh *Acetobacter xylinum* mempunyai kapasitas penyerapan air yang tinggi. Air yang terdapat dalam nata berasal dari mediumnya. Pada saat pembentukan agregat selulosa oleh *Acetobacter xylinum*, air dalam medium terperangkap didalam lapisan nata sehingga membentuk seperti gel. Heryawan (2004) juga menambahkan bahwa kemampuan *Acetobacter xylinum* mengkonversi gula dengan baik menyebabkan air pada media fermentasi berkurang. Bahkan terkadang media menjadi kering. Semakin banyak gula yang ditambahkan dalam media fermentasi, maka menyebabkan kadar air semakin turun sampai batas penambahan konsentrasi tertentu. Allah SWT telah menerangkan dalam firman-Nya dalam surat Al-Furqan ayat 2:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُن لَّهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ

كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا

Artinya: “yang kepunyaan-Nya lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan (Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya” (Qs. Al-Furqaan: 25/ 02).

Ayat di atas, ditafsirkan menurut tafsir Ibnu Katsir Jilid 6 (1994:1) adalah sebagai berikut:

“Allah menyifatkan diri-Nya bahwa kepunyaan-Nyalah kerajaan langit dan bumi, tidak mempunyai anak dan tidak pula memounyai sekutu dan kerajaan dan kekuasaan-Nya itu dan Dia Yang Maha Kuasa telah menciptakan segala sesuatu yang diberinya perlngkapan-perlengkapan dan persiapan-persiapan dengan naluri sifat-sifat dan fungsinya masing-masing makhluk itu .”

Menurut tafsir Al-Maraghi (1985: 264) menafsirkan bahwa Allah memiliki 4 sifat kebesaran yaitu Allah mempunyai keperkasaan dan kekuasaan yang sempurna terhadap langit dan bumi serta segala isinya. Allah tidak mempunyai anak, Allah tidak mempunyai sekutu dalam kerajaan dan kekuasaan-Nya dan segala sesuatu yang diciptakan Allah sudah sesuai dengan tuntutan kehendak-Nya yang didasarkan atas hikmah yang sempurna. Maka, Allah mempersiapkan manusia untuk dapat memahami, memikirkan urusan dunia dan akhirat, menemukan berbagai industri dan memanfaatkan apa yang terdapat dipermukaan serta didalam perut bumi.

Kedua ayat di atas telah menjelaskan bahwasanya Maha Kuasa Allah SWT yang telah menciptakan segala sesuatu dengan kemampuan, sifat dan fungsinya masing-masing, begitu juga dengan kemampuan mikroorganisme *Acetobacter xylinum* yang dapat mengubah sukrosa menjadi selulosa dalam metabolismenya. Sifatnya yang menguntungkan ini dimanfaatkan manusia sebagai penghasil nata yang kaya akan selulosa yang bermanfaat bagi kesehatan manusia.

Menurut Nur (2009) juga menjelaskan bahwa air yang terdapat pada nata berasal dari medianya. Air yang terdapat pada media setelah fibril-fibril selulosa terbentuk akan terperangkap didalamnya sehingga membentuk seperti gel. Faktor lain yang turut menentukan kadar air nata adalah jumlah gula yang ditambahkan. Semakin banyak gula yang ditambahkan, maka kadar air nata akan semakin besar. Gula akan memperlonggar serat yang ada dalam nata sehingga banyak air yang terperangkap. Nilai gizi nata sangat rendah karena kandungan terbesarnya adalah air yang mencapai 98%. Karena itu produk ini dipakai sebagai sumber rendah energi untuk keperluan diet.

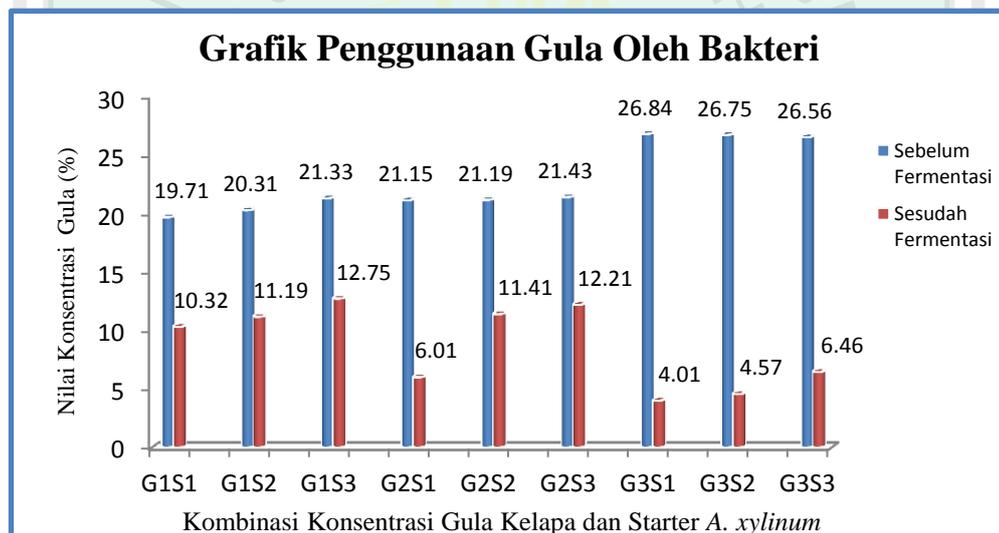
Iskandar (2010) menyatakan bahwa pada penambahan konsentrasi gula sampai batas tertentu, pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* semakin optimal dan massanya akan bertambah besar untuk membentuk selulosa yang lebih banyak. Hal tersebut disebabkan karena konsentrasi gula yang semakin meningkat untuk mengubah glukosa menjadi selulosa yang mengakibatkan selulosa yang terbentuk semakin tebal dan jaringan selulosa akan semakin rapat, sehingga volume air yang terperangkap semakin sedikit yang mengakibatkan kadar air turun.

#### **4.3 Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Stater *Acetobacter xylinum* Terhadap Sisa Total Gula *Nata de Leri***

Penentuan kadar total gula dilakukan untuk mengetahui berapa jumlah gula dalam media yang digunakan *Acetobacter xylinum* untuk metabolisemnya selama waktu fermentasi. Hasilnya diketahui berdasarkan sisa total gula dalam produk nata yang dihasilkan. Besar kecilnya nilai penggunaan gula disebabkan oleh aktivitas *Acetobacter xylinum* dalam memanfaatkan sumber karbon yang

dikonversi menjadi selulosa. Adanya pengaruh penambahan konsentrasi gula tertentu juga mempengaruhi pertumbuhan *Acetobacter xylinum*.

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa statistik menunjukkan bahwa interaksi variasi konsentrasi gula kelapa dan starter *Acetobacter xylinum* tidak berpengaruh nyata terhadap kadar sisa gula total *nata de leri*, yaitu  $F_{hitung}$  (0.923) <  $F_{tabel}$  0.01% (5.09), sehingga tidak dilakukan uji lanjut Duncan. Berikut disajikan grafik persentase penggunaan gula kelapa oleh *Acetobacter xylinum* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Sisa Total Gula *Nata de Leri*

Berdasarkan gambar 4.4 menunjukkan bahwa penurunan kadar gula tertinggi terjadi pada perlakuan G3S3, yaitu konsentrasi gula kelapa 20% dan starter 15%. Nilai tersebut menunjukkan bahwasanya kadar gula akan menurun seiring pertambahan gula kelapa dan starter. Ketersediaan sumber karbon yang tinggi mencukupi kebutuhan *Acetobacter xylinum* yang jumlahnya juga tinggi menyebabkan koloni dapat melakukan metabolismenya secara maksimal. Selain

itu, starter yang diinokulasikan dalam media juga telah berada pada fase eksponensial sehingga gula sebagai sumber karbon yang digunakan untuk metabolisme bakteripun semakin banyak.

Menurut Djajati (2006) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa semakin rendah penambahan gula, maka kadar gula total juga akan semakin rendah seiring dengan lamanya proses fermentasi. Hal ini disebabkan karena sukrosa mengandung nutrisi (sumber karbon) yang dibutuhkan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk pertumbuhan dan aktivitas metabolismenya. Sukrosa akan diubah menjadi selulosa atau serat yang menyerap kandungan gula pada media dan terbentuknya selulosa yang meningkat menyebabkan struktur serat menjadi rapat, sehingga total gula setelah fermentasi pada nata menjadi rendah. Ardheniata (2008) juga menyatakan bahwa pada konsentrasi substrat yang rendah menyebabkan kecepatan pertumbuhan bakteri biasanya juga rendah.

Salah satu keuntungan penggunaan gula kelapa dalam penelitian ini adalah karena sukrosa dalam gula kelapa sebagian besar sudah terhidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa selama proses pemasakan nira kelapa, sehingga *Acetobacter xylinum* lebih mudah mengonversi gula menjadi selulosa dalam waktu yang lebih singkat, dalam penelitian ini waktu fermentasi maksimal adalah 12 hari.

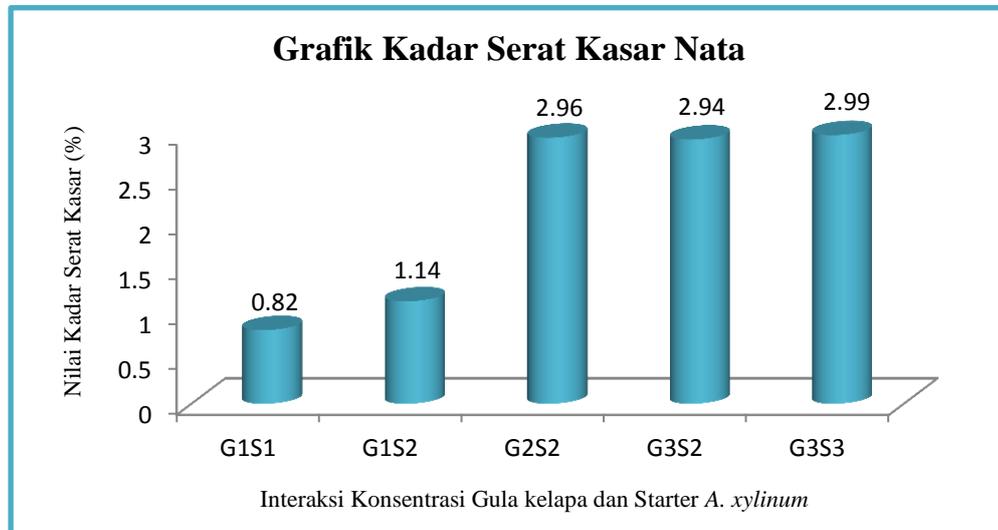
Keuntungan lain penggunaan gula kelapa adalah ketersediaan mineral dan elemen-elemen lain yang jumlahnya lebih besar menunjang pertumbuhan dan metabolisme *Acetobacter xylinum* dalam menghasilkan selulosa. Menurut hasil penelitian *The Philippine Food and Nutrition Research Institute* (2000)

menyatakan kandungan mineral baik makro maupun mikro yang tersedia dalam gula kelapa lebih banyak dibandingkan dengan gula pasir. Meskipun kadar gula pada gula kelapa lebih rendah, namun kebutuhan akan komponen lain yang menunjang pertumbuhan dan metabolisme *Acetobacter xylinum* dapat terpenuhi.

Suryani (2010) menambahkan bahwa *Acetobacter xylinum* dapat mensintesa sebagian gula menjadi selulosa dan sebagian lagi diurai menjadi asam asetat yang akan menurunkan pH medium. Penurunan pH melewati pH optimum dapat menyebabkan terganggunya proses fermentasi nata, serta terurainya kembali selulosa menjadi glukosa yang dapat teroksidasi lagi menjadi asam asetat. Penambahan sukrosa yang melewati kadar optimum kedalam medium, maka akan lebih banyak gula yang diubah menjadi asam asetat.

#### **4.4 Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Serat Kasar *Nata de Leri***

Jenis serat pada nata adalah serat kasar atau disebut serat tidak larut air. Analisa kadar serat kasar dilakukan pada beberapa perlakuan yang mewakili rata-rata ketebalan *nata de leri* dari yang terendah hingga yang paling tinggi, yaitu pada perlakuan G1S1, G1S2, G2S1, G3S2, dan G3S3. Berdasarkan hasil analisa menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gula kelapa dan starter, maka semakin tinggi pula kadar serat yang dihasilkan. Berikut disajikan grafik persentase kadar serat kasar *nata de leri*:



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Kadar Serat Kasar *Nata de Leri*

Berdasarkan gambar 4.4 menunjukkan bahwa kadar serat kasar paling rendah adalah pada perlakuan G1S1, yaitu konsentrasi gula kelapa 10% dan starter 5%. Sedangkan hasil tertinggi adalah pada perlakuan G3S3, yaitu konsentrasi gula kelapa 20% dan starter 15%. Perlakuan G2S2 dan G3S2 juga menunjukkan hasil serat kasar yang tidak jauh berbeda dengan perlakuan G3S3, yaitu penambahan konsentrasi gula kelapa 15% dan konsentrasi starter 10%. Nilai tersebut menunjukkan bahwasanya kadar serat *nata de leri* akan tinggi seiring pertambahan gula kelapa dan starter.

Tingginya persentase serat kasar yang dihasilkan tidak lepas dari pengaruh starter yang diinokulasikan. Aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* dalam produksi selulosa juga bergantung pada kemampuan bakteri dalam merombak sukrosa menjadi selulosa. Berdasarkan hasil di atas menunjukkan bahwa *Acetobacter xylinum* pada konsentrasi 10% dan 15% memanfaatkan sumber karbon dengan maksimal, sehingga serat kasar yang dihasilkan juga

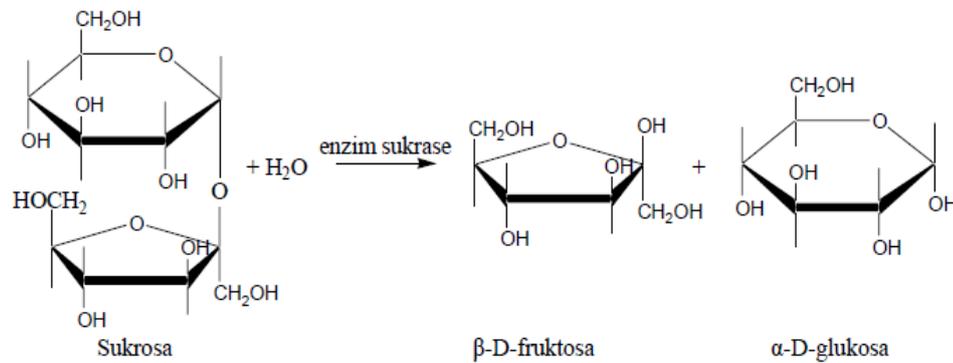
semakin tinggi. Sebagaimana menurut Frazier (1974) dalam Djajati (2006) menyatakan bahwa *Acetobacter xylinum* dalam pertumbuhannya memerlukan kondisi yang optimum yaitu dalam medium yang cukup mengandung nutrisi untuk pertumbuhan bakteri, yaitu sumber karbon (sukrosa) 10% - 20%.

Menurut Wijayanti (2010) menjelaskan bahwa persentase serat kasar yang tinggi dipengaruhi oleh aktivitas dari *Acetobacter xylinum* pada proses metabolisme glukosa menjadi selulosa. hal ini dapat dilakukan apabila nutrisi yang tersedia pada medium cukup. Banyaknya mikroorganisme yang tumbuh pada suatu media dipengaruhi oleh nutrisi yang terkandung pada media. Effendi (2006) menambahkan bahwa perbandingan antara serat dan kekenyalan berbanding lurus, artinya semakin banyak kandungan serat maka semakin kenyal tekstur nata.

Proses pembentukan selulosa diawali dengan pemecahan sukrosa oleh *Acetobacter xylinum*, selanjutnya akan diubah menjadi selulosa dan asam-asam organik lainnya yang membuat nata terasa asam. Untuk menghilangkan rasa asam tersebut, nata harus melalui proses perendaman dan perebusan hingga rasa asamnya hilang. Sintesis selulosa ini merupakan proses yang panjang dan rumit. Proses ini dilakukan oleh mikroorganisme dan membutuhkan waktu selama lebih kurang 12 hari.

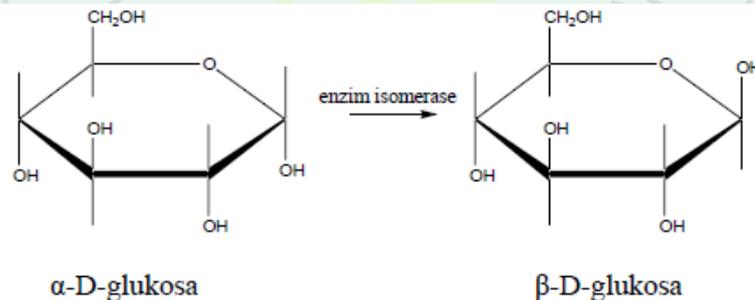
Menurut Piluharto (2001), mekanisme pembentukan selulosa oleh bakteri *Acetobacter xylinum* terdiri dari empat tahapan. Tahap pertama adalah hidrolisis gula sukrosa. Sukrosa dihidrolisis dengan menggunakan enzim sukrase atau enzim invertase, yaitu suatu jenis protein yang berperan sebagai katalis dalam

pengubahan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



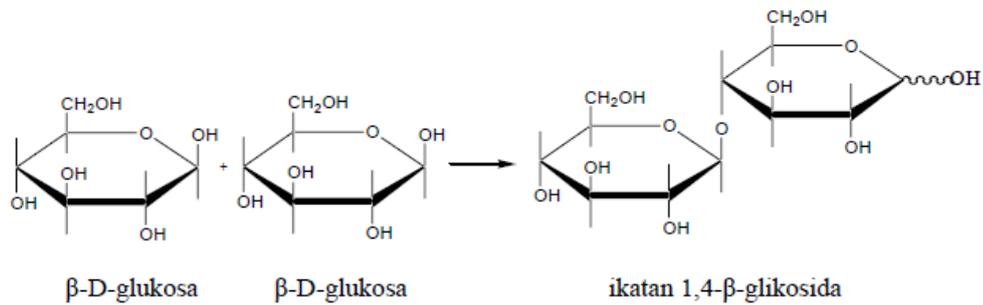
Gambar 4.6 Reaksi Hidrolisis Sukrosa

Tahapan kedua adalah reaksi perubahan intramolekuler α-D-glukosa dan β-D-glukosa dengan menggunakan enzim isomerase yang terdapat pada bakteri *Acetobacter xylinum*. Proses pengubahan ini disebabkan glukosa yang berperan dalam pembentukan selulosa adalah glukosa dalam bentuk β.



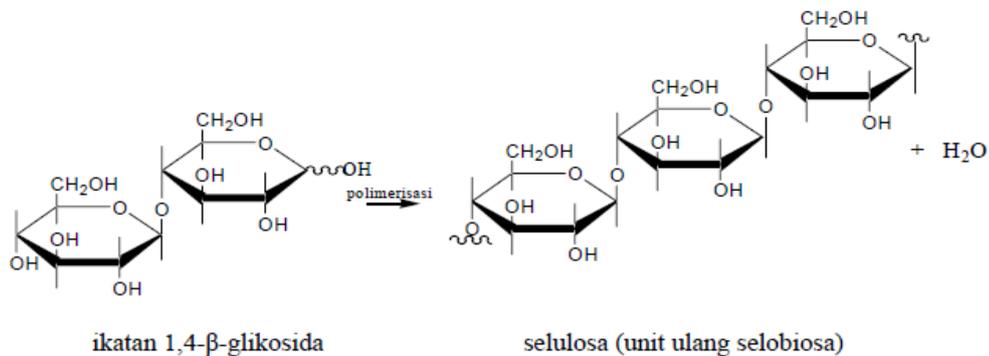
Gambar 4.7 Reaksi Perubahan α-D-glukosa menjadi β-D-glukosa

Tahapan ketiga adalah reaksi intermolekuler glukosa melalui ikatan 1,4 β-glikosida, reaksinya sebagai berikut:



Gambar 4.8 Reaksi Pembentukan ikatan 1,4  $\beta$ -glikosida

Tahapan terakhir adalah reaksi polimerisasi. Reaksi polimerisasi ini merupakan reaksi pembentukan selulosa bakteri *Acetobacter xylinum*, dengan unit ulangnya adalah selobiosa. Jenis polimerisasinya adalah polimerisasi kondensasi dengan mengeliminasi air.



Gambar 4.9 Reaksi Pembentukan Selulosa Bakteri *Acetobacter xylinum*

Selulosa nata tidak lain adalah kapsula (*slim layer = gelatinous envelopes*) yang terdapat di luar dinding sel dan merupakan hasil sekresi sel bakteri *Acetobacter xylinum*. Lapisan selulosa nata tersebut sebagian terdiri dari cairan yang mengandung sel-sel bakteri yang dirangkaikan oleh serabut halus (mikrofibril) selulosa yang saling berkaitan. Oleh karena itu, kegiatan

pertumbuhan bakteri dapat digunakan sebagai dasar pengukuran pertumbuhan bakteri tersebut (Ratnawati, 2007).

*Insoluble Dietary Fiber* (IDF) diartikan sebagai serat pangan yang tidak larut dalam air panas maupun air dingin. Serat yang tidak larut air baik untuk kesehatan usus, memperlancar keluarnya feses dan mencegah wasir. FDA mengategorikan suatu produk makanan sebagai sumber serat jika makanan tersebut mengandung serat makanan sebesar 2 gram persaji (Siagian, 2003).

#### **4.5 Produk Fermentasi Nata dalam Perspektif Hukum Islam**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh konsentrasi gula kelapa dan starter bakteri *Acetobacter xylinum* telah membuktikan bahwa produk *nata de leri* mengandung kadar serat tinggi, sehingga baik dikonsumsi sebagai makanan tambahan guna menunjang kesehatan, khususnya fungsi pencernaan. Serat yang terkandung dalam nata sangat dibutuhkan dalam proses metabolisme tubuh setiap harinya yang berfungsi untuk memperlancar penyerapan makanan di dalam usus.

Proses fermentasi nata sebagaimana telah dijelaskan menunjukkan adanya aktivitas bakteri yang mengubah sukrosa menjadi selulosa. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan berbagai penelitian lainnya mengenai produk nata telah menunjukkan bahwa nata merupakan produk makanan fermentasi yang kaya akan serat dan sangat baik bila dikonsumsi menurut kadarnya sebagai penunjang kesehatan tubuh. Sebagaimana perintah Allah SWT kepada manusia untuk memilih makanan yang sehat menurut aturan hukum Islam telah dijelaskan dalam Al-Qur'an sebagai berikut:

وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ

*Artinya: “Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezkikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya” (Qs. Al-Maidah: 5/88).*

Menurut Tafsir Ibnu Katsir (1999: 141) menfasirkan surat Al-Maidah ayat 88 sebagai berikut:

“Allah SWT memerintahkan untuk memakan makanan yang halal lagi baik yang telah direzkikan kepada manusia, dan setelah itu manusia diperintahkan untuk bertaqwa kepada-Nya dalam segala urusan manusia, taat kepada-Nya, mencari keridhaan-Nya, dan tidak menyalahi serta mendurhakai-Nya yang mana manusia beriman kepada-Nya .”

Sedangkan, dalam tafsir Al-Misbah (2002: 231) menafsirkan bahwa sesungguhnya Allah SWT menganjurkan kepada manusia untuk memakan makanan dan minuman yang halal dan baik untuk dikonsumsi sehari-hari. *Dan makanlah makanan yang halal*, yakni yang bukan haram *lagi baik*, lezat, bergizi dan berdampak positif bagi kesehatan *dari apa yang Allah telah rezkikan kepada kamu, dan bertaqwalah kepada Allah* dalam segala aktivitas kamu yang kamu *terhadap-Nya adalah mu'minin*, yakni orang yang mantap keimanannya. Yang dimaksud dengan kata *makan* dalam ayat ini adalah segala aktivitas manusia. Pemilihan kata *makan* disamping karena ia merupakan kebutuhan pokok manusia, juga karena makanan mendukung aktivitas manusia. Tanpa makan manusia lemah dan tidak dapat melakukan aktivitas.

Konsep kehalalan produk mikrobial telah disepakati oleh Ulama sebagaimana tercantum dalam fatwa MUI No.01 Tahun 2010 yang mengatur penggunaan mikroba dan produk mikrobial dalam pangan, menetapkan hukum

yang sesuai dengan syari'at bahwa mikroba selama tidak membahayakan dan tidak najis hukumnya halal, dan mikroba yang tumbuh pada media pertumbuhan yang suci maka hukumnya adalah halal.

Sebagaimana telah diketahui, bakteri *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri yang menguntungkan sebab aktivitas metabolismenya dalam produksi selulosa. Selain itu media pertumbuhannya yaitu air cucian beras adalah suci karena air yang digunakan dalam proses pencucian beras adalah air mutlaq. Berdasarkan dalil-dalil yang telah dijelaskan di atas, maka dalam penelitian ini dapat diketahui bahwasanya dalam proses pembuatan *nata de leri*, mulai dari bahan-bahan yang digunakan, proses fermentasi di dalamnya, hingga produk nata yang terbentuk merupakan suatu proses yang halal sehingga dapat dikonsumsi dan dapat dipatenkan kehalalannya.

Ayat-ayat Al-Qur'an sebagaimana yang telah disebutkan merupakan salah satu dari ayat-ayat Allah SWT lainnya yang menginspirasi penelitian ini. Pemilihan ayat-ayat tersebut dilihat dan dipelajari berdasarkan makna dari beberapa mufassir terkemuka, kemudian diintegrasikan dengan ilmu pengetahuan.

Al-Qur'an merupakan inspirator utama sekaligus sebagai petunjuk (*al-Huda*) bagi manusia dalam melakukan seluruh aktivitasnya, begitu pula dengan aktivitas eksperimen dalam rangka mengembangkan ilmu pengetahuan. Semua hal yang berhubungan dengan ketuhanan, akhlak, bahkan alam semesta beserta isi dan fungsinya telah Allah SWT informasikan dalam kalam-kalam-Nya. Sebagaimana Allah berfirman dalam surat Asy-Syuraa ayat 51:

وَمَا كَانَ لِبَشَرٍ أَنْ يُكَلِّمَهُ اللَّهُ إِلَّا وَحْيًا أَوْ مِنْ وَرَاءِ حِجَابٍ أَوْ يُرْسِلَ رَسُولًا فَيُوحِيَ بِإِذْنِهِ

مَا يَشَاءُ إِنَّهُ عَلِيُّ حَكِيمٌ

*Artinya: “Dan tidak ada bagi seorang manusiapun bahwa Allah berkata-kata dengan dia kecuali dengan perantaraan wahyu atau di belakang tabir atau dengan mengutus seorang utusan (malaikat) lalu diwahyukan kepadanya dengan seizin-Nya apa yang Dia kehendaki. Sesungguhnya Dia Maha Tinggi lagi Maha Bijaksana” (Asy-Syuraa: 42/51).*

Menurut tafsir Jalalain (2010: 367) menafsirkan surat Asy-Syuraa ayat 7 sebagai berikut:

“(dan tidak mungkin bagi seorang manusia pun bahwa Allah berkata-kata dengan dia kecuali) dengan perantaraan (wahyu) yang Dia wahyukan kepadanya di dalam tidurnya atau melalui ilham (atau) melainkan (di belakang tabir) seumpamanya Allah memperdengarkan kalam-Nya kepadanya, tetapi dia tidak dapat melihat-Nya, sebagaimana yang telah terjadi pada Nabi Musa a.s. (atau) kecuali (dengan mengutus seorang utusan) yakni malaikat, seperti Jibril (lalu diwahyukan kepadanya) maksudnya, utusan itu menyampaikan wahyu-Nya kepada rasul yang dituju (dengan seizin-Nya) dengan seizin Allah (apa yang Dia kehendaki) apa yang Allah kehendaki. (Sesungguhnya Dia Maha Tinggi) dari sifat-sifat yang dimiliki oleh semua makhluk (lagi Maha Bijaksana) di dalam perbuatan-Nya”.

Tafsir Al-Misbah (2002: 221) menafsirkannya bahwa seorang manusia tidak akan diajak bicara oleh Allah kecuali melalui wahyu yaitu pengutaraan tutur ke dalam kalbu baik berupa ilham maupun mimpi, atau dengan cara memperdengarkan suara ilahi tanpa si pendengar dapat melihat pembicaranya. Dapat juga dengan cara mengutus malaikat yang dapat dilihat dan dapat didengar suaranya untuk kemudian mewahyukan kepadanya dengan izin Allah, apa saja yang dikehendaki-Nya. Allah benar-benar Mahaluhur, tidak dapat dicegah, lagi Mahabijaksana atas segala urusan- Nya.

Ayat di atas merupakan penegasan Allah SWT bahwasanya Dia telah berkomunikasi dengan makhluk-Nya melalui ayat-ayat yang telah Dia wahyukan kepada Muhammad SAW melalui malaikat Jibril. Ayat-ayat tersebut dirangkai menjadi satu kesatuan yang termaktub dalam kitab suci *Al-Qur'anul karim*. Al-Qur'an adalah buku panduan yang sempurna bagi orang-orang yang mengkajinya. Jadi jelaslah bahwa Allah SWT telah menyampaikan petunjuk kepada manusia untuk menuju kemaslahatan hidup dan keselamatan berada pada yang lurus. Tidak hanya dalam urusan beribadah kepada-Nya, tetapi Al-Qur'an juga merupakan kitab ilmu pengetahuan yang kehadirannya selalu relevan dengan pembuktian-pembuktian aktivitas ilmiah yang maju pada masa ini.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ini, dapatlah diambil pelajaran dan hikmah dari setiap prosesnya. Maha Kuasa Allah SWT yang telah menciptakan langit dan bumi dengan seluruh kekayaan alamnya untuk kemaslahatan hidup manusia. Semua ciptaan-Nya baik yang hidup maupun yang mati, yang kecil hingga yang besarpun sudah pasti memiliki manfaat dan fungsinya masing-masing. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi limbah air cucian beras dan sumber daya alam lainnya, khususnya gula kelapa dapat digunakan semaksimal mungkin untuk kemaslahatan umat manusia. Dengan ini, semoga kita sebagai khalifah di bumi bertambah keimanan dan ketaqwaannya, serta dapat selalu bersyukur atas kelimpahan rahmat dan karunia-Nya. *Wallahu a'lam bishowab...*

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada pengaruh variasi konsentrasi gula kelapa dan konsentrasi starter *Acetobacter xylinum* terhadap kualitas fisik dan kimiawi *nata de leri*. Ketebalan tertinggi sebesar 10.66 mm; kadar air terendah sebesar 74.59%; kadar gula total tertinggi sebesar 6.46%; dan kadar serat kasar tertinggi sebesar 2.99%. Kombinasi perlakuan terbaik pembuatan *nata de leri* adalah penambahan gula kelapa sebesar 15-20% dan volume starter sebesar 10-15%.

#### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan uji kadar vitamin B<sub>1</sub> pada *nata de leri*.
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi dan terhadap kualitas nata yang terbentuk.
3. Perlu dikaji lebih lanjut mengenai masa simpan *nata de leri* yang dihasilkan.
4. Perlu dilakukan uji organoleptik untuk mengetahui kesukaan dan minat masyarakat terhadap produk *nata de leri* dengan gula kelapa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Wahyudi. 2002. *Pengaruh Jumlah Gula dan Jumlah Starter pada Pembuatan Nata de Soya*. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian USU Medan
- Al-Imam Abul Fida Isma'il Ibnu Katsir Ad-Dimasyiqi. 1994. *Tafsir Ibnu Katsir*. Bandung: Sinar Baru Algesindo
- Al-Maraghi, Ahmad Mustafa. 1984. *Tafsir Al-Maraghi Juz 18*. Semarang: Toha Putra Semarang
- Al-Maraghi, Ahmad Mustafa. 1984. *Tafsir Al-Maraghi Juz 19, Juz 21 dan Juz 23*. Semarang: Toha Putra Semarang
- Anderson JW, Deakins DA, Bridges SR., 1990. *Soluble Fiber, Hypocholesterolemic Effects and Proposed Mechanisms*. In: Kritchevsky D, Bonfield C and Anderson JW, editor
- Ardheniata, Minang. 2008. Kinetika Fermentasi pada The Kombucha dengan Variasi Jenis The Berdasarkan Pengolahannya. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Ar-Rifa'I, Muhammad N. 1999. *Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir*. Jakarta: Gema Insani Press
- Arviyanti, Erlina., Yulimartani, Nirma. 2009. Pengaruh Penambahan Air Limbah Tapioka pada Proses Pembuatan Nata. *Seminar Tugas Akhir S1. Teknik Kimia. UNDIP: Semarang*
- As-Sa'di, Abdurrahman Bin Nashir. 2007. *Tafsir As-Sa'di*. Jakarta: Pustaka Sahifa
- Babio, N., Balanza, R., Basulto, J., Bullo, M dan Salas-Salvado., J. 2010. Dietary fibre: influence on body weight, glycemc control and plasma cholesterol profile. *Nutr Hosp. 2010;25(3):327-340*
- Balai Besar Industri Hasil Pertanian, 2001. *Pembinaan dan pengembangan Pengujian Gula Kelapa di Kabupaten Blitar*. BBIHP Bogor

- Bielecki, Stanislaw., A. Krystynowicz., M. turkiewicz., H. Kalinowska. 2014. *Bacterial Cellulose*. Institute of Technical Biochemistry, Technical University of Lodz, Stefanowskiego
- Brown, R.M.Jr. 1996. The Biosynthesis of cellulose. *Journal of Macromolecular Science-Pure and applied Chemistry (33): 1345-1373*
- Buckle, K.A., R.A, Edwards., G.H, Fleet., M, Wootton. 2010. *Ilmu Pangan*. Jakarta: UI press
- Budhiyono, A., B, Roshidi., H. Taher., M. Iguchi. 1999. Kinetic Aspect of Bacterial Cellulose Formation in *nata de coco* Culture System. *Journal of Carbohydrate Polimer (40): 137-143*
- Chawla, PR., Bajai, IB., Survase, SA. & Singhal, RS. (2009). Microbial Cellulose: Fermentative Production and Applications. *Food Technology and Biotechnology, 47 (2), 107-124*
- Darmansyah. 2010. Avaluasi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Material Komposit Serat/Resin Berbahan Dasae Serat Nata de Coco dengan Penambahan Nanofiller. *Tesis*. Program Megister Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Departemen Agama RI. 2000. *Al-Qur'an dan Tafsirnya Jilid III*. Yogyakarta: PT. Dana Bhakti Wakaf
- Departemen Agama RI. 2000. *Al-Qur'an dan Tafsirnya Jilid V*. Yogyakarta: PT. Dana Bhakti Wakaf
- Djajati, Sri., U, Sarofa., Syamsul, A. 2006. *Pembuatan Nata de Manggo (Kajian: Konsentrasi Sukrosa dan lama Fermentasi)*. Jurusan Teknologi Pangan FTI-UPN Jatim
- Effendi, Daika S., S, Utami. 2006. Pengaruh Penggunaan Bahan dasar dan Jenis Gula Terhadap Tebal Lapisan dan Uji Organoleptik Nata. *Program Kreativitas Mahasiswa*. Jurusan Biologi FPMIPA IKIP PGRI Madiun
- Electrical Book (eBook) tentang Pangan. 2006. *Proses Pembuatan Nata de Coco Berkualitas*. (diakses 28/08/2014)

- Eskin, N.A.M., Handerson, H.M., Townsend, R.J. 1990. *Biochemistry of Foods*. New York: Academic Press
- Febrianti, Novi. 2010. Biosintesis Selulosa oleh *Acetobacter xylinum* Menggunakan Limbah Cair Tahu Sebagai Media Pertumbuhan Dengan Penambahan Molase. *Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi*. Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
- Fitriah, L. 2009. Pemanfaatan Air Cucian Beras sebagai Bahan Pembuatan Nata. (*Seminar Kimia*) Fakultas FMIPA Ilmu Keguruan dan Ilmu Pendidikan Mataram
- Hart, H., Craine, L.E., Hart, D.J. 2003. *Kimia Organik Edisi Kesebelas*. Jakarta: Erlangga
- Haryatni, T. 2002. Mempelajari pengaruh komposisi bahan terhadap mutu fisik dan stabilitas warna *nata de coco*. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB: Bogor
- Hassan, A. Q., M, Hamidy., Imran, AM., U, Fanany. 2001. *Terjemahan Nailul Authar*. Surabaya: PT. Bina Ilmu
- Hidayatullah, Rahmad. 2012. Pemanfaatan Limbah Air Cucian Beras Sebagai Substrat Pembuatan *nata de leri* Dengan Penambahan Kadar Gula Pasir dan Starter Berbeda. *Skripsi*. Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga: Yogyakarta
- Heryawan, K. 2001. Pengaruh Konsentrasi Gula dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Mutu *Nata de Pina*. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Unsyiah Banda Aceh
- Hesse, S., T, Kondo. 2005. Behavior of cellulose production of *Acetobacter xylinum* in <sup>13</sup>C-enriched cultivation media including movement on nematic ordered cellulose templates. *Journal of Carbohydrate Polymers (60): 457-465*
- Iskandar., M. Zaki., S. Mulyati., U. Fathanah., Indahsari., Juchairawati. 2010. Pembuatan Film Selulosa dari *Nata de Pina*. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol 7 No 3 Hal 105-111*

- Isti. 2005. *Pengembangan Produksi Bernilai Tambah Bandeng Tanpa Duri dan Nata Agar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Balai Pengembangan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan
- Jalaluddin, M., Al-Jalaluddin Asy-Syuyuthi. 2010. *Tafsir Jalalain*. Surabaya: Pustaka Elba
- Kurotsumi, A., C, Sasaki., Y, Yamashita., Y, Nakamura. 2009. Utilization of Varius Fruit Juice as Carbon Source for Production of Bacterial Cellulose by *Acetobacter xylinum* NRBC13693. *Journal of Carbo Vol 79 Page 333-335*
- Keputusan Fatwa Komisi Fatwa Majelis Ulama Indonesia Tentang Penetapan Produk Halal Tahun 2009
- Keputusan Fatwa Komisi Fatwa Majelis Ulama Indonesia Tentang Penggunaan Mikroba dan Produk Mikrobial dalam Produk Pangan Nomor 1 Tahun 2010
- Kholifah, Siti. 2010. Pengaruh penambahan ZA dan gula terhadap karakteristik fisik, organoleptik dan kandungan logam nata de coco. *Skripsi*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian IPB: Bogor
- Klemm, D., Heublein, B.,Bohn, A. 2005. Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewante Chemie International (44): 2258-3393*
- Kristianingrum, Susila. 2009. Analisa Nutrisi dalam Gula Semut (Gula Kelapa). *Kegiatan PPM Teknologi Pembuatan Gula Semut Aneka Rasa*. Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, UNY: Yogyakarta
- Lehninger, 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: Erlangga
- Muhammad, Abdullah. 2007. *Terjemahan Tafsir Ibnu Katsir Jilid I*. Jakarta: Pustaka Imam Syafi'i
- Munawar. 2009. *Bakteri Nata de Coco*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

- Nugraheni, M. 2007. *Nata dan Kesehatan*. Fakultas Teknik UNY: Yogyakarta
- Nur, A. 2009. *Karakteristik Nata De Cottonii Dengan Penambahan Dimetil Amino Fosfat (DAP) dan Asam Asetat Glacial*. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor
- Nurhasanah., Y, Siti., Nelly., Reka., Imam. 2010. *Potensi limbah air cucian beras sebagai media perbanyakan bakteri probiotik tanaman*. *Laporan Akhir Program Kreativitas Mahasiswa: IPB*
- Nursandi, Fatimah. 2008. *Efektifitas Air Kelapa dan Leri Terhadap Pertumbuhan Tanaman Hias Bromelia (Neoregelia carolinae) Pada Media Yang berbeda*. *Skripsi*. Program Studi Pertanian UMS: Surakarta
- Pambayun, Rindit. 2006. *Teknologi Pengolahan Nata de Coco*. Yogyakarta: Kanisius
- Pardosi, Demse. 2008. *Pembuatan Media Selulosa Bakteri Dalam Medium Air Kelapa Melalui Penambahan Sukrosa, Kitosan, dan Gliserol Menggunakan Acetobacter xylinum*. *Thesis*. Universitas Sumatera Utara: Medan
- Patria, Anshar., M. Muzaifa., Fadlan, H. 2011. *Pengaruh Jenis Bahan Baku, Konsentrasi Gula dan Ammonium Sulfat (ZA) dalam Perbanyakan Starter Nata (Acetobacter xylinum) Terhadap Kualitas Nata de Soya*. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Unsyiah Banda Aceh
- Philips, G.O and Williams, P.A. 2000. *Handbook of Hydrocolloids*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited
- Piluharto, Bambang. 2001. *Studi Awal Penggunaan Nata de Coco sebagai Membran Ultrafiltrasi*. *Tesis*. Program Magister Kimia. Institut Teknolgi Bandung
- Purwoko, T. 2009. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: Bumi Aksara
- Pontoh, Julius. 2013. *Penentuan Kadar Gula Merah Olahan Nira Kelapa dan Aren dengan Metode Enzimatik*. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas MIPA. Universitas Sam Ratulangi Manado

- Rachmat, A., Agustina, F. 2009. *Pembuatan Nata de Coco Dengan Fortifikasi Limbah Cucian Beras Menggunakan Acetobacter xylinum*. UNDIP: Semarang
- Ratnawati, D. 2007. Kajian Variasi Kadar Glukosa dan derajat Keasaman (pH) pada Pembuatan *Nata de Citrus* dari Jeruk Asam (*Citrus Limon L.*). *Jurnal Gradien Vol 3 (2) Hal 257-261*
- Santoso, H. 1993. *Pembuatan Gula Kelapa*. Yogyakarta: Kanisius
- Santoso, Budi. 2004. *Proses Pembuatan Gula dari Tebu pada PG X*. fakultas Teknik Industri Universitas Gunadarma
- Saragih, YP. 2004. *Membuat Nata De Coco*. Jakarta: Puspa Swara
- Siagian, A. 2003. Tentang serat Makanan. <http://www.kompas.co.id/kesehatan/news/0306/12/100654.htm> (diakses 11/12/2015)
- Shihab, Quraisy. 2002. *Tafsir Al Misbah Pesan Kesan dan Keserasian Al-Qur'an Vol 3 Surat Al-Maidah*
- SNI No 01-4317-1996. *Standar Mutu Produk Nata dalam Kemasan*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Suhendra, A. 2007. Potensi Es Krim Rumput Laut *Kappaphyus Alvarezii* Sebagai Pangan Fungsional. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya
- Sumiyati. 2009. Kualitas *Nata de Cassava* limbah Cair tapioka dengan Penambahan Gula Pasir dan Lama Fermentasi yang Berbeda. *Skripsi*. Pendidikan Biologi UMS: Surakarta
- Supriyo, Edy., Nugraheni., S, Sumardiyono. 2009. *Kenaikan Kadar Gula Sukrosa dalam Pembuatan Gula Merah (Studi Kasus Wonosobo)*. Program Studi Diploma III Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang
- Suryani, A., Hambali, E., Suryadarma, P. 2010. *Membuat Aneka Nata*. Jakarta: Penebar swadaya

- Suwardjono. 2001. Pengaruh Penggunaan Bahan Pengawet Alam Terhadap Kualitas Nira Kelapa yang Digunakan untuk Pembuatan Gula Kelapa di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Skripsi*. Lembaga Penelitian Universitas Terbuka
- Setyaningtyas, N., A, Kusrijadi., A, Suryatna. 2014. Pembuatan *Nata de Cassava* dari Kulit Singkong Menggunakan Sumber Nitrogen Ekstrak Tauge dan Kacang hijau. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia Jilid 5 No 2*
- Syukroni, Ikbal., K, Yulianti., A, Baehaki. 2013. Karakterisasi *Nata de Seaweed (Eucheuma cottonii)* dengan Perbedaan Konsentrasi Rumput Laut dan Gula Aren. *Jurnal Fishtech Vol II No I*
- Teknologi dan Industri Sumatera Barat, 2002. *Nata de coco*. [http://warintek\\_progressio.or.id/ttg/pangan/nata.html](http://warintek_progressio.or.id/ttg/pangan/nata.html) (diakses 2 Februari 2015)
- The Philippine Food and Nutrition Research Institute. 2000. *Glycemic Index of Coconut Palm Sugar* (analyzed by Philippine Coconut Authority – Plant and Tissue Analysis Laboratory)
- Triwododo, Agus. 2008. Perbandingan kadar alcohol dan asam asetat pada cuka air cucian beras. *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UMS: Surakarta
- Tsalgakas, Dimitrios. 2015. Bacterial Cellulose Thin-Film for Energy harvesting Applications. *Ph.D Dissertation*. Simonyi Károly Faculty of Engineering, Wood Science and Applied Arts. University of West Hungary
- Wijayanti, Fivien., S, Kumalaningsih., M, Effendi. 2010. Pengaruh Penambahan Sukrosa dan Asam Asetat Glacial Terhadap Kualitas *Nata* dari Whey Tahu dan Substrat Air Kelapa. *Jurnal Industri Vol 1 No 2 Hal 86-93*
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Utama
- Wulandari., G.M, Citra., M, Sri., S, Trisnowati. tanpa tahun. *Pengaruh air cucian beras merah dan beras putih terhadap pertumbuhan dan hasil selada (Lactuca sativa L.)*. Yogyakarta: Fakultas Pertanian Gadjah Mada

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Ayat-Ayat Al-Qur'an yang Berkaitan dengan Penelitian

#### 1. Qs. Al-Imraan: 03/ 190-191

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَبْصَارِ ﴿١٩٠﴾  
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ  
رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

*Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia. Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka" (QS. Ali-Imran: 3/ 190-191).*

#### 2. Qs. Asy-Syu'araa: 26/ 7-8

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَةً وَمَا كَانَ  
أَكْثَرُهُمْ مُّؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

*Artinya: "Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah. Dan kebanyakan mereka tidak beriman" (Qs. Asy-Syu'araa: 26/7-8).*

#### 3. Qs. Al-Baqarah: 02/ 168

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ  
مُّبِينٌ

Artinya: "Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu" (Qs. Al-Baqarah: 2/168).

4. Qs. An-Nahl: 16/ 67

وَمِنْ ثَمَرَاتِ النَّخِيلِ وَالْأَعْنَابِ تَتَّخِذُونَ مِنْهُ سَكَرًا وَرِزْقًا حَسَنًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya: "Dan dari buah kurma dan anggur, kamu buat minuman yang memabukkan dan rezki yang baik. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang memikirkan" (Qs.An-Nahl: 16/67).

5. Qs. Saba': 34/ 3

وَقَالَ الَّذِينَ كَفَرُوا لَا تَأْتِينَا السَّاعَةُ قُلْ بَلَىٰ وَرَبِّي لَتَأْتِيَنَّكُمْ عَالِمِ الْغَيْبِ لَا يَعْزُبُ عَنْهُ مِثْقَالُ ذَرَّةٍ فِي السَّمَاوَاتِ وَلَا فِي الْأَرْضِ وَلَا أَصْغَرُ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرُ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُّبِينٍ

Artinya: "Dan orang-orang yang kafir berkata: 'Hari berbangkit itu tidak akan datang kepada kami'. Katakanlah: 'Pasti datang, demi Tuhanku Yang mengetahui yang ghaib, sesungguhnya kiamat itu pasti akan datang kepadamu. Tidak ada tersembunyi daripada-Nya seberat zarahpun yang ada di langit dan yang ada di bumi dan tidak ada (pula) yang lebih kecil dari itu dan yang lebih besar, melainkan tersebut dalam Kitab yang nyata (Lauh Mahfuzh)" (QS. Saba': 34/ 3).

6. Qs. Al-Furqaan: 25/ 02

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُن لَّهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا

Artinya: “yang kepunyaan-Nya lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan (Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya” (Qs. Al-Furqaan: 25/ 02).

7. Qs. Al-Maidah:5/ 88

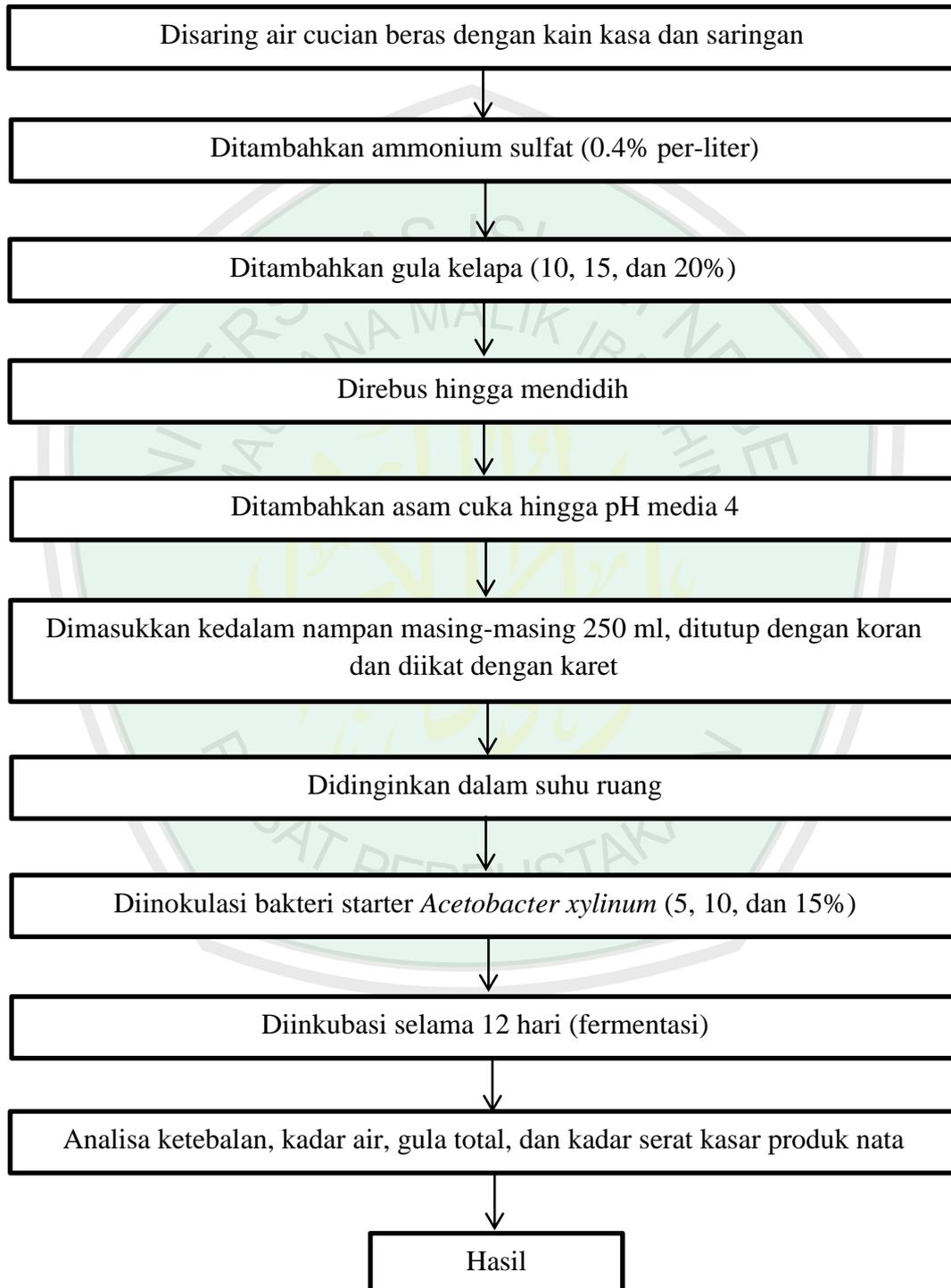
وَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي أَنْتُمْ بِهِ مُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah telah rezkikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya” (Qs. Al-Maidah: 5/88).

8. Qs. Asy-Syuraa: 42/51

وَمَا كَانَ لِبَشَرٍ أَنْ يُكَلِّمَهُ اللَّهُ إِلَّا وَحْيًا أَوْ مِنْ وَرَاءِ حِجَابٍ أَوْ يُرْسِلَ رَسُولًا فَيُوحِيَ بِإِذْنِهِ  
مَا يَشَاءُ إِنَّهُ عَلِيُّ حَكِيمٌ

Artinya: “Dan tidak ada bagi seorang manusiapun bahwa Allah berkata-kata dengan dia kecuali dengan perantaraan wahyu atau di belakang tabir atau dengan mengutus seorang utusan (malaikat) lalu diwahyukan kepadanya dengan seizin-Nya apa yang Dia kehendaki. Sesungguhnya Dia Maha Tinggi lagi Maha Bijaksana” (Asy-Syuraa: 42/51).

**Lampiran 2. Diagram Alir Penelitian**

### Lampiran 3. Data Hasil Analisa Kualitas Fisik dan Kimiawi *Nata de Leri*

Data 1. Analisa Proksimat Bahan Baku Nata

Parameter	Air Cucian Beras I	Air Cucian Beras II	Gula Kelapa
Protein (%)	0,11	0,06	1,15
Lemak (%)	0,08	0,05	0,17
Air (%)	99,6	99,73	7,46
Abu (%)	0,09	0,06	2,04
Karbohidrat (%)	0,12	0,10	89,18

Data 2. Analisa Ketebalan *Nata de Leri*

Konsentrasi Gula	Konsentrasi Starter	Ketebalan/ mm			Rata-rata
		I	II	III	
10%	5%	5.22	5.71	5.20	5.37
	10%	6.50	6.84	7.48	6.94
	15%	7.14	9.75	10.65	9.18
15%	5%	8.10	8.87	7.46	8.14
	10%	9.37	10.00	8.88	9.42
	15%	9.72	9.89	9.73	9.78
20%	5%	9.10	9.32	9.20	9.21
	10%	9.87	10.16	9.82	9.95
	15%	11.23	8.87	11.87	10.66

Data 3. Analisa Kadar Air *Nata de Leri*

Konsentrasi Gula	Konsentrasi Starter	Kadar Air (%)			Rata-rata
		I	II	III	
10%	5%	90.20	91.50	92.02	91.24
	10%	91.20	90.93	91.01	91.05
	15%	90.85	90.83	89.30	90.33
15%	5%	86.99	87.82	86.89	87.23
	10%	82.14	83.17	83.24	82.85
	15%	86.48	81.00	79.46	82.31
20%	5%	83.37	82.90	94.69	86.99
	10%	77.47	79.18	81.65	79.43
	15%	78.68	79.06	66.04	74.59

Data 4. Analisa Sisa Total Gula *Nata de Leri*

Konsentrasi Gula	Konsentrasi Starter	Total Gula (%)			Rata-rata
		I	II	III	
10%	5%	8.12	8.92	13.92	10.32
	10%	12.28	10.94	10.35	11.19
	15%	11.82	13.04	13.38	12.75
15%	5%	5.00	6.44	6.59	6.01
	10%	14.97	10.00	9.26	11.41
	15%	13.67	13.56	9.40	12.21
20%	5%	6.91	3.97	1.14	4.01
	10%	3.73	1.45	8.53	4.57
	15%	3.26	6.22	9.89	6.46

Data 5. Analisa Kadar Serat Kasar *Nata de Leri*

Perlakuan	Serat Kasar (%)
G1S1	0.82
G1S2	1.14
G2S2	2.96
G3S2	2.94
G3S3	2.99

## Lampiran 4. Contoh Perhitungan

### 4.1. Perhitungan Kadar Air

$$g \text{ air}/100g \text{ bahan} = \frac{W - (W_1 - W_2)}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W = bobot contoh sebelum dikeringkan (g)

W<sub>1</sub> = bobot contoh + cawan sesudah dikeringkan (g)

W<sub>2</sub> = bobot cawan kosong (g)

Satuan akhir kandungan air = g/100 g (basis basah)

$$\begin{aligned} 1. \ g \text{ air}/100g \text{ bahan} &= \frac{W - (W_1 - W_2)}{W} \times 100\% \\ &= \frac{2.09 - (43.283 - 43)}{2.09} \times 100\% \\ &= \frac{1.807}{2.09} \times 100\% \\ &= 86.48\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \ g \text{ air}/100g \text{ bahan} &= \frac{W - (W_1 - W_2)}{W} \times 100\% \\ &= \frac{2.05 - (39.382 - 39)}{2.05} \times 100\% \\ &= \frac{1.645}{2.05} \times 100\% \\ &= 78.68\% \end{aligned}$$

#### 4.2 Perhitungan Total Gula

##### ❖ Pembuatan Larutan Stok

$$\begin{aligned} \text{Larutan Stok } 1000 \text{ ppm} &= \frac{1000 \text{ mg}}{L} \\ &= \frac{1 \text{ g}}{L} \\ &= \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ ml}} \end{aligned}$$

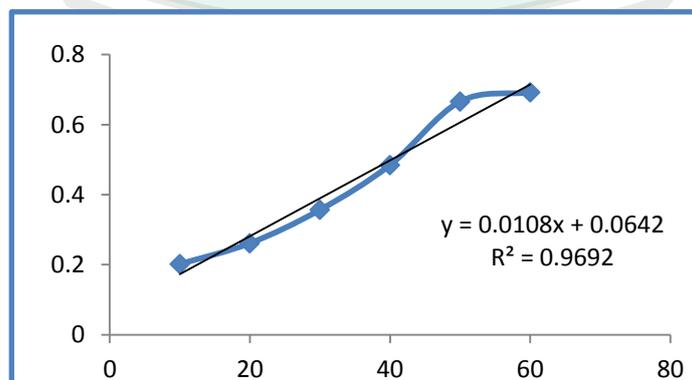
$$\text{Pembuatan larutan stok } 100 \text{ ppm} = \frac{0,1 \text{ g (ml)}}{1000 \text{ ml}} \quad (\text{Larutan stok yang dipakai adalah } 100 \text{ ppm})$$

##### ❖ Pembuatan konsentrasi larutan glukosa standart 10 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 100 \text{ ppm} &= 20 \times 10 \\ V_1 &= \frac{20 \text{ ml} \times 10 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}} \\ V_1 &= 2 \text{ ml} \end{aligned}$$

(Pembuatan larutan glukosa standart 10 ppm dibutuhkan 2 ml larutan stok + 18 ml aquades)

##### ❖ Grafik dan hasil Persamaan Kurva standart Glukosa



❖ Hasil Absorbansi Sampel = 0.315 ppm

$$\text{Konsentrasi glukosa sampel (x)} = y = 0.0108x + 0.0642$$

$$0.315 = 0.0108x + 0.0642$$

$$0.0108x = 0.315 - 0.0642$$

$$0.0108x = 0.2508$$

$$x = 23.222 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{konsentrasi sampel untuk analisa (y)} &= \frac{1 \text{ g (ml)}}{5000 \text{ ml}} \\ &= \frac{1000 \text{ ml}}{5 \text{ L}} \\ &= \frac{200 \text{ mg}}{1 \text{ L}} \\ &= 200 \text{ ppm} \end{aligned}$$

❖ Total Gula

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Konsentrasi glukosa sampel berdasarkan kurva standart (x)}}{\text{Konsentrasi sampel untuk analisa (y)}} \times fp \times 100\% \\ &= \frac{23.222 \text{ ppm}}{200 \text{ ppm}} \times 100\% \\ &= 11.6596 \% \end{aligned}$$

*\*tidak dikalikan dengan faktor pengenceran karena sampel berbentuk cair, sehingga nilai Fp (5000) sudah dimasukkan dalam rumus konsentrasi sampel untuk analisa.*

**Lampiran 5. Analisa Statistik Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Kualitas Fisik dan Kimiawi Nata de Leri**

**5.1 Analisa Ketebalan *Nata de Leri***

**Univariate Analysis of Variance**

**Between-Subjects Factors**

		Value Label	N
Gula	1	konsentrasi 10%	9
	2	konsentrasi 15%	9
	3	konsentrasi 20%	9
Starter	1	konsentrasi 5%	9
	2	konsentrasi 10%	9
	3	konsentrasi 15%	9

**Tests of Between-Subjects Effects**

**Dependent Variable: ketebalan**

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	65.990 <sup>a</sup>	8	8.249	10.575	.000
Intercept	2061.941	1	2061.941	2.644E3	.000
Gula	36.476	2	18.238	23.383	.000
Starter	23.748	2	11.874	15.223	.000
Gula * Starter	5.765	4	1.441	1.848	.164
Error	14.040	18	.780		
Total	2141.970	27			
Corrected Total	80.029	26			

a. R Squared = .825 (Adjusted R Squared = .747)

## Post Hoc Test

### Konsentrasi Gula Kelapa Homogenous Subsets

#### Ketebalan Nata

##### Duncan

Gula	N	Subset	
		1	2
konsentrasi 10%	9	7.1656	
konsentrasi 15%	9		9.1133
konsentrasi 20%	9		9.9378
Sig.		1.000	.063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .780.

### Konsentrasi Starter Homogenous Subsets

#### Ketebalan Nata

##### Duncan

Starter	N	Subset		
		1	2	3
konsentrasi 5%	9	7.5756		
konsentrasi 10%	9		8.7689	
konsentrasi 15%	9			9.8722
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) = .780.

## 5.2 Analisa Kadar Air Nata

### Univariate Analysis of Variance

#### Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Gula	1	konsentrasi 10%	9
	2	konsentrasi 15%	9
	3	konsentrasi 20%	9
Starter	1	konsentrasi 5%	9
	2	konsentrasi 10%	9
	3	konsentrasi 15%	9

#### Tests of Between-Subjects Effects

##### Dependent Variable:kadar air

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	791.456 <sup>a</sup>	8	98.932	7.431	.000
Intercept	195597.249	1	195597.249	1.469E4	.000
Gula	512.285	2	256.142	19.239	.000
Starter	68.319	2	34.160	2.566	.105
Gula * Starter	210.852	4	52.713	3.959	.018
Error	239.651	18	13.314		
Total	196628.356	27			
Corrected Total	1031.107	26			

a. R Squared = .768 (Adjusted R Squared = .664)

## Post Hoc Test

### Konsentrasi Gula Kelapa Homogenous Subsets

#### Kadar Air Nata

##### Duncan

Gula	N	Subset		
		1	2	3
konsentrasi 20%	9	80.3378		
konsentrasi 15%	9		84.1322	
konsentrasi 10%	9			90.8711
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) = 13.314.

### Konsentrasi Starter Homogenous Subsets

#### Kadar Air Nata

##### Duncan

Starter	N	Subset
		1
konsentrasi 15%	9	82.8944
konsentrasi 10%	9	85.9044
konsentrasi 5%	9	86.5422
Sig.		.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 13.314.

### 5.3 Analisa Total Gula Nata

#### Univariate Analysis of Variance

##### Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Gula	1	konsentrasi 10%	9
	2	konsentrasi 15%	9
	3	konsentrasi 20%	9
Starter	1	konsentrasi 5%	9
	2	konsentrasi 10%	9
	3	konsentrasi 15%	9

##### Tests of Between-Subjects Effects

##### Dependent Variable: total gula

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	288.523 <sup>a</sup>	8	36.065	5.384	.001
Intercept	2076.122	1	2076.122	309.945	.000
Gula	201.335	2	100.668	15.029	.000
Starter	62.464	2	31.232	4.663	.023
Gula * Starter	24.724	4	6.181	.923	.472
Error	120.570	18	6.698		
Total	2485.216	27			
Corrected Total	409.094	26			

a. R Squared = .705 (Adjusted R Squared = .574)

## Post Hoc Test

### Konsentrasi Gula Kelapa Homogenous Subsets

#### Total Gula Nata

#### Duncan

Gula	N	Subset	
		1	2
konsentrasi 20%	9	5.0111	
konsentrasi 15%	9		9.8767
konsentrasi 10%	9		11.4189
Sig.		1.000	.222

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 6.698.

### Konsentrasi Starter Homogenous Subsets

#### Total Gula Nata

#### Duncan

Starter	N	Subset	
		1	2
konsentrasi 5%	9	6.7789	
konsentrasi 10%	9	9.0567	9.0567
konsentrasi 15%	9		10.4711
Sig.		.078	.261

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 6.698.

**Lampiran 6. Foto Kegiatan Penelitian**

	
Gula kelapa	Air cucian beras
	
Starter <i>Acetobacter xylinum</i>	Fermentasi nata de leri



*Nata de leri*



Jangka sorong



Pengukuran ketebalan *nata de leri*



Analisa kadar gula total *nata de leri*



Analisa kadar air *nata de leri*



KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jln. Gajayana No. 50 Malang Telp. (0341) 551354 Fax. (0341) 572533

**BUKTI KONSULTASI SKRIPSI**

**Nama** : Karina Dusthuri Alviani  
**NIM** : 11620040  
**Program Studi** : Biologi  
**Pembimbing I** : Ir. Liliek Harianie AR., M.P  
**Judul skripsi** : Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Kualitas Fisik dan Kimiawi *Nata de Leri*

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	03 Februari 2015	Pengajuan Judul Skripsi	1.
2.	24 Februari 2015	Konsultasi bab I, II, dan III	2.
3.	12 Maret 2105	Revisi bab I, II, dan III	3.
4.	21 Desember 2015	Konsultasi bab I- bab V	4.
5.	11 Januari 2016	Revisi bab I-bab V	5.
6.	13 Januari 2016	Acc bab I- bab V	6.

Malang, 18 Januari 2016

Mengetahui,  
Ketua Jurusan,

**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
**NIP. 19741018 200312 2 002**



KEMENTERIAN AGAMA RI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jln. Gajayana No. 50 Malang Telp. (0341) 551354 Fax. (0341) 572533

**BUKTI KONSULTASI AGAMA**

**Nama** : Karina Dusthuri Alviani  
**NIM** : 11620040  
**Program Studi** : Biologi  
**Pembimbing I** : M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I  
**Judul skripsi** : Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Kualitas Fisik dan Kimiawi Nata de Leri

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	18 Maret 2015	Konsultasi BAB I, II, dan III	1. [Signature]
2.	15 April 2015	Revisi BAB I, II, dan III	2. [Signature]
3.	28 Desember 2015	Konsultasi bab I- bab V	3. [Signature]
4.	12 Januari 2016	Revisi bab I-bab V	4. [Signature]
5.	12 Januari 2016	Acc bab I- bab V	5. [Signature]

Malang, 14 Januari 2016

Mengetahui,  
Ketua Jurusan,



**Dr. Evika Sandi Savitri, M.P**  
NIP. 19741018 200312 2 002