

## KARAKTERISTIK MUTU “NAYACO” BERDASARKAN VARIASI SUMBER NITROGEN

<sup>1</sup>Andi Maryam, <sup>2</sup>Junardi

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Sambas, Jalan Raya Sejangkung Sambas  
[andimaryam1985@gmail.com](mailto:andimaryam1985@gmail.com)

<sup>2</sup>Politeknik Negeri Sambas, Jalan raya Sejangkung Sambas  
[email\\_penulis2@mail.com](mailto:email_penulis2@mail.com)

### ABSTRAK

Sumber nitrogen merupakan nutrisi penting bagi pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam pembuatan nata. Penggunaan sumber nitrogen dalam pembuatan nata umumnya berupa pupuk urea, kontradiksi penggunaan urea pada produksi nata menimbulkan kekhawatiran masyarakat terkait keamanan konsumsi. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik mutu nata berdasarkan variasi sumber nitrogen antara lain urea, ZA, dan tauge. Jenis penelitian ini merupakan eksperimen tiga perlakuan dengan tiga kali pengulangan. Substrat nata berupa campuran air kelapa dan limbah cair tahudengan perbandingan 1:1. Mutu yang diamati meliputi rendemen, ketebalan, warna, dan kadar serat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sari tauge dan ZA sebagai sumber nitrogen memiliki rendemen yang lebih tinggi dibanding urea.

**Kata kunci:** *mutu nata, sumber nitrogen*

### 1. PENDAHULUAN

Sambas merupakan salah satu kabupaten di provinsi Kalimantan Barat yang berbatasan langsung dengan negara Malaysia yaitu Kuching-Sarawak. Sebagai daerah yang berbatasan langsung dengan negara luar, sudah selayaknya Sambas memiliki daya saing kuat dalam bidang perekonomian. Salah satu sumber perekonomian masyarakat Sambas adalah pertanian yang hingga saat ini terus mengalami perkembangan baik dari segi ragam hasil pertanian maupun berbagai produk olahan. Beragamnya hasil pertanian dan perkebunan di Sambas menuntut masyarakat agar selalu melakukan inovasi dan meningkatkan kreativitas dalam rangka menguatkan perekonomian baik industri kecil maupun industri berskala besar yang menghasilkan produk olahan hasil pertanian dan perkebunan.

Salah satu komoditas perkebunan yang terdapat di Sambas adalah kelapa rakyat. Beberapa daerah di Sambas hanya memanfaatkan kelapa sebagai produk komersial seperti kopra dan minyak goreng, sementara airnya hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal menjadi produk olahan sehingga masih menjadi limbah. Air kelapa mengandung zat gizi yang sangat potensial diolah menjadi produk pangan. Kandungan air kelapa seperti karbohidrat terutama glukosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan nata yang merupakan makanan fermentasi kaya serat.

Bahan baku yang dapat digunakan sebagai media nata adalah bahan baku yang kaya akan kandungan glukosa serta nutrisi lainnya seperti air kelapa, limbah cair tahu, air cucian beras (leri), sari buah nenas, serta sari buah lainnya. Nata yang diolah menggunakan bahan baku air kelapa disebut sebagai *nata de coco*, nata yang diolah menggunakan bahan baku limbah cair tahu disebut sebagai *nata de soya*, penggunaan air cucian beras sebagai bahan baku nata disebut *nata de leri*, sedangkan dari sari buah nenas disebut *nata de pina* dan dari campuran berbagai sari buah disebut nata de fruit.

Air kelapa di Sambas sangat mudah diperoleh terutama dari penjual kelapa parut ataupun penjual santan kelapa karena oleh penjual sendiri air kelapa tersebut hanya dimanfaatkan

sebagai pencuci daging kelapa sebelum diparut, atau bahkan hanya dibuang sebagai limbah. Selain diperoleh dari penjual santan kelapa, air kelapa juga dapat diperoleh dari petani kopra yang tersebar di beberapa desa daerah di kabupaten Sambas seperti Jawai, Pemangkat, Tekarang, Paloh, Sekura, dan Selakau. Oleh para petani kopra, air kelapa selama ini hanya dibuang sebagai limbah, dan hal ini merupakan potensi luar biasa dalam rangka menguatkan perekonomian masyarakat apabila dimanfaatkan untuk menghasilkan produk pangan yang memiliki nilai jual seperti produk nata. Selain melimpahnya air kelapa sebagai bahan baku pembuatan nata, limbah cair tahu juga potensial menjadi bahan baku pembuatan nata karena kaya akan nutrisi seperti karbohidrat dan nitrogen serta sangat mudah diperoleh di Sambas.

Pembuangan limbah cair tahu yang belum optimal menimbulkan pencemaran lingkungan sehingga diperlukan penanganan strategis dalam mengatasinya. Industri tahu di kabupaten Sambas tersebar di beberapa daerah seperti Jawai, Subah, dan kota Sambas. Satu industri tahu dapat menghasilkan limbah cair tahu 1.080 liter per harinya dengan rata-rata penggunaan kedelai per harinya 120 kg dan estimasi per kilogram kedelai 9 liter limbah cair (Maryam dan Sari, 2020).

Mengolah limbah cair tahu dan air kelapa menjadi nata merupakan salah satu solusi dalam menangani pencemaran lingkungan serta meningkatkan nilai tambah yang mampu menjadi lapangan pekerjaan sampingan bagi masyarakat bahkan bisa menjadi usaha utama dalam memproduksi nata mengingat di Sambas belum ada usaha tersebut padahal ketersediaan bahan baku sangat melimpah. Nata yang diolah dalam penelitian ini menggunakan campuran air kelapa dan limbah cair tahu selanjutnya disebut sebagai *nayaco* (nata de soyacoco). Air kelapa dan limbah cair tahu adalah sumber karbon yang merupakan nutrisi penting untuk pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* menghasilkan lapisan selulosa yang kemudian terakumulasi menjadi lapisan nata. Pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* juga sangat dipengaruhi oleh kandungan nitrogen di dalam media tumbuhnya. Sumber nitrogen yang umum digunakan adalah pupuk urea, namun penggunaan urea dalam produksi nata masih menjadi kontradiktif di kalangan konsumen. Selain pupuk urea sumber nitrogen untuk pertumbuhan bakteri nata adalah ZA *food grade*, ammonium sulfat dan ekstrak tauge (Widiyaningrum et al., 2017).

ZA menjadi pilihan para pelaku usaha nata karena memiliki izin resmi dari BPOM untuk digunakan sebagai bahan tambahan pembuatan nata selain ammonium sulfat, namun harga kedua sumber nitrogen ini masih tergolong mahal yaitu Rp. 1000 setiap gram sementara untuk memproduksi nata diperlukan 5 gram per liter bahan baku, dan untuk menghasilkan nata sebanyak 1 kilogram diperlukan 6-7 liter bahan baku yang berarti diperlukan 35 gram ZA dan/atau ammonium sulfat. Selain harga yang relatif tinggi, baik ZA maupun ammonium sulfat juga tidak tersedia di pasar Sambas, karena pembeliannya harus melalui toko resmi penjual bahan kimia, dan hal tersebut justru menambah biaya karena harus diperoleh melalui pembelian online yang tentu memerlukan biaya tambahan untuk ongkos kirim. Penggunaan ekstrak tauge sebagai sumber nitrogen dapat menjadi pilihan alternatif pembuatan nata, karena mengandung nitrogen yang tinggi dari sel meristem tunas muda kecambah kacang hijau, selain harga yang relatif murah, tauge juga mudah diperoleh di daerah Sambas.

Penelitian ini mengolah nata berbahan baku campuran air kelapa dan limbah cair tahu dengan penggunaan sumber nitrogen dari urea, *Zwavelzure Amoniak* (ZA) *food grade*, dan sari tauge. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi terkait nata dengan substrat campuran air kelapa dan limbah cair tahu dan sumber nitrogen yang menghasilkan nata dengan mutu terbaik. Dampak positif yang diperoleh dari penelitian ini sangat besar karena memanfaatkan bahan baku limbah dalam rangka menghasilkan produk berbasis zero waste yang memiliki nilai jual tinggi. Hasil penelitian ini juga diharapkan mampu mendukung misi pemerintah daerah dalam mewujudkan lingkungan yang bersih, masyarakat yang kreatif dan mandiri secara finansial, serta menjadi basis kekuatan ekonomi daerah Sambas khususnya. Ditambah lagi dengan adanya instruksi Presiden Nomor 1 2021 tentang percepatan pembangunan daerah perbatasan Aruk di kabupaten Sambas. Hal ini menjadi stimulus dalam meningkatkan nilai tambah air kelapa dan limbah cair tahu dalam mendukung penguatan perekonomian dari sektor teknologi industri komoditas kelapa rakyat dan hortikultura.

*Nata* berasal dari bahasa Spanyol yang berarti lapisan yang terapung. *Nata* adalah makanan olahan hasil fermentasi (*fermented food*) yang kaya akan serat. *Nata* memiliki ciri fisik

berwarna putih transparan menyerupai gel dengan tekstur kenyal. *Nata* merupakan selulosa yang membentuk gel terapung di permukaan media sebagai hasil aktifitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai residu metabolisme glukosa oleh *Acetobacter xylinum* menempel pada fibril polisakarida (lapisan selulosa *nata*) yang menyebabkan lapisan tersebut terapung (Majesty, 2015). Pertumbuhan *Acetobacter xylinum* dalam media yang cocok menghasilkan massa berupa lapisan tebal pada permukaan media. Lapisan *nata* di permukaan media mengandung 35-62% selulosa. *Nata* yang terbentuk merupakan akumulasi polisakarida ekstraseluler yang tersusun oleh jaringan mikrofibril/folikel tipe selulosa yang mempunyai struktur kimia seperti selulosa yang dibentuk oleh tumbuhan tingkat tinggi. Selulosa adalah polimer alam yang tidak bercabang dari glukosa berikatan dengan 1,4-β-glikosida. Serat selulosa memiliki kekuatan fisik yang terbentuk oleh fibril yang berpilin seperti spiral (Iguchi *et al.*, 2000).



**Gambar 1 Nata de soya Hasil Olahan Limbah Cair Tahu**  
Sumber: Maryam dan Sari (2020)

Bahan baku yang digunakan sebagai media pembuatan *nata* adalah bahan baku kaya akan glukosa atau gula. Gula tersebut merupakan sumber karbon yang sangat dibutuhkan selama proses fermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum* untuk membentuk *nata* (lapisan selulosa). Selain sumber karbon *Acetobacter xylinum* juga membutuhkan asam dan sumber nitrogen untuk pertumbuhannya sehingga mampu menghasilkan lapisan *nata* yang optimal. Fermentasi *nata* terjadi dalam kondisi aerob dengan suhu optimal 27°C sampai dengan 30°C (Iguchi *et al.*, 2000)

Penamaan *nata* menyesuaikan dengan bahan baku (substrat) yang digunakan seperti *nata de coco* yang diolah dari air kelapa, *nata de pina* diolah dari sari buah nanas, *nata de soya* diolah dari limbah cair tahu, *nata de leri* diolah dari air cucian beras, *nata de cassava* berasal dari singkong, dan *nata de aloe* berasal dari lidah buaya (Hamad *et al.*, 2017). *Nata* merupakan produk pangan rendah kalori karena tersusun atas selulosa yang tidak dapat dicerna oleh tubuh namun melancarkan pencernaan (Ernawati, 2012). Kualitas *nata* yang baik ditinjau dari kandungan gizinya seperti kadar serat, protein, lemak, dan kadar air. Syarat mutu *nata* menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) disajikan pada tabel 1.

Proses terbentuknya *nata* sangat dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu bahan baku sebagai substrat yang berperan sebagai media, mikrobia sebagai inokulum, dan wadah tempat berlangsungnya proses fermentasi. Air kelapa yang digunakan sebagai media fermentasi adalah air kelapa tua yang dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan kopra atau minyak goreng (Sihmawati *et al.*, 2014). Sebelum dilakukan fermentasi air kelapa harus disaring dan direbus agar bebas dari kontaminan. Air kelapa mengandung nutrisi yang diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangan bakteri *Acetobacter xylinum*. Air kelapa mengandung karbohidrat dalam bentuk sederhana seperti sukrosa, glukosa, fruktosa, sorbitol, dan inositol, protein, vitamin, dan berbagai mineral penting seperti kalium, natrium, magnesium, kalsium, dan posfor (Setiaji *et al.*, 2002).

**Tabel 1. Syarat Mutu *Nata***

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
1	Keadaan			
	Bau	-	Normal	
	Rasa	-	Normal	
	Warna	-	Normal	
2	Tekstur	-	Normal	
	Bahan Asing	-	Tidak boleh ada	
	3	Bobot tuntas	%	Min. 50
	4	Sakarosa	%	Min. 15
5	Serat makanan	%	Maks. 4,5	
6	Bahan Tambahan Pangan			
	Pemanis buatan			
	Sakarin		Tidak boleh	
	Siklamat		Tidak boleh	
	Pewarna tambahan			
	Pengawet (Na Benzoat)		Sesuai SNI 01-0222-1995	
7	Cemaran logam			
	Timbal (Pb)	Mg/Kg	Maks. 2	
	Tembaga (Cu)	Mg/Kg	Maks. 2	
	Seng (Zn)	Mg/Kg	Maks. 5	
	Timah (Sa)	Mg/Kg	Maks. 40,0/259,0	
8	Cemaran Asam (As)	Mg/Kg	Maks. 0,1	
9	Cemaran mikrobia			
	Angka Lempeng Total	Koloni/g	Maks. 2,0 x 1	
	Coliform	APM/g	< 3	
	Kapang	Koloni/g	Maks. 50	
	Khamir	Koloni/g	Maks. 50	

Sumber: SNI 01-4317-1996

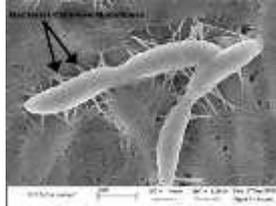
Tahu merupakan produk makanan yang terbuat dari kedelai, produk samping pembuatan tahu adalah limbah organik berupa ampas padat dan limbah cair tahu (Syaf, 2007). Limbah organik yang berasal dari aktivitas rumah tangga sebenarnya tidak berbahaya sehingga lebih mudah ditangani dari pada limbah cair dan padat yang mengandung bahan berbahaya dari pabrik (Hindersah, 2011). Kandungan bahan organik limbah cair tahu umumnya terdiri atas protein 65%, lemak 25%, dan karbohidrat 25%. Tingginya kandungan bahan-bahan organik, rendahnya kandungan oksigen terlarut, bau busuk, dan pH yang rendah dalam limbah cair tahu dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan, baik air, udara maupun tanah, serta dapat menimbulkan berbagai masalah sanitasi dan kesehatan masyarakat (Sri, 2011). Kandungan organik yang terdapat pada limbah cair tahu memiliki potensi untuk diolah menjadi produk *nata de soya* (Azhari *et al.*, 2015), dan menghasilkan *nata* dengan ketebalan 1,8 cm yang difermentasi selama 9 hari (Maryam dan Sari, 2020).

Mikrobia yang berperan dalam pembentukan *nata* adalah bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai inokulum. *Acetobacter xylinum* berperan dalam membentuk polisakarida berupa selulosa. *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri gram negatif dan berbentuk batang pendek dengan panjang 2 mikron dan lebar 0,6 mikron. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk mempolimerasi glukosa menjadi selulosa (Pambayun, 2002). *Acetobacter xylinum* adalah bakteri aerob dan hidup pada kondisi asam dengan pH optimum 4-4,5 (Majesty, 2015).

Secara sistematis, bakteri *Acetobacter xylinum* dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Brock dan Madigan., 2012).

Phyllum : Protophyta  
 Classis :

Schizomycetes Ordo  
: Pseudomonales Familia  
: Pseudomonas Genus  
: Acetobacter  
Spesies : *Acetobacter xylinum*



**Gambar 2. Sel Bakteri *Acetobacter xylinum* (Brock dan Madigan, 2012)**

Sumber karbon yang dapat ditambahkan antara lain sukrosa, glukosa, atau fruktosa. Sukrosa atau gula pasir merupakan sumber karbon yang ekonomis dan paling baik bagi pertumbuhan bakteri pembentuk *nata* (Pambayun, 2002). Sumber karbon berfungsi sebagai penyedia kebutuhan energi untuk pertumbuhan bakteri dan pembentukan felikel *nata*. Sumber nitrogen yang dapat ditambahkan antara lain urea, ZA, NPK, *ammonium sulfat*, atau *ammonium fosfat* yang berfungsi untuk merangsang pertumbuhan dan aktivitas *Acetobacter xylinum* (Nurhayati, 2006).



**Gambar 3. Starter *Nata* (Bibit Bakteri Pembentuk *Nata*)**  
(Sumber: Maryam dan Sari, 2020)

### Kadar Serat Kasar

Kadar serat yang terkandung di dalam *nata* merupakan makanan yang rendah kalori dan sangat baik bagi tubuh karena membantu proses pencernaan (Putriana dan Aminah, 2013). Perhitungan kadar serat kasar menggunakan rumus berikut.

$$\text{Kadar Serat Kasar \%} = \frac{(C - A)}{B} \times 100$$

Keterangan:

- A = Berat kertas saring kosong
- B = Berat Sampel
- C = Berat kertas saring dan residu setelah dioven

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni 2021 untuk pembuatan nata dengan bahan baku air kelapa dan limbah cair tahu, dan sumber nitrogen yang berbeda yaitu urea, ZA, dan tauge. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah ketebalan, rendemen, kadar serat kasar, dan warna nata. Hasil penelitian disajikan pada tabel 2. Hasil penelitian memberikan informasi mengenai mutu nata dari substrat air kelapa dan limbah cair tahu dengan sumber nitrogen berbeda yang mencakup rendemen, ketebalan, kadar serat, dan warnayang dipublikasikan pada jurnal nasional.

## 2. METODE

Tahapan penelitian ini meliputi persiapan alat dan bahan, proses pembuatan *nata*, inkubasi dan panen, penanganan pasca panen, pengukuran ketebalan dan rendemen, pengamatan warna menggunakan gradasi warna secara manual, serta pengujian kadar serat kasar. Bahan yang

digunakan untuk pembuatan *nata* adalah air kelapa, limbah cair tahu, gula pasir, ZA, Urea, taugé, asam cuka, starter. Alat yang digunakan untuk pembuatan *nata* adalah baskom, saringan, kain saring, sendok, timbangan digital, teko ukur, dandang, kompor, wadah inkubasi, rak inkubasi, termometer lingkungan, setrika, oven, gelas ukur, bunsen, dan penjepit besi. Bahan pendukung yaitu karet gelang dan kertas koran. Alat yang digunakan untuk mengukur ketebalan digunakan mikrometer sekrup, berat *nata* diukur menggunakan timbangan digital, sedangkan warna diukur menggunakan gradasi warna secara manual.

Penelitian dilakukan di Laboratorium pengolahan (bengkel produksi) dan analisis mutu Program studi Agroindustri Pangan Jurusan Agribisnis Politeknik Negeri Sambas. Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat. *Nata* diolah menggunakan bahan baku campuran antara air kelapa dan limbah cair tahu. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *nata* dengan variasi sumber nitrogen. Sumber nitrogen tersebut yaitu ZA *food grade*, Urea dan Ekstrak Tauge. Variabel terikatnya adalah ketebalan, rendemen, warna, dan kadar serat kasar.

Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAL) tiga perlakuan sumber nitrogen (urea, ZA, dan sari taugé) dengan tiga kali pengulangan. *Nata* diolah menggunakan bahan tambahan dan komposisi yang sama yang diadaptasi dari Maryam dan Sari (2020) kecuali penggunaan sumber nitrogen yang merupakan perlakuan pada penelitian ini yaitu ZA *food grade*, Urea, dan ekstrak taugé. Rancangan percobaan disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2. Rancangan Acak Kelompok *Nata* dengan Variasi Sumber Nirtogen**

Perlakuan	Ulangan			Rerata (Ketebalan/Rendemen/Kadar Serat)
	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	
T	TU <sub>1</sub>	TU <sub>2</sub>	TU <sub>3</sub>	
U	UU <sub>1</sub>	UU <sub>2</sub>	UU <sub>3</sub>	
Z	ZU <sub>1</sub>	ZU <sub>2</sub>	ZU <sub>3</sub>	

Data hasil penelitian ini terdiri atas data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif yaitu ketebalan, rendemen, kadar serat, dan kadar logam. Sedangkan data kualitatif meliputi warna *nata* dan total mikrobial. Ketebalan diukur menggunakan mikrometer sekrup yang dilakukan di lima sisi lembaran *nata* kemudian dihitung rata-ratanya. Rendemen diukur menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Bobot bersih nata}}{\text{Bobot nata} + \text{media}} \times 100$$

Kadar serat dihitung menggunakan

$$\text{Kadar Serat Kasar \%} = \frac{(C - A)}{B} \times 100$$

rumus: Keterangan:

A = Berat kertas saring kosong

B = Berat Sampel

C = Berat kertas saring dan residu setelah dioven

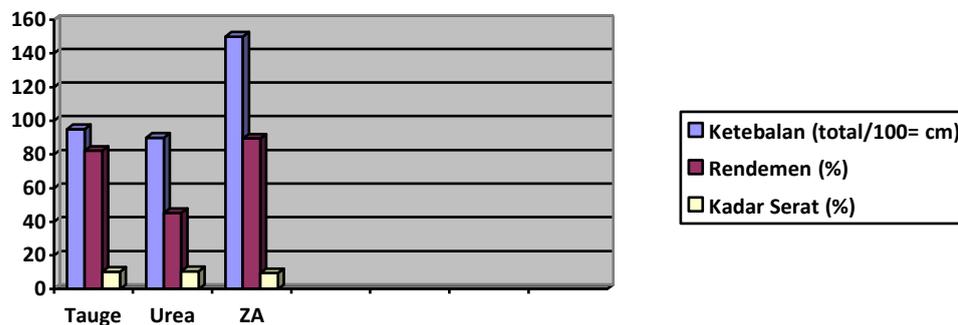
Warna *nata* ditentukan menggunakan gradasi warna secara manual seperti gambar 3 (Sumber: Google.com).



Gambar 3. Gradasi Warna Putih

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan terdapat bahwa penggunaan sumber nitrogen yang berbeda menyebabkan nayaco yang dihasilkan memiliki mutu yang bervariasi baik ketebalan, rendemen, warna maupun kadar serat. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Acetobacter xylinum* yaitu suhu fermentasi, keasaman (pH) media, sumber karbon, sumber nitrogen dan konsentrasi starter. Strain murni *Acetobacter xylinum* dapat dibiakkan pada media yang dikenal sebagai starter atau bibit *nata*. Starter yang baik untuk melakukan fermentasi adalah 1/10 bagian dari volume substrat (Sutanto, 2013). *Acetobacter xylinum* dapat tumbuh dengan baik pada media yang mengandung nutrisi karbon, hidrogen, nitrogen, dan mineral, serta dilakukan dalam proses yang terkontrol (Hamad *et al.*, 2011). Tidak semua nutrisi dapat terpenuhi di dalam suatu substrat. Air kelapa hanya mengandung sebagian nutrisi yang dibutuhkan sehingga kekurangan nutrisi yang diperlukan harus ditambahkan. Pemberian nutrisi tambahan harus sesuai kebutuhan. Nutrisi yang kurang atau bahkan berlebihan pada media dapat menghambat pertumbuhan *Acetobacter xylinum* (Alwi *et al.*, 2011).

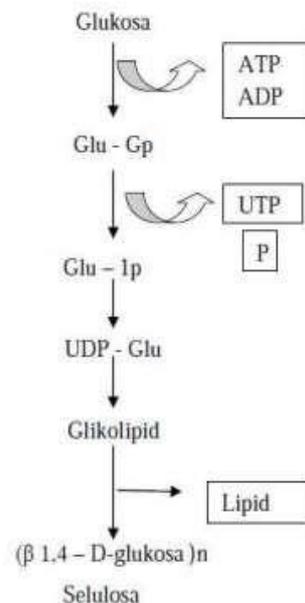


#### Gambar 4. Diagram Batang Mutu NAYACO

Penggunaan sari tauge sebagai sumber nitrogen merupakan alternatif bahan yang mudah diperoleh dengan harga murah. Sari tauge diolah menggunakan 100 gram tauge segar yang dididihkan bersama 200 mL air bersih, setiap satu liter bahan baku campuran air kelapa dengan limbah cair tahu diperlukan 10 mL sari tauge. Kadar nitrogen total pada sari tauge yaitu 0,098%. Nayaco dengan sari tauge sebagai sumber nitrogen memiliki ketebalan rata-rata 0,95 cm dengan rendemen 82,14%, dan kadar serat 10,4%. Warna nayaco ditentukan menggunakan perbandingan gradasi warna putih yaitu *lace* untuk nayaco dengan sumber nitrogen tauge, *egg chell* dengan sumber nitrogen urea, dan *linen* dengan sumber nitrogen ZA. Nayaco dengan urea sebagai sumber nitrogen memiliki ketebalan 0,9 cm dengan rendemen 45,2% dan kadar serat 10,7%. Nayaco dengan sumber nitrogen ZA memiliki rendemen 89,5%, ketebalan 1,5 cm, dan kadar serat 9,6%.

#### Proses Pembentukan *Nata*

Tahapan pembuatan *nata* sangat mudah yaitu memanaskan bahan baku atau media, menambahkan nutrisi seperti gula pasir sebagai sumber karbon (C) dan sumber nitrogen, menambahkan asam, menginokulasi bakteri *Acetobacter xylinum* kemudian melakukan proses inkubasi agar fermentasi berlangsung optimal (Widyaningsih dan Diastuti, 2008). *Nata* yang sudah selesai difermentasi kemudian dicuci, direbus, dan direndam. Pencucian, perebusan, dan perendaman dilakukan secara berulang hingga dihasilkan rasa *nata* yang netral (bebas dari rasa asam) dan tekstur yang kenyal (Maryam dan Sari, 2020). Mekanisme terbentuknya *nata* disajikan pada gambar 5 (Rizal *et al.*, 2013).



Gambar 5 Mekanisme Terbentuknya Lapisan Selulosa (*nata*)

Sumber: Rizal *et al.* (2013)

Mekanisme pembentukan *nata* dimulai dengan pemecahan sukrosa ekstraseluler menjadi glukosa dan fruktosa oleh *Acetobacter xylinum*, kemudian glukosa dan fruktosa tersebut digunakan dalam proses metabolisme sel bakteri. *Acetobacter xylinum* mengeluarkan enzim yang mampu menyusun senyawa senyawa glukosa menjadi polisakarida atau selulosa ekstraseluler. Selulosa tersebut akan saling terjalin atau berikatan membentuk lapisan tipis yang

disebut *nata*. Fruktosa juga berperan sebagai *inducer* pada proses sintesis enzim ekstraseluler polimerase (Setiaji *et al.*, 2002). Lapisan tipis *nata* mulai terlihat setelah 24 jam inkubasi, dan akan terakumulasi membentuk lapisan yang semakin tebal seiring bertambahnya masa inkubasi (Rizal *et al.*, 2013). Kecukupan nutrisi, pH media, ketersediaan oksigen, suhu lingkungan, lama waktu fermentasi, dan ada tidaknya kontaminan merupakan faktor penentu kualitas *nata*. Pertumbuhan *Acetobacter xylinum* juga dipengaruhi oleh kondisi ruang dan wadah fermentasi. Ruang dan wadah fermentasi harus bersih dan bebas dari semua sumber kontaminan (Majesty *et al.*, 2015). Proses fermentasi di ruangan gelap dapat menghasilkan *nata* yang tebal. Wadah fermentasi yang digunakan tidak boleh bergoyang karena akan menyebabkan lapisan *nata* pecah (Sari *et al.*, 2014). Rendemen *nata* dapat diketahui berdasarkan perbandingan antara bobot *nata* dengan bobot media. Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya *nata* yang terbentuk sejalan dengan tingginya rendemen *nata* karena media akan berubah menjadi selulosa ekstraseluler atau *nata* selama fermentasi. Rendemen dipengaruhi oleh keragaman substrat, komposisi bahan, kondisi lingkungan, dan kemampuan *Acetobacter xylinum* dalam menghasilkan selulosa (Iguchi *et al.*, 2015). Rendemen *nata* dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini (Widiyaningrum *et al.*, 2017):

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Bobot bersih nata}}{\text{Bobot nata + media}} \times 100$$

Selama proses fermentasi berlangsung ketebalan *nata* mengalami peningkatan karena aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* dalam menghasilkan lapisan selulosa. *Acetobacter xylinum* membentuk lapisan *nata* yang semakin tebal hingga hari ke-10 inkubasi, bakteri ini masih mampu beraktivitas (tumbuh) dan membentuk selulosa. *Acetobacter xylinum* menghasilkan enzim ekstraseluler yang menyusun atau mempolimerisasi zat gula (glukosa) menjadi ribuan rantai homopolimer selulosa. Banyaknya koloni bakteri yang tumbuh pada media akan menghasilkan jutaan lembar benang atau lapisan yang akhirnya terjalin padat berwarna putih transparan yang disebut sebagai *nata* dan termasuk metabolit sekunder. Lamanya waktu inkubasi (lamanya fermentasi) akan menurunkan aktivitas pertumbuhan bakteri karena berkurangnya sumber nutrisi seperti karbon dan nitrogen serta adanya zat asam sebagai hasil metabolisme. Ketebalan optimal dihasilkan pada hari ke-14 dengan rata-rata ketebalan 1 -1,5 cm (Nainggolan, 2009).

Serat kasar merupakan residu dari bahan makanan yang telah diperlakukan dengan asam dan alkali mendidih, dan terdiri dari selulosa dengan sedikit lignin, dan pentosa. Jenis serat pada *nata* adalah serat kasar yang merupakan hasil perombakan glukosa/gula pada media fermentasi oleh aktivitas *Acetobacter xylinum* (Anastasia, 2008). Lama fermentasi *nata* menyebabkan *Acetobacter xylinum* tumbuh dan berkembangbiak dengan suplai nutrisi yang optimal pada media sehingga membentuk lapisan selulosa dalam jumlah yang besar dan menghasilkan *nata* yang tebal. Nutrisi yang tidak mencukupi akan menghambat pertumbuhan *Acetobacter xylinum* sehingga selulosa yang terbentuk juga sedikit (lapisannya lebih tipis) (Santoso *et al.*, 2012).

Kadar serat pada *nata* akan meningkat seiring peningkatan pH di awal fermentasi. Hal ini disebabkan *Acetobacter xylinum* dapat merubah glukosa menjadi selulosa (*nata*) pada kondisi pH dengan kisaran antara 3,5 - 4,5. *Acetobacter xylinum* mencerna glukosa dari larutan gula, kemudian digabungkan dengan asam lemak membentuk prekursor pada membran sel. Prekursor ini keluar bersama enzim yang mempolimerisasikan glukosa menjadi selulosa diluar sel, sehingga dengan adanya penambahan gula (sukrosa) akan meningkatkan jumlah lapisan selulosa (serat) yang dihasilkan oleh *Acetobacter xylinum*. Selulosa yang terbentuk di dalam media berupa benang-benang yang bersama dengan polisakarida membentuk jaringan yang terus menebal menjadi lapisan *nata* (Suryani, 2005 dalam Rizal *et al.*, 2013).

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah nayaco dengan sumber nitrogen tauge dan ZA memiliki ketebalan dan rendemen lebih baik dibanding nayaco dengan sumber nitrogen urea. Spesialisasi penelitian ini sebaiknya ditingkatkan lagi dengan menambah parameter uji seperti kandungan toksin, mikrobial, kandungan logam, dan serat pangan.

#### 5. REFERENSI

- C Alwi, Anastasia, N., dan Eddy, A., 2011 Mutu Nata De Seaweed dalam Berbagai Konsentrasi Sari Jeruk Nipis. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung*, 17-18 November 2008.
- Azhari, M., Sunarto, dan Wiryanto., 2015. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu menjadi *Nata de Soya* dengan Menggunakan Air Rebusan Kacang Tanah dan Bakteri *Acetobacter xylinum*. *Jurnal EKOSAINS, Vol.VII, No.1*, Maret.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). SNI 01-4317-1996. Nata de Coco dalam Kemasan. Jakarta : Departemen Perindustrian RI.
- Brock, T.D dan Madigan, M.T., 2012. *Biology of Microorganisms*. New Jersey: Prentice-Hall International.
- Ernawati., 2012. Peningkatan Kualitas Nata De Cane dari Limbah Nira Tebu Metode Budchips dengan Penambahan Ekstrak Tauge sebagai Sumber Nitrogen. *Jurnal Bioteknologi, Vol.12, No.2, Hal 29–33*.
- Hamad, A. Dan Kristiono., 2013. Pengaruh Penambahan Sumber Nitrogen terhadap Hasil Fermentasi *Nata de coco*. *Momentum, Vol.9, No.1, Hal 62–65*.
- Hindersah, R., 2011. *Pemanfaatan Limbah Tahu dalam Pengomposan Sampah Rumah Tangga untuk Meningkatkan Kualitas Mikrobiologi Kompos*, Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. *Agrinimal. Vol. 1, No. 1*. April. Hal: 15-21.
- Iguchi, M., Yamanaka, S. dan Budhiono, A. 2000. Bacterial Cellulose a Masterpiece Of Nature's Arts. *Journal Of Material Science 35 261 - 270*.
- Majesty J, Dwi A.B, Agung N.W., 2015. Pengaruh Penambahan Sukrosa dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Nata Dari Sari Nanas. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem Vol. 3 No. 1, 80-85*.
- Maryam, A dan Sari, D., 2020. Limbah Cair Tahu (*Whey*) sebagai Bahan Baku Pembuatan *Nata de Soya* di Desa Dalam Kaum Sambas. *Jurnal Vokasi, Vol. 4, No. 2*.
- Nainggolan, J. 2009. Kajian Pertumbuhan Bakteri *Accetobacter sp.* Dalam Kombucha-Rosela Merah (*Hibiscus sabdariffa*) pada Kadar Gula dan Lama Fermentasi yang Berbeda. (Tesis). Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Nurhayati 2006 Nurhayati. (2006). Kajian Pengaruh Kadar Gula dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas *Nata de Soya*. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi, 40-47*.
- Pambayun., 2002. *Teknologi Pengolahan Nata De Coco*, Yogyakarta, Kanisius.

- Putriana, I. dan Aminah, S., 2013. Mutu Fisik, Kadar Serat dan Sifat Organoleptik *Nata de Cassava* Berdasarkan Lama Fermentasi. Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah 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, No. 2, 257–261.
- Rizal, H. M., Pandiangan, D. M., dan Saleh, A., 2013. Pengaruh Penambahan Gula, Asam Asetat dan Waktu Fermentasi terhadap Kualitas *Nata De Corn*. *Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 19*.
- Sari, 2014. Optimalisasi Pemberian *Ammonium Sulfat* terhadap Produksi *Nata De Banana Skin*. *Sagu, Vol.7 No. 2*.
- Setiaji, B., Setyopriatiwi, A., dan Cahyandaru, N., 2002. Exploiting a Benefit of Coconut Milk Skim in Coconut Oil Process as *Nata de Coco* Substrate. *Ndonesian Journal of Chemistry, Vol.2, No.3*.
- Sihmawati, R.R dan Oktoviani, D., 2014. Aspek Mutu Produk *Nata De Coco* dengan Penambahan Sari Buah Mangga. *Heuristic: Jurnal Teknik Industri, Vol.1, No.02*.
- Sri, 2011. Pengaruh Variasi Konsentrasi Inulin pada Proses Fermentasi oleh *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. *Biopropal Industri Vol.8 No.1*.
- Syaf, 2007. Pengaruh Lama Fermentasi *Trametes* sp. terhadap Kadar Bahan Kering, Kadar Abu, dan Kadar Serat Kasar Daun Nenas Varietas *Smooth cayene*. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu, Vol.2, No.1*.
- Sutanto, A. 2012. Pineapple Liquid Waste As *Nata De Pina* Raw Material. *Makara, Teknologi, No.16, No.1*.
- Widiyaningrum, P., Mustikaningtyas, D., Priyono, B., 2017. *Evaluasi Sifatfisik Nata de coco dengan Ekstrak Kecambah Sebagai Sumber Nitrogen*. Jurusan Biologi FMIPA - Universitas Negeri Semarang.