

## OPTIMASI PRODUKSI *MICROBIAL-CELLULOSE* DALAM BIOREAKTOR DRUM BERPUTAR (*Rotary Drum Bioreactor*)

[*MICROBIAL-CELLULOSE* PRODUCTION OPTIMIZATION IN ROTARY DRUM  
BIOREACTOR]

PARLUHUTAN\*, FAJAR RESTUHADI, DAN NOVIAR HARUN

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian,  
Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru

### ABSTRACT

*The purpose of this study is to design an innovative bioreactors drum that potentially obtain the maximum of microbial cellulose and to determine the drum rotation on contact time of Acetobacter xylinum with nutrients and air by slowly rotation. The tools designed on 5, 10, 15, 20, and 25 rpm to obtain the best optimization of microbial cellulose by comparing with a static culture. The best result of descriptive analysis and experimentation were at a speed of 5 rpm with wet weight of 981 gr, dry weight 68,86 gr, the thickness 5,31 mm, 44,42% of yield, 92,89% of water content, total of sugars before fermented was 13.66% and after fermented for 5 days is 6,69%, with the percentage of reduction of 6,67% sugar synthesized by Acetobacter xylinum cell.*

**Key words:** Coconut water, microbial-cellulose, Acetobacter xylinum, rotary drum bioreactors

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bioreaktor drum yang inovatif yang berpotensi untuk mendapatkan paten dalam upaya memproduksi *microbial-cellulose* yang maksimum dan menentukan putaran drum terhadap lama fase kontak *Acetobacter xylinum* dengan nutrisi dan udara oleh bioreaktor drum yang berputar pelan. Penelitian ini menggunakan alat yang dirancang untuk mendapatkan optimasi putaran yang terbaik untuk mendapatkan hasil *microbial-cellulose* yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25 rpm dengan membandingkan dengan biakan statis. Hasil terbaik yang diperoleh menggunakan analisis deskriptif dan eksperimen adalah pada kecepatan 5 rpm. Uji berat basah 981 gram, berat kering, 68.86 gram, ketebalan 5.31 milimeter, rendemen 44.42 %, kadar air 92.89 %, dan total gula sebelum difermentasi 13.66 % setelah difermentasi selama 5 hari 6.69 % dengan persentase pengurangan 6.67 % gula yang tersintesis oleh sel-sel bakteri *Acetobacter xylinum*.

**Kata kunci:** Air kelapa, *microbial-cellulose*, *Acetobacter xylinum*, bioreaktor drum berputar.

### PENDAHULUAN

*Microbial-cellulose* atau Bakterioselulose adalah produk selulosa yang dihasilkan oleh bakteri yang tumbuh pada substrat cair yang mengandung gula. *Microbial-cellulose* ini memiliki struktur fungsi sifat kimia yang mekanik dan unik. Kemurnian dan keseragaman kristal penyusun biopolymer selulosa tersebut menjadikannya sebagai biomaterial yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi produk-produk baru yang

sangat menjanjikan pada industri modern mulai dari audio sampai membran-membran, layar *Liquid Crystal Display* (LCD) sentuh dan elektronika, sel energi sampai potensinya untuk substitusi kulit yang terluka akibat terbakar dan bahan medis, begitu juga pada industri pangan digunakan sebagai jajanan dan makanan penutup yang sehat karena memiliki serat makanan yang tinggi.

*Microbial-cellulose* yang dihasilkan oleh *Acetobacter xylinum* dengan bantuan enzim selulose, akan disekresikan oleh *cellulose export component* keluar sel dalam bentuk

Korespondensi penulis:  
Email: Parluhutansilahoy@gmail.com

benang-benang protofibril sebelum akhirnya membentuk bundel lembaran halus selulosa dalam bentuk pita yang membentuk *mikrofibril*, pita selulosa ini sangat tipis dan halus dengan ketebalan 1/100 dari ukuran selulosa tanaman. Pita selulosa ini kemudian tumbuhan berkembang sejalan dengan proses metabolisme dari *Acetobacter xylinum* membentuk struktur pita-pita halus yang sangat teratur dan memiliki kemurnian yang sangat tinggi, tidak kasar seperti selulosa tanaman.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah air kelapa tua, biakan kultur murni, *Acetobacter xylinum*, sukrosa, ZA, kapur, alkohol 70% dan akuades. Alat-alat yang digunakan adalah kompor, panci *stainless steel*, gelas ukur, saringan, karet gelang, sendok, pisau, bioreaktor drum. Peralatan analisis yaitu timbangan analitik dan non analitik, pH meter, jangka sorong, botol jar, gelas piala (*beaker glass*), desikator, cawan porselin, oven, kertas label, alat tulis, alat dokumentasi dan tisu.

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen menggunakan uji deskriptif yang terdiri dari lima perlakuan dengan waktu fermentasi selama 5 hari. Kemudian dilakukan perbandingan dengan metode biakan statis biasa menggunakan nampan dan diperoleh hasil perbandingan. Selanjutnya data yang diperoleh pada masing-masing parameter akanditabulasi dan dianalisis secara deskriptif. Perlakuan untuk bioreaktor drum yaitu: Faktor RPM (*Revolution Per Minutes*) dengan diketahui (K) adalah :K0 : (Biakan statis (Menggunakan nampan)), K1: (5 RPM), K2: (10 RPM), K3: (15 RPM), K4: (20 RPM) dan K5: (25 RPM).

### Pelaksanaan Penelitian Persiapan Medium

Air kelapasebanyak 3 liter yang telah di saring menggunakan kain saring bersih, selanjutnya diaduk hingga rata, dilakukan pengukuran pH 3,5-4 dengan menggunakan pH meter. Jika pH rendah dinaikkan dengan penambahan kapur, tetapi jika pH terlalu tinggi

diturunkan dengan asam asetat glacial sampai pH yang diinginkan yaitu 3-5. Setelah itu medium ditambah 8% (b/v) sukrosa dan ZA 0,5% (b/v) lalu dipanaskan hingga mendidih pada suhu 100°C selama 5 menit dan didinginkan.

### Pembuatan *Microbial-cellulose*

Media yang telah disiapkan dituang ke dalam bioreaktor drum yang telah disterilkan menggunakan alkohol 70% dengan cara menyemprotkan kebagian drum fermentor dan drum yang berputar secara merata kemudian dikering anginkan, kemudian diinokulasi dengan bakteri *Acetobacter xylinum* sebanyak 25%. Inokulasi *Micobial-cellulose* dilakukan ketika medium sudah dalam keadaan dingin atau suhu sekitar 36°C, medium yang telah diinokulasi kemudian diinkubasi selama kurang lebih 5 hari pada suhu ruang. Kemudian medium yang berada di dalam bioreaktor drum tersebut akan berubah menjadimicrobial-cellulose yang menempel mengelilingi pada dinding drum reaktor(Fitri, 2004).

### Pengamatan

#### Berat Basah *Microbial-cellulose*

*Microbial-cellulose* dicuci menggunakan air bersih dan mengalir untuk menghilangkan kotoran dan lendir yang menempel, kemudian dilakukan penirisan selama 20 menit. *Microbial-cellulose* yang sudah dibersihkan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Kemudian dirata-ratakan dan dinyatakan dalam gram (Astuti dan Prabasari, 1994).

#### Berat Kering *Microbial-cellulose*

Pengukuran berat kering menggunakan metode oven, *microbial-cellulose* hasil timbangan berat basah dimasukkan ke dalam cawan porselin kemudian masukkan ke dalam oven dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 3 jam dalam kondisi konstan. Kemudian didinginkan selama 20 menit dalam desikator dan setelah dingin lalu ditimbang.

#### Ketebalan *Microbial-cellulose*

Ketebalan *microbial-cellulose* mengacu kepada Setianingsih dkk. (1997),

pengukuran ketebalan *microbial-cellulose* dilakukan dengan menggunakan micrometer sekrup. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pada sisi yang berbeda setelah dilakukan penirisan untuk setiap kombinasi perlakuan dan ulangnya. Hasil pengukuran setiap ulangan di rata-ratakan. Pengukuran dilakukan setelah panen dan dinyatakan dalam milimeter (mm).

### Rendemen

Rendemen *microbial-cellulose* mengacu kepada Hubeis dkk. (1996) berat murni *microbial-cellulose* yang telah dipanen kemudian dilakukan penirisan selama 10 menit, kemudian berat yang diperoleh ditimbang menggunakan timbangan analitik yang dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat Nata (g)}}{\text{Berat medium (g)}} \times 100 \%$$

### Kadar Air

Kadar air mengacu kepada Sudarmadji dkk. (1997), pengukuran kadar air yang umum dilakukan yaitu dengan pemanasan (metode oven). *Microbial-cellulose* ditimbang sebanyak 2 gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Selanjutnya sampel dipanaskan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 3 jam dalam kondisi konstan (tetap). Kemudian didinginkan selama 20 menit dalam desikator setelah dingin ditimbang. Sampel beserta wadah yang telah diketahui beratnya dipanaskan kembali dalam oven selama 30 menit pada suhu 105°C, didinginkan kembali dalam desikator selama 20 menit dan ditimbang kembali. Perlakuan ini dilakukan kembali sampai beratnya konstan (selisih penimbangan 2 kali berturut-turut 0,2 mg) kemudian dihitung dengan rumus:

$$\text{KA (\%)} = \frac{\text{B. sampel awal} - \text{B. sampel akhir}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100\%$$

### Total Gula

Penentuan total gula mengacu pada SNI (1992). Sebanyak 2 gr atau 5ml air kelapa sebelum dan sesudah difermentasi dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml lalu ditambahkan akuades sampai tanda tera dan dikocok, kemudian ditambahkan 5 ml Pb-asetat dan digoyangkan, lalu diteteskan 1 tetes larutan (NH<sub>4</sub>)HPO<sub>4</sub> 10% (bila timbul endapan putih, maka penambahan Pb asetat sudah cukup), ditambahkan 15 ml (NH<sub>4</sub>)HPO<sub>4</sub> 10% untuk menguji apakah Pb asetat sudah diendapkan seluruhnya, diteteskan 1-2 tetes (NH<sub>4</sub>)HPO<sub>4</sub> 10%, apabila timbul endapannya berarti penambahan (NH<sub>4</sub>)HPO<sub>4</sub> 10 % sudah cukup. Endapan dipisahkan dengan larutan jernih menggunakan kertas saring, diambil 50 ml hasil saringan dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, ditambahkan 25 ml HCL 25% serta dilakukan hidrolisis di atas penangas air. Kemudian ditambahkan NaOH 30% hingga netral (warna merah jambu) dengan indikator pp, lalu ditambahkan akuades dan dikocok. Larutan tersebut diambil 10 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml, ditambahkan 15 ml akuades dan 25 ml larutan luff schoorl serta beberapa batu didih. Setelah itu dipanaskan selama 10 menit kemudian diangkat dan segera didinginkan dalam wadah berisi es. Setelah dingin ditambahkan 10 ml larutan KI 20% dan 25 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25 %. Kemudian dititrasi dengan larutan tiosulfat 0,1 N dan larutan amilum 0,5% sebagai indikator.

$$\text{Gula sesudah inversi (\%)} = \frac{W1 \times FP}{W} \times 100\%$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Berat Basah *Microbial-cellulose*.**

Tabel 1. Produksi berat basah *microbial-cellulose* menggunakan bioreaktor drum dengan biakan statis selama 5 hari

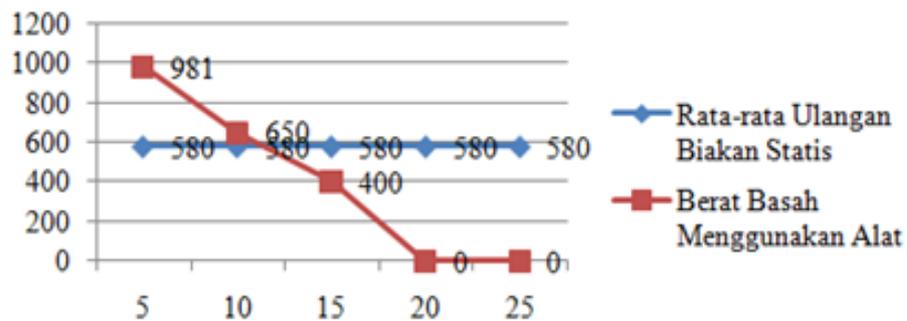
Menggunakan alat bioreaktor drum dan biakan statis		
Sampel	Kecepatan Motor (rpm)	Berat (gram)
K0	NA	587
K1	5	981
K2	10	650
K3	15	400
K4	20	0
K5	25	0

NA. Not available

K0. Rata-rata ulangan (5 kali) biakan statis

Tabel 4 menunjukkan bahwa kecepatan 5 rpm menghasilkan berat basah lebih tinggi dibandingkan dengan masing masing kecepatan atau menggunakan biakan statis, kecepatan alat bioreaktor drum seperti yang terlihat pada Gambar 18 yaitu grafik menurun seiring dengan semakin cepat putaran bioreaktor drum. Hal ini diduga karena semakin cepat motor berputar akan terjadi proses pengadukan sehingga timbul buih yang menghambat pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*, karena buih yang timbul akibat putaran bioreaktor drum adalah jenis koloid dengan fase terdispersi gas dan medium pendispersi zat cair yang membentuk gelembung udara sehingga sel bakteri *Acetobacter xylinum*

tidak dapat mensintesis nutrien dengan baik, hal ini juga sejalan dengan pendapat Hariastuti (2002) menjelaskan bahwa apabila memproduksi *microbial-cellulose* harus dalam keadaan tenang agar lapisan terbentuk menjadi lembaran yang dihasilkan oleh enzim ekstraseluler yang dapat menyusun (mempolimerisasi) zat gula (dalam hal ini glukosa) menjadi ribuan rantai (homopolimer) serat atau selulosa, dari jutaan jasad renik yang tumbuh dalam air kelapa tersebut, akan dihasilkan jutaan lembar benang selulosa, yang akhirnya nampak padat berwarna putih hingga transparan yang disebut dengan *nata* atau *microbial-cellulose*.



**Gambar 2.** Grafik berat basah menggunakan alat bioreaktor drum dan rata-rata ulangan (5 kali) menggunakan biakan statis

Gambar 2 menunjukkan menunjukkan hasil rata-rata dari 5 kali ulangan biakan statis menghasilkan 587 g lebih rendah dibandingkan hasil menggunakan alat bioreaktor drum di kecepatan 5 rpm yaitu 981 g. Hal ini disebabkan karena alat bioreaktor drum melakukan biosintesis gula pada nutrisi oleh sel *Acetobacter xylinum* telah dilakukan modifikasi waktu untuk menyesuaikan fase terendam dan kontak dengan oksigen sehingga bakteri *Acetobacter xylinum* tumbuh baik. Pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* pada biakan statis menurun pada ketebalan tertentu, karena apabila bakteri yang berada di bawah lapisan selulosa tidak mendapatkan udara dan apabila bakteri berada di atas lapisan selulosa

tidak mendapatkan nutrisi. Menurut Norhayati (2008) yang menyatakan bahwa semakin lambat putaran *disk* semakin baik fase kontak bakteri dengan nutrisi dan fase kontak dengan oksigen. Bioreaktor drum yang berputar lebih pelan sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan pendapat tersebut yaitu produksi *microbial-cellulose* lebih tinggi dibandingkan produksi menggunakan biakan statis, yang membutuhkan waktu 14 hari untuk mendapatkan hasil yang tinggi karena bakteri *Acetobacter xylinum* tidak memperoleh fase kontak dengan udara pada ketebalan tertentu sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan hasil yang lebih tinggi.

### Berat kering *Microbial-cellulose*

Tabel 2. Berat kering *microbial-cellulose* menggunakan bioreaktor drum berputar lambat dibandingkan biakan statis selama 5 hari

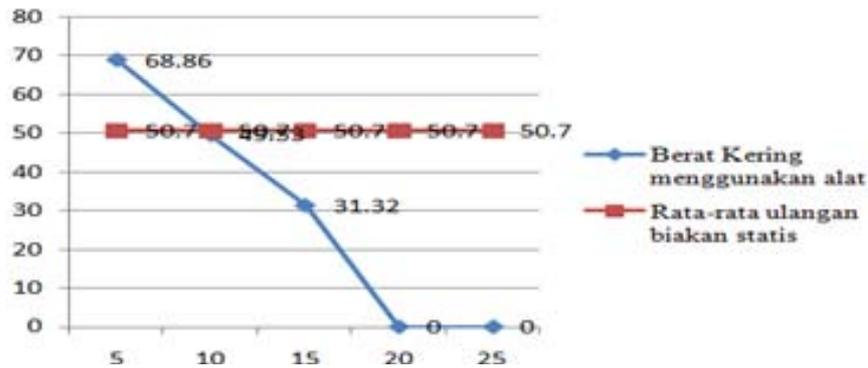
Sampel	Menggunakan alat bioreaktor drum	
	Kecepatan Motor (rpm)	Berat Kering (gram)
K0	NA	50,70
K1	5	68,86
K2	10	49,53
K3	15	31,32
K4	20	0
K5	25	0

NA. Not Available

K0. Rata-rata (5 kali) ulangan biakan statis

Tabel 2 menunjukkan berat kering dari kedua biakan yaitu menggunakan alat bioreaktor drum dan biakan statis lima kali ulangan dengan rata-rata 50,70 g, diperoleh hasil menggunakan bioreaktor drum pada kecepatan motor 5 rpm menghasilkan berat paling tertinggi di antara masing-masing kecepatan atau menggunakan biakan statis dengan yaitu 68,86 g. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 19, terlihat hasil berat kering *microbial-cellulose* pada kecepatan 5 rpm lebih tinggi dari kecepatan yang lain dan biakan statis dengan rata-rata lima kali ulangan. Hal ini diduga karena jumlah serat yang dihasilkan

oleh alat bioreaktor drum lebih tinggi karena berat kering merupakan berat yang setelah dikeringkan yang tersisa adalah jumlah serat yang diperoleh, semakin tinggi jumlah serat yang ada pada *microbial-cellulose* maka semakin tinggi berat kering yang dihasilkan. Kurniawati (2009) menyatakan bahwa untuk menghasilkan berat kering dalam jumlah banyak maka selulosa yang dihasilkan harus lebih tinggi dari kandungan air, sehingga apabila dilakukan pengeringan yang tersisa hanya serat *microbial-cellulose* dan air akan menguap karena dilakukan pemanasan.



**Gambar 3.** Grafik berat kering menggunakan alat bioreaktor drum dan rata-rata ulangan (5 kali) menggunakan biakan statis

### Ketebalan *Microbial-cellulose*

**Tabel 3.** Ketebalan *microbial-cellulose* menggunakan bioreaktor drum berputar lambat dibandingkan biakan statis selama 5 hari

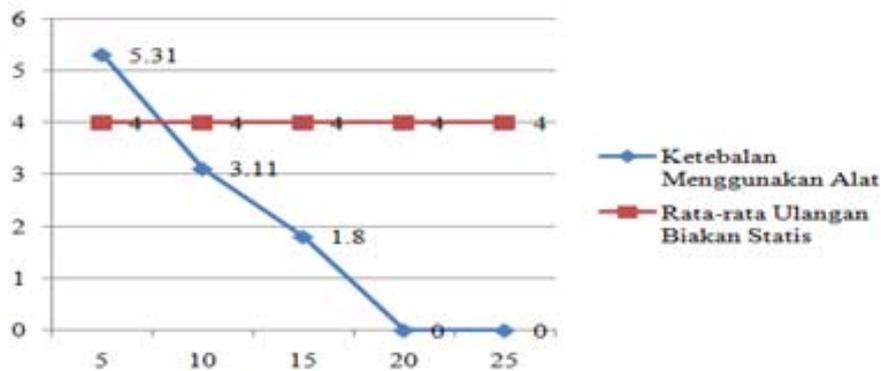
Menggunakan alat bioraktor drum dan biakan statis		
Sampel	Kecepatan Motor (rpm)	Ketebalan (mm)
K0	NA	4
K1	5	5,31
K2	10	3,11
K3	15	1,80
K4	20	0
K5	25	0

NA. Not Available

K0. Rata-rata (5 kali) ulangan biakan statis

Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran ketebalan *microbial-cellulose* dari alat bioreaktor drum dan kecepatan lain atau menggunakan metode biakan statis setelah dilakukan rata-rata ulangan lima kali, hasil yang tertinggi diperoleh menggunakan alat bioreaktor drum yaitu dengan ketebalan 5,31 mm. Hal ini diduga karena proses pembentukan *microbial-cellulose* pada produksi menggunakan alat bioreaktor drum mampu menyesuaikan kebutuhan oksigen dan nutrisi sehingga biosintesa sel bakteri *Acetobacter xylinum* relatif lebih banyak sehingga sel-sel yang berbentuk benang halus yang saling berikatan

membentuk lembaran yang semakin menebal akibat banyaknya sel bakteri *Acetobacter xylinum* yang terjalin menjadi *microbial-cellulose*. Menurut Ross dkk. (1991) bahwa kebutuhan oksigen harus sesuai dengan yang diinginkan bakteri *Acetobacter xylinum* yaitu tidak terlalu sedikit dan terlalu berlebih oksigen karena dapat menghambat pertumbuhan sel bakteri *Acetobacter xylinum* akibat oksigen tidak berjalan berdasarkan kebutuhan tetapi pembentuk gelembung udara yang merupakan proses utama pembentukan *microbial-cellulose* yaitu pembentukan jalinan serat.



**Gambar 4.** Grafik ketebalan menggunakan alat bioreaktor drum dan rata-rata ulangan (5 kali) menggunakan biakan statis

Gambar 4 menunjukkan ketebalan *microbial-cellulose* terbaik yaitu 5,31 mm hasil menggunakan alat bioreaktor drum dengan kecepatan 5 rpm yang tertinggi dari kecepatan lainnya atau menggunakan metode biakan statis dengan rata-rata lima kali ulangan. Hal ini diduga karena proses pembentukan lapisan *microbial-cellulose* pada biakan statis lebih lambat akibat tanpa perlakuan optimasi waktu yang dibutuhkan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk mendapatkan oksigen dan nutrisi secara bergantian tidak terpenuhi akibatnya pertumbuhan *microbial-cellulose* relatif lama yang menyebabkan metode biakan statis memproduksi *microbial-cellulose* lebih tipis

dibandingkan metode biakan menggunakan alat bioreaktor drum. Hal ini sejalan dengan pendapat Manoi (2007) yang menyatakan bahwa pada media yang menghasilkan ketebalan *microbial-cellulose* yang tinggi diduga karena adanya interaksi yang tepat dan seimbang antara zat-zat gizi yang terdapat pada media fermentasi, terutama sumber karbon, nitrogen dan oksigen.

#### Rendemen *Microbial-cellulose*

Hasil rendemen merupakan jumlah hasil nutrisi yang tersintesis menjadi serat *microbial-cellulose*, hasil rendemen masing-masing kecepatan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil rendemen *microbial-cellulose* menggunakan bioreaktor drum berputar lambat dibandingkan biakan statis selama 5 hari

Menggunakan alat bioreaktor drum dan menggunakan biakan statis		
Sampel	Kecepatan Motor (rpm)	Rendemen (%)
K0	NA	26,70
K1	5	44,42
K2	10	28,87
K3	15	10,21
K4	20	0
K5	25	0

NA. Not Available

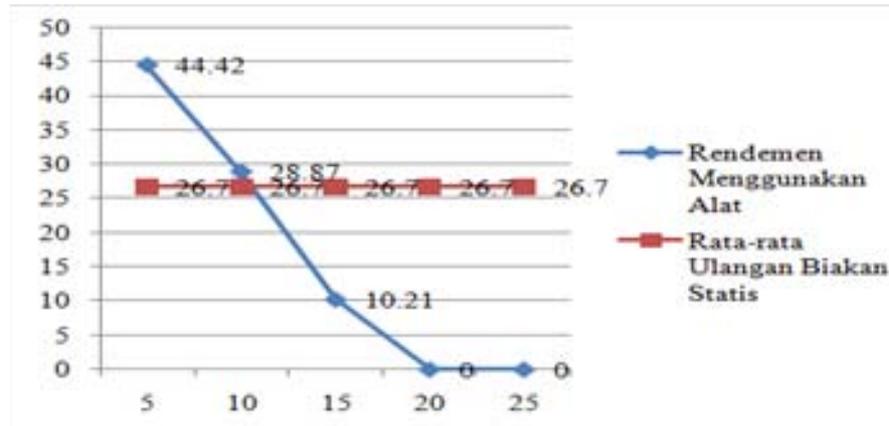
KO. Rata-rata (5 kali) ulangan biakan statis

Tabel 4 menunjukkan pada alat bioreaktor drum di kecepatan 5 rpm menghasilkan rendemen tertinggi sebesar 44,42% dari kecepatan yang lain atau menggunakan metode

biakan statis dengan masing-masing rata-rata lima kali ulangan yaitu sebesar 26,70%. Kemampuan biosintesis sel bakteri *Acetobacter xylinum* pada nutrisi menggunakan alat

bioreaktor drum di kecepatan 5 rpm adalah faktor utama meningkatnya hasil dari rendemen, karena kebutuhan nutrisi dan udara yang dibutuhkan bakteri *Acetobacter xylinum* terpenuhi baik dari segi kontak dengan oksigen maupun terendam di dalam nutrisi yang merupakan faktor utama sel bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai biosintesis gula yang ada di dalam nutrisi menjadi

lembaran *microbial-cellulose*. Menurut Alina (2009) faktor yang mempengaruhi tingkat rendemen dalam memproduksi *microbial-cellulose* adalah tingkat kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* melakukan biosintesis medium dengan baik untuk membentuk lapisan selulose yang akan semakin menebal sampai media tumbuh yaitu nutrisi habis tersintesis oleh sel bakteri *Acetobacter xylinum*.



**Gambar 5.** Grafik rendemen menggunakan alat bioreaktor drum dan rata-rata ulangan (5 kali) menggunakan biakan statis

### Kadar Air *Microbial-cellulose*

Hasil analisis kadar air *microbial-cellulose* dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil kadar air *microbial-cellulose* menggunakan bioreaktor drum berputar lambat dibandingkan biakan statis selama 5 hari

Menggunakan Alat bioreaktor drum dan menggunakan biakan statis		
Sampel	Kecepatan Motor (rpm)	Kadar Air (%)
K0	NA	91,37
K1	5	92,89
K2	10	92,38
K3	15	92,17
K4	20	0
K5	25	0

NA. Not Available

KO. Rata-rata (5 kali) ulangan biakan statis

Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan kadar air menggunakan alat bioreaktor drum di masing-masing kecepatan dan menggunakan metode biakan statis dengan rata-rata lima kali ulangan terjadi perubahan yaitu pada metode biakan statis kadar air lebih rendah yaitu 91,37%

lebih baik dari hasil menggunakan bioreaktor drum. Hal ini diduga karena kemampuan lapisan *microbial-cellulose* mengikat air pada metode menggunakan alat bioreaktor drum akan semakin cepat sehingga air yang terikat di dalam lapisan *microbial-cellulose* akan semakin

banyak seiring dengan semakin cepatnya produksi *microbial-cellulose*, sehingga apabila dilakukan pengujian kadar air akan diperoleh hasil yang lebih tinggi. Menurut Fitri (2004), terbentuknya lapisan *microbial-cellulose* pada permukaan medium yang kemudian diikuti dengan penebalan *microbial-cellulose* akan menyebabkan lapisan polisakarida yang dihasilkan semakin tinggi sehingga kemampuan mengikat air akan semakin besar. Hal ini dijelaskan oleh pendapat Sulandra dkk., (2000), bahwa kandungan air yang relatif sama pada *microbial-cellulose* disebabkan karena sebagian

besar tersusun dari selulosa (polisakarida), dimana gugus hidroksil dari selulosa dapat berikatan dengan hidrogen dari air. Selain mengandung air bebas juga mengandung air yang terikat secara fisik dalam jaringan matriks (pita selulosa).

### Total Gula

Hasil pengukuran total gula sebelum dan sesudah fermentasi *microbial-cellulose* yang diperoleh dari jumlah medium sebanyak 1000 ml yang difermentasi selama 5 hari dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil total gula sebelum dan sesudah fermentasi *microbial-cellulose* menggunakan alat bioreaktor drum selama 5 hari

Total Gula Menggunakan Alat Bioreaktor Drum dan biakan statis				
Sampel	Kecepatan Motor (rpm)	Sebelum Difermentasi (%)	Setelah Difermentasi (%)	Pengurangan Total Gula (%)
K0	NA	12,97	7,86	5,19
K1	5	13,66	6,69	6,97
K2	10	12,71	8,02	4,69
K3	15	12,98	9,77	3,21
K4	20	12,38	11,92	0,46
K5	25	13,56	12,9	1,37

NA. Not Available

KO. Rata-rata (5 kali) ulangan biakan statis

Tabel 6 menunjukkan hasil pengukuran total gula pada fermentasi menggunakan alat bioreaktor drum, terlihat pada kecepatan 5 rpm total gula habis terbiosintesis oleh sel bakteri *Acetobacter xylinum* yang tertinggi dari kecepatan lain, yaitu sekitar 6,97%. Hal ini diduga karena hasil *microbial-cellulose* pada biakan menggunakan alat bioreaktor drum dikecepatan 5 rpm menghasilkan *microbial-cellulose* terbanyak sehingga sel-sel bakteri *Acetobacter xylinum* mensintesis gula pada nutrisi lebih banyak karena pembentukan selulosa oleh sel-sel bakteri *Acetobacter xylinum* yang akan mengubah glukosa yang tersedia di dalam nutrisi membentuk prekursor (bahan untuk pembentuk selulosa bakteri). Prekursor ini selanjutnya dieksresikan bersama-sama dengan enzim ekstraseluler untuk mempolimerisasikan glukosa menjadi selulosa di luar sel, sehingga gula yang berada pada nutrisi tersintesis lebih banyak.

Menurut Hariastuti (2002), bahwa bakteri *Acetobacter xylinum* akan membentuk *microbial-cellulose* jika ditumbuhkan dalam nutrisi yang sudah diperkaya dengan karbon dan nitrogen melalui suatu proses yang dikontrol. Kondisi demikian, bakteri tersebut akan menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menyusun (mempolimerisasi) zat gula (dalam hal ini glukosa) menjadi ribuan rantai (homopolimer) serat atau selulosa, dari jutaan jasad renik yang tumbuh dalam air kelapa tersebut, akan dihasilkan jutaan lembar benang selulosa yang akhirnya nampak padat berwarna putih hingga transparan yang disebut dengan *microbial-cellulose*.

Metode biakan statis terlihat pada tabel 9 dengan rata-rata pengulangan lima kali diperoleh hasil gula total yang terbiosintesis oleh bakteri *Acetobacter xylinum* 5,19%. Hasil biosintesis total gula pada biakan menggunakan metode statis merupakan hasil kemampuan sel

bakteri *Acetobacter xylinum* untuk mensintesis gula pada biakan statis berjalan lambat dengan hasil *microbial-cellulos* rendah dan untuk memperoleh hasil *microbial-cellulose* yang tinggi akan membutuhkan waktu yang lebih lama karena pada ketebalan tertentu bakteri *Acetobacter xylinum* berada di atas lapisan *microbial-cellulose* yang memungkinkan bakteri *Acetobacter xylinum* tidak akan mendapatkan nutrisi. Sel bakteri *Acetobacter xylinum* melakukan biosintesis gula berjalan lambat akibat terhambat lapisan selulose pada ketebalan tertentu.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode alat menggunakan bioreaktor drum di kecepatan 5 rpm diperoleh hasil yang terbaik dari putaran lain atau menggunakan metode biakan statis dari 1000 ml nutrisi, berat basah 981 g, berat kering, 68,86 g, ketebalan 5,31 milimeter, rendemen 44,42%, kadar air 92,89%, dan total gula sebelum difermentasi 13,66% setelah difermentasi selama 5 hari 6,69% dengan persentase pengurangan 6,67%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alina, K., K. Maria., W.K. Aginiezka., B. Stanislaw., K. Emilia., M. Aleksander, dan P. Andrzej. 2009. **Molecular basis of biosynthesis disappearance in submerged cultures of *Acetobacter xylinum***. Institute of Biotechnology and Antibiotics, Warszawa, Poland, Vol. 52 (3) : 691-698.
- Astuti, A. dan I. Prabasari. 1994. **Pengaruh limbah tahu cair terhadap pertumbuhan *Acetobacter xylinum* dan pembentukan nata**. Skripsi. Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.
- Fitri, A. 2004. **Pengaruh konsentrasi starter dan pemberian beberapa jenis gula terhadap pertumbuhan *Acetobacter xylinum* dan produksi nata de soya**. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Riau, Pekanbaru.
- Hariastuti, M., Suranto, dan R. Setyaningsih. 2002. **Pembuatan nata de cashew dengan variasi konsentrasi sukrosa dan ammonium fosfat [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>]**. Jurnal Enviro, Vol 2 (2) : 11-18.
- Kurniawati, R. 2009. **Variasi konsentarsi susu skim dan sukrosa terhadap kulit minuman probiotik dari sari kulit nanas (*Ananas comosus* L. Merr)**. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Manoi, F. 2007. **Penambahan ekstrak ampas nanas sebagai medium campuran pada pembuatan nata de cashew**. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Buletin Littro XVIII (1) : 107 – 116.
- Novianti, 2003. **Pembuatan nata de soya dari limbah cair pabrik tahu**. Skripsi. Teknik Kimia Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Sarfa'i, M. 2009. **Kajian konsentrasi sukrosa dan sumber nitrogen pada produk nata de soya**. Skripsi. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Setiningsih, T. 1998. **Pengaruh biofermentasi *Acetobacter xylinum* dan kadar sukrosa terhadap pembentukan nata de soya dan nata de coco dari limbah industri dan air kelapa**. Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, Surabaya.
- Sulandra, K., M. Nada., P. Sarjana, dan Ekawati. 2000. **Pengaruh berbagai konsentrasi pupuk ZA dan NPK terhadap produksi serta karakteristik nata de coco**. Laporan Penelitian Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran, Bali.
- Ross, P, R., Mayer and M. Benzimann. 1991. **Cellulose biosynthesis and function in bacteria**. *Microbiol.Rev.* 55: 35-58.