

## **RANCANG BANGUN *ROTARY DRUM BIOREACTOR* UNTUK PRODUKSI *MICROBIAL CELLULOSE***

[DESIGN AND PRODUCTION FOR *ROTARY DRUM BIOREACTOR*  
*MICROBIAL CELLULOSE*]

**HARUN SIANTURI\*, FAJAR RESTUHADI, DAN EVY ROSSI**

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

### **ABSTRACT**

*Microbial cellulose is the result of bacterial metabolism of Acetobacter xylinum in a liquid medium used. To grow and produce optimal microbial cellulose, Acetobacter xylinum bacteria requires oxygen for metabolism of glucose. Several studies conducted to obtain optimal results as a static method, RDR, bioreactor dye and spin reactor still has weakness in the tools design. To overcome this weakness a new tool called Rotary Drum Bioreactor (RDB) has been created. The design of Rotary Drum Bioreactor particularly aimed to overcome the weaknesses of the previous studies and to determine the best treatment using RDB in better producing of microbial cellulose. The study started on the selection tools and materials that will be used in designing the RDB tools, then proceed to design the tools to be able to work with four tools simultaneously that have different speeds in each fermentor including 2, 4, 6 and 8 rpm, as the treatment with three replications and untreated comparison is static fermentation. The third phase was testing tools in producing microbial cellulose and then the data were analyzed statistically using analysis of variance followed by further test of Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at 5% level. The analysis showed that the speed of 2 rpm for 6 days of fermentation gave the best results including 95.02% moisture content, wet weight of 0.62 gr/cm<sup>2</sup> and yield 9.92%.*

**Key words:** *Microbial cellulose, Rotary Drum Bioreactor (RDB), Acetobacter xylinum.*

### **ABSTRACT**

*Microbial cellulose merupakan hasil metabolisme bakteri Acetobacter xylinum pada medium cair yang digunakan. Untuk tumbuh dan memproduksi Microbial cellulose yang optimal bakteri Acetobacter xylinum membutuhkan oksigen yang cukup untuk melakukan metabolisme glukosa. Beberapa penelitian yang dilakukan untuk memperoleh hasil yang optimal seperti metode statis, RDR, Bioreaktor celup dan reaktor berputar masih memiliki kelemahan pada alat yang dirancang. Untuk mengatasi kelemahan tersebut maka diciptakan alat baru bernama Rotary Drum Bioreactor (RDB). Tujuan khusus rancang bangun Rotary Drum Bioreactor adalah untuk mengatasi kelemahan penelitian terdahulu serta untuk mengetahui perlakuan terbaik menggunakan RDB dalam memproduksi Microbial cellulose yang lebih baik. Penelitian diawali dengan tahap pemilihan alat dan bahan yang akan digunakan dalam merancang alat RDB, kemudian dilanjutkan dengan mendesain alat untuk mampu bekerja dengan empat alat bersamaan yang memiliki kecepatan yang berbeda pada tiap fermentor diantaranya 2, 4, 6, dan 8 rpm. Hal ini menjadi perlakuan yang diberikan dengan tiga kali ulangan serta diberi perlakuan perbandingan yaitu fermentasi statis. Tahap ketiga pengujian alat dalam memproduksi Microbial cellulose kemudian data yang diperoleh dianalisis statistik menggunakan analisis of variance kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%. Hasil analisis menunjukkan pemberian kecepatan 2 rpm selama 6 hari fermentasi memberi hasil terbaik meliputi kadar air 95,02%, berat basah 0,62 gr/cm<sup>2</sup> dan rendemen 9,92%.*

**Kata kunci:** *Microbial cellulose, Bioreaktor drum berputar, Acetobacter xylinum.*

---

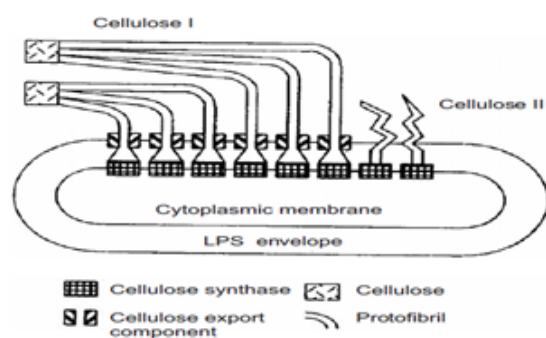
\*Korespondensi penulis:  
Email: Soundharun@gmail.com

## PENDAHULUAN

*Microbial-cellulose* (MC) adalah produk selulosa yang dihasilkan oleh bakteri yang tumbuh pada substrat cair yang mengandung gula, MC memiliki struktur fungsi sifat kimia yang menarik dan unik. Rumus kimia *Microbial-cellulose* adalah (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>), yang memiliki ikatan  $\beta$ -1,4 antara dua molekul monosakarida yang menyusun polimer tersebut, memiliki ke mirip dengan molekul selulosa pada tanaman tetapi memiliki sifat fisiko-kimia yang berbeda (Yosinaga dkk., 1997). Proses terbentuknya MC dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menjelaskan proses pembentukan *Microbial-cellulose* yang dihasilkan oleh *Acetobacter xylinum* dengan bantuan enzim selulosa, akan disekresikan oleh *cellulose export component* keluar sel dalam bentuk benang-benang protofibril sebelum akhirnya membentuk bundel lembaran halus selulosa dalam bentuk pita yang membentuk mikrofibril (Iguchi dkk., 2000), pita selulosa ini sangat tipis dan halus dengan ketebalan 1/100 dari ukuran selulosa tanaman.

Benang selulosa ini kemudian berkembang sejalan dengan proses metabolisme yang terjadi oleh *Acetobacter xylinum* membentuk struktur pita-pita halus yang sangat teratur dan memiliki kemurnian yang sangat tinggi, tidak kasar seperti selulosa tanaman (Iguchi dkk., 2000)



Gambar 1. Proses terbentuknya *Microbial-cellulosa* oleh *Acetobacter xylinum*.

Sumber: Iguchi dkk. (2000).

Perkembangan teknologi modren menyebabkan penggunaan *Microbial-cellulose*

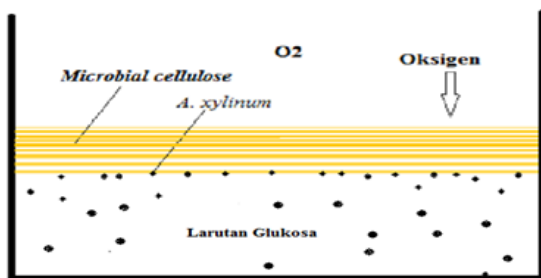
mulai dilirik dalam dunia industri. Ke istimewa yang dimiliki *Microbial-cellulose* menjadikannya sebagai biomaterial yang berpotensi dikembangkan dalam dunia industri modern, mulai dari LCD (*liquid crystal display*), layar sentuh dan komponen elektronika (Shah dan. Brown., 2004), bahan medis dan juga substitusi kulit yang terbakar (Fontana dkk., 1990).

Semakin berkembangnya penggunaan MC, maka perlu dilakukan beberapa rancangan inovatif untuk mendapatkan hasil yang lebih tinggi dalam memproduksi MC berkualitas baik serta ekonomis. Beberapa peneliti yang sudah mengembangkan metode untuk memproduksi MC diantaranya cara konvensional (fermentasi statis) oleh Safra'i, (2009), *Rotary Disc Reaktor* (RDR) Norhayati, (2008), bioreaktor celup Rio, (2010) dan bioreaktor berputar Parluhutan dkk., (2016). Namun ditemukan beberapa kelemahan penelitian di atas diantaranya, metode konvensional atau fermentasi statis dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menjelaskan bahwa fermentasi statis memiliki kelemahan dengan semakin menebalnya lapisan mikrofibril pada permukaan medium menjadi penghalang oksigen untuk kontak dengan bakteri *A. xylinum*. Akibatnya proses metabolisme glukosa oleh bakteri *Acetobacter xylinum* terhenti. Untuk mengatasi kelemahan metode konvensional, maka oleh Norhayati, (2008) mencoba mengembangkan teknologi inovatif yang diberi nama *Rotary Disc Reaktor* (RDR) namun alat ini juga masih memiliki kelemahan, tidak mampu berputar kurang dari 7 rpm sehingga tidak optimal dalam mencari fasa terendam dan fasa terekspose yang optimal dalam mengamati pertumbuhan dan produksi MC yang maksimal. Kelemahan RDR berhasil diatasi oleh Rio, (2010) dengan alat Bioreaktor celup, namun rancangan alat ini masih memiliki kelemahan di mana ketidak mampuan alat untuk mengangkat lembaran MC yang tumbuh pada cakram sehingga dibutuhkan lengan yang lebih kuat untuk mengangkat beban yang lebih berat. Selanjutnya rancangan alat bioreaktor berputar oleh Parluhutan dkk., (2016) memiliki kelemahan di mana keranjang yang digunakan sebagai tempat melekatnya MC saat

alat berputar berdampak sulitnya proses pemanenan lembaran di sebabkan lembaran yang terbentuk membungkus keranjang yang digunakan sehingga sulit dipisahkan di samping itu alat yang dirancang masih terlalu kencang putarannya.

Upaya untuk mengatasi kelemahan penelitian di atas, maka perlu dikembangkan teknologi inovatif untuk meningkatkan hasil produksi *MC* yang lebih tinggi yang diberi nama **Rotary Drum Bioreactor**. Rancangan alat inovatif ini memiliki kemampuan untuk dapat berputar sampai 2 rpm dengan kombinasi alat yang bisa berputar dengan empat kecepatan yang berbeda sekali beroperasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan biokonversi air kelapa dengan penambahan sukrosa menjadi *Microbial-cellulose*, dengan memberi pengaruh kecepatan putaran (rpm) untuk mengetahui perlakuan terbaik menggunakan RDB.



Gambar 2. Proses pembentukan lapisan-lapisan mikrofibril *Microbial cellulose* pada fermentasi statis

**BAHAN DAN METODE**

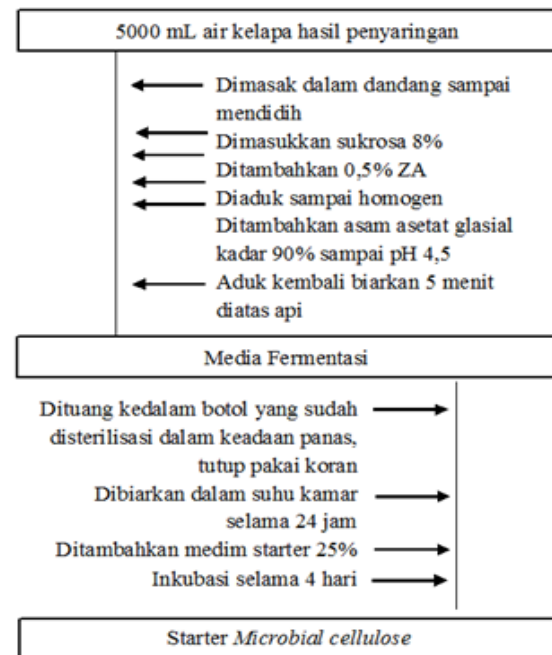
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biakan murni *Acetobacter xylinum*, air kelapa tua, sukrosa, ZA, asam asetat glasial, kapur, alkohol antiseptic 70% produksi PT. Brataco dan akuades.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, pH meter, jangka sorong, kompor, botol jar, panci *stainless steel*, *rotary drum bioreactor* (RDB), gelas ukur, tabung ukur, saringan, kertas koran, sendok, kain, pisau *stainless steel*, desikator, krus porselen, oven, kertas label, bror, obeng, grinda, hole saw, tang, jekso, timbangan dan *power window*.

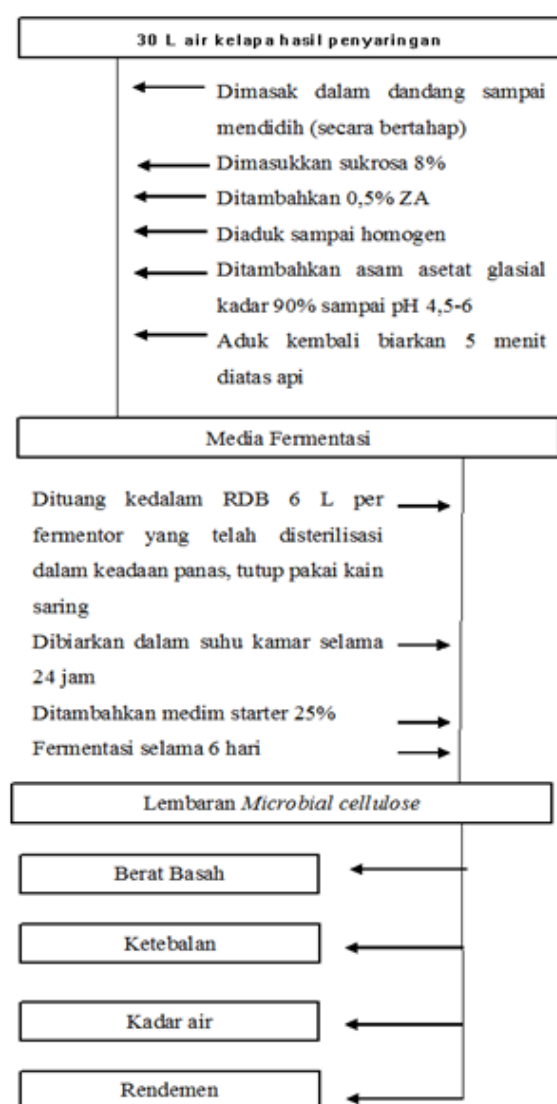
Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan (*Eksperimental Method*) dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Faktor perlakuan adalah pengaruh kecepatan putaran (rpm) yang terdiri dari empat taraf kecepatan 2, 4, 6 dan 8 rpm dan satu taraf statis sebagai pembanding. Empat taraf perlakuan akan diulang tiga kali ulangan sehingga diperoleh 12 unit percobaan.

Pembuatan *Microbial cellulose*, medium yang digunakan adalah air kelapa yang di peroleh dari pasar tradisional. Air kelapa di tampung dalam kemasan jerigen plastik 30 liter yang tertutup, sebelum dijadikan sebagai medium terlebih dahulu disaring bertujuan untuk memisahkan dari kotoran. Tahapan pembuatan starter dapat dilihat pada Gambar 3.

Pembuatan *MC* memiliki tahapan proses yang sama dengan proses pengembangan starte, yang membedakan adalah banyak medium air kelapa yang digunakan dan perlakuan proses fermentasi. Pada pembuatan *MC* dalam sekali ulangan membutuhkan 30 L air kelapa atau sekitar 6 L air kelapa per perlakuan. Adapun bagan proses pembuatan air kelapa menjadi *Microbial cellulose* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Bagan proses pembuatan starter



Gambar 4. Bagan proses produksi *Microbial cellulose*

### Pengamatan

#### Kadar Air

Pengukuran kadar air mengacu pada Sudarmadji dkk., (1997) dengan cara pemanasan (metode oven). *Microbial cellulose* ditimbang sebanyak 2 gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 3 jam dalam kondisi konstan (tetap). Kemudian didinginkan selama 20 menit dalam desikator dan setelah dingin lalu ditimbang. Sampel beserta wadah yang telah diketahui beratnya dipanaskan kembali dalam oven selama 30 menit pada suhu 105°C, lalu didinginkan dalam desikator selama

20 menit dan ditimbang. Perlakuan ini diulangi sampai berat sampel konstan (selisih 2 kali penimbangan berturut-turut 0,2 mg) kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat sampel awal} - \text{Berat sampel akhir}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100\%$$

#### Ketebalan *Microbial cellulose*

Pengukuran ketebalan *Microbial cellulose* dilakukan dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan 3 kali pada sisi yang berbeda dan dihitung untuk setiap kombinasi perlakuan dan ulangannya. Hasil pengukuran setiap ulangan dirata-ratakan. Pengukuran ketebalan *Microbial cellulose* dilakukan pada waktu pemanenan. Ketebalan *Microbial cellulose* dinyatakan dalam cm.

#### Berat *Microbial cellulose*

*Microbial cellulose* dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan lendir yang melekat, kemudian ditiriskan selama 15 menit. *Microbial cellulose* ditimbang dengan menggunakan timbangan untuk setiap kombinasi perlakuan dan ulangan. Berat *Microbial cellulose* dinyatakan dalam gram analitik. Hasil penimbangan di rata-ratakan untuk setiap kombinasi perlakuan dan ulangan. Berat *Microbial cellulose* dinyatakan dalam gram.

#### Rendemen

Penentuan rendemen *Microbial cellulose* mengacu pada Sudarmadji dkk (1997), dengan menghitung berat *Microbial cellulose* yang dihasilkan dan dibagi dengan berat medium kemudian dikali 100%. Rendemen dihitung dengan rumus:

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

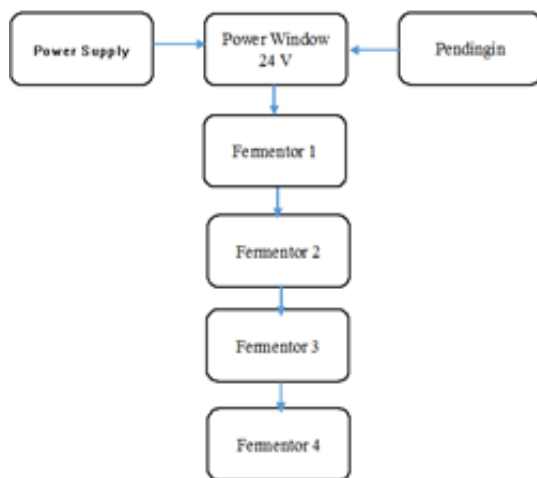
#### Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan dianalisis secara statistik dengan menggunakan Analisis of Variance (Anova). Jika F hitung e" F tabel maka dilanjutkan dengan Uji Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Diagram Blok Rancangan Rotary Drum Bioreactor**

Skema diagram blok rancangan alat bioreactor dapat dilihat pada skema atas, merupakan landasan awal rancangan alat ini terbentuk. Adapun skema diagram blok dapat dilihat pada Gambar 5 dan wadah medium rotary drum bioreactor pada Gambar 6.

Konstruksi bahan yang dipilih untuk bak fermentor adalah jerigen kemasan kecap ukuran 25 L berbahan plastik dengan kode HDPE atau *High density polyethylene*. Tabung tempat tumbuh menggunakan pipa PVC 4inci dengan panjang 28 cm pada tiap fermentor. Sedangkan pulley yang digunakan terbuat dari kayu yang dipahat sehingga dapat disesuaikan ukuran diameter pulley yang ditentukan, sebagai dudukan pulley menggunakan poros yang terbuat dari pipa PVC ukuran ½ inci. Untuk menggerakkan fermentor menggunakan motor power window.



Gambar 5. Diagram Blok Rotary Drum Bioreactor



Gambar 6. Wadah Medium Rotary Drum Bioreactor

**Hasil Aplikasi Rotary Drum Bioreactor**

Hasil yang diperoleh dari mesin bioreaktor berputar dalam proses pembuatan MC selama 6 hari fermentasi. Hal ini dapat dilihat dari hasil berat basah, ketebalan, rendemen dan kadar air dapat dilihat pada Tabel 1.

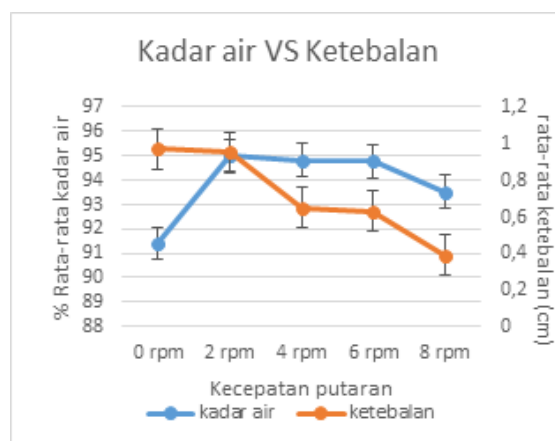
**Kadar Air**

Kadar air dalam suatu produk MC hasil fermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum* merupakan salah satu indikator terhadap kualitas mutu mikrobiologis produk tersebut. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh pemberian kecepatan putaran dalam memproduksi MC menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar air MC yang dihasilkan. Data dari Gambar 7 menjelaskan bahwasannya adanya pengaruh peningkatan antara nilai rata-rata kadar air yang dihasilkan terhadap tingkat ketebalan MC seiring dengan melambatnya putaran RDB yang diberikan. Hal ini dapat dilihat dengan jelas, kecepatan putaran 8 rpm mengalami kenaikan dari 0,39 hingga 0,95 cm pada putaran 2 rpm sedangkan pada fermentasi statis tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan antara ketebalan terhadap persentase kadar air. Hal ini diduka pada fermentasi statis, lembaran MC yang terbentuk pada permukaan medium hanya kontak pada permukaan atas saja. Akibatnya persentase air diserap selulosa akan lebih sedikit dibandingkan pemberian putaran, penyebabnya saat RDB berputar lembaran MC terbenam sehingga selulosa memiliki kesempatan menyerap air.

Pada penelitian ini kadar air tertinggi adalah 95,02% pada perlakuan 2 rpm. Menurut Budhiono dkk., (1999) MC yang bagus mempunyai kadar air >85%, pada penelitian ini nilai kadar air yang diperoleh memenuhi syarat pada semua perlakuan lebih dari 85% (Tabel 1).

**Ketebalan Microbial-cellulose**

Ketebalan merupakan salah satu aspek penting terhadap mutu produksi MC yang dihasilkan. Ketebalan MC dihitung menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,05 mm. Lembaran MC terlebih dahulu ditiriskan selama 15 menit kemudian dilakukan pengukur pada 3 bagian lembaran.



Gambar 7. Hubungan kadar air VS ketebalan

Tabel 1. Peroksimat

Analisis	Perlakuan Putaran				
	Statis ( 0 rpm)	2 rpm	4 rpm	6 rpm	8 rpm
Kadar air (%)	91,42 <sup>a</sup>	95,02 <sup>c</sup>	94,82 <sup>c</sup>	94,79 <sup>c</sup>	93,51 <sup>b</sup>
Ketebalan (cm)	0,97 <sup>c</sup>	0,95 <sup>c</sup>	0,65 <sup>b</sup>	0,63 <sup>b</sup>	0,39 <sup>a</sup>
Berat Basah (gr/cm <sup>2</sup> )	0,17 <sup>a</sup>	0,62 <sup>c</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,35 <sup>b</sup>	0,18 <sup>a</sup>
Rendemen (%)	7,07 <sup>b</sup>	9,92 <sup>c</sup>	5,96 <sup>b</sup>	5,60 <sup>b</sup>	2,93 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata ( $P < 0,05$ ).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian kecepatan dalam memproduksi *MC* memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap ketebalan *MC* yang dihasilkan. Berdasarkan data Tabel 1 menunjukkan bahwa pengaruh pemberian kecepatan sangat memberi pengaruh nyata terhadap ketebalan *MC* yang dihasilkan. Semakin lambat putaran bioreaktor berputar maka semakin tebal lembaran *MC* yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian Norhayati, (2008) menyatakan semakin lambat putaran RDR maka semakin tinggi produksi *MC* yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan 2 rpm dengan rata-rata ketebalan 0,95 cm lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata pemberian kecepatan pada 4, 6 dan 8 rpm. Hal ini diduga bahwa 2 rpm memberi kesempatan bakteri melakukan proses metabolisme yang lebih baik dibandingkan

perlakuan 4, 6 dan 8 rpm selama 6 hari proses fermentasi berlangsung.

Fermentasi statis sebagai pembanding memberikan hasil yang lebih tebal dengan persentase rata-rata 0,97 cm dengan tiga kali ulangan namun menunjukkan berbeda tidak nyata dengan perlakuan 2 rpm dengan nilai rata-rata 0,95 cm. Hal ini disebabkan fermentasi secara statis yang dilakukan selama 6 hari terjadi adaptasi yang lebih cepat dibandingkan dengan pemberian kecepatan putaran. Kemampuan beradaptasi *Acetobacter xylinum* yang lebih cepat berdampak terjadinya pertambahan jumlah bakteri yang cepat sehingga proses pembentukan lembaran mikrofibrilpun lebih cepat.

Di sisi lain, kelemahan fermentasi statis adalah adanya batasan yang terjadi pada saat lembaran *MC* menutupi permukaan medium sehingga kesempatan bakteri untuk kontak

dengan oksigen ( $O_2$ ) menjadi terhalang. *Acetobacter xylinum* adalah bakteri aerobik obligat yang memiliki metabolisme berbasis oksigen oleh karena itu dibutuhkan oksigen yang cukup untuk respirasi selama proses oksidasi substrat seperti glukosa menjadi energi dan mengkonversi glukosa menjadi selulosa. Hal ini sesuai dengan pernyataan Azly dan Muhamad, (2009) mengatakan perlunya *A. xylinum* kontak dengan  $O_2$  untuk meningkatkan kemampuan *A. xylinum* menyerap nutrient berakibat meningkatkan produktivitas bakteri selulosa. Hal ini dibuktikan melalui pengamatan pra penelitian yang dilakukan setelah fermentasi pada hari ke-6 menunjukkan bahwa fermentasi statis mengalami penurunan kecepatan dalam hal pertambahan tebal malahan cendrum pasif. Sebaliknya pada mesin RDB setelah hari ke-6 terjadi pertambahan ketebalan lembaran *MC*. Hal ini diduga pada saat pemberian starter *A. xylinum* pada medium fermentasi di dalam fermentor yang berputar adanya guncangan pada medium. Guncangan yang terjadi berdampak pada fase adaptasi oleh bakteri lebih lama dibanding fermentasi statis. Menurut Parluhutan dkk, (2016) guncangan yang terjadi pada medium berdampak timbulnya buih sehingga menjadi penghambat bakteri untuk tumbuh lebih cepat. Fase pertumbuhan adaptasi dicapai pada 0 – 24 jam sejak inokulasi. Fase pertumbuhan awal di mulai dengan pembelahan sel dengan kecepatan rendah. Fase ini berlangsung beberapa jam saja dan fase eksponensial di capai antara 1 – 5 hari. Pada fase ini bakteri mengeluarkan enzim ekstraseluler polimerase sebanyak banyaknya untuk menyusun polimer glukosa menjadi selulosa. Fase ini sangat menentukan kecepatan suatu strain *Acetobacter xylinum* dalam membentuk *MC*.

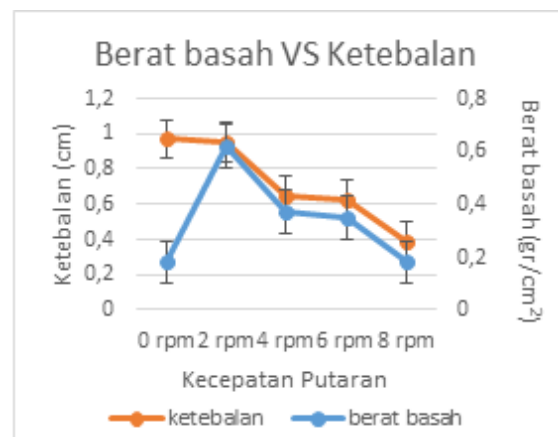
Pada rancangan alat RDB, mampu mengatasi kelemahan fermentasi statis dimana ketersediaan oksigen selama proses metabolisme yang berlangsung terpenuhi.

#### Berat Basah *Microbial-cellulose*

Hasil analisis secara statistik memperlihatkan pada rancangan alat RDB dimana semakin melambatnya putaran yang diberi terjadi peningkatan yang sangat signifikan

terhadap berat basah dan ketebalan yang diperoleh (Gambar 8).

Kenaikan berat basah dan ketebalan berbanding sejajar seiring melambatnya putaran RDB. Hal ini diduga disebabkan oleh semakin tebal lembaran *MC* yang terbentuk maka selulosa yang dihasilkan meningkat akibatnya daya ikat air semakin tinggi maka berat basah yang diperoleh semakin besar. Bertambahnya berat basah di picu pada saat RDB berputar *MC* yang terbentuk terbenam pada medium akibatnya terjadi penyerapan kembali air oleh *MC* secara terus menerus.



Gambar 8. Hubungan terhadap berat basah VS ketebalan

#### Rendemen

Rendemen adalah hasil dari penjumlahan berat *Microbial-cellulose* dibagi berat medium dikali seratus persen perhitungan ini mengacu pada Sudarmadji dkk. (1997). Penentuan rendemen berhubungan erat dengan tingkat kecepatan bakteri dalam mengkonversi glukosa menjadi selulosa. Semakin cepat proses metabolik yang terjadi maka rendemen yang dihasilkan semakin besar. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian kecepatan memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap rendemen yang dihasilkan. Hasil analisis statistik terhadap rendemen setelah dianalisis disajikan pada Lampiran 10 dan rata-rata rendemen setelah diuji lanjut disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh (Tabel 1) menunjukkan bahwa pemberian kecepatan dalam proses fermentasi

berpengaruh nyata terhadap nilai rata-rata rendemen *Microbial-cellulose*. Hal ini dapat dilihat dari rendemen yang dihasilkan setelah inokulasi 6 hari.

Berdasarkan tabel 1 rata-rata rendemen yang diperoleh berkisar 2,93-9,92% berdasarkan 5 perlakuan 3 kali ulangan. Rendemen yang tertinggi pada penelitian ini tampak pada perlakuan 2 rpm hampir empat kali lipat dari nilai rata-rata perlakuan 8 rpm. Hal ini membuktikan pemberian kecepatan 2 rpm sangat signifikan terhadap rendemen yang diperoleh dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga disebabkan putaran lambat 2 rpm memberikan waktu terbaik kontak dengan oksigen saat terespos di udara dan kontak dengan medium ketika tabung terbenam dibandingkan perlakuan lain..

Waktu terbaik pada 2 rpm berdampak pada tingkat metabolisme oleh bakteri dalam mengonversi sukrosa lebih baik. Sukrosa dalam pembentukan *MC* berfungsi sebagai sumber karbon atau energi.

### Kesimpulan

*Rotary drum bioreactor* (RDB) berhasil mengatasi kelemahan dari metode konvensional (fermentasi statis), RDR (Norhayati, 2008), reaktor celup (Rio, 2010) dan drum berputar oleh Parluhutan dkk., (2016). RDB mampu memberikan kesempatan bakteri yang menempel pada drum memperoleh nutrisi saat terendam dalam medium dan berkesempatan kontak dengan oksigen saat terespos di udara. Berputar lebih pelan dari 7 rpm, serta hasil lembaran yang diproduksi sangat baik.

Penelitian ini membuktikan bahwa hipotesis terbukti bahwasannya adanya pengaruh pemberian kecepatan terhadap hasil produksi *Microbial-cellulose* dengan pemberian kecepatan, 2 rpm memberi hasil produksi yang lebih tinggi dibandingkan 4, 6, dan 8 rpm. Semakin pelan putaran yang diberikan akan memberikan waktu *Acetobacter xylinum* untuk melakukan metabolisme yang lebih baik.

### DAFTAR PUSTAKA

Azly, K. dan Muhamad. 2009. **Production of microbial cellulose using rotary disc reactor (RDR)**. Bachelor of Chemical

Engineering Bioprocess, University Technology Malaysia.

- Budhiono, A., B. Rosidi., H.Taher dan M. Iguchi. 1999. **Kinetic aspects of bacterial BC formation in nata de coco culture system**. Carbohy Polym, 14: 137-143.
- Djumarti. 1993. **Pengaruh penambahan ekstrak sari kulit nenas dan asam asetat glasial dalam medium fermentasi terhadap produk nata yang dihasilkan**. Agri Jurnal, volume I nomor 2.
- Fontana, dkk., 1990. **Acetobacter Cellulose Cellicle, as a temporary Skin Substitute**. Applied Biochemistry and Biotechnology 24-25: 253-264.
- Iguchi, M; S. Yamanaka, dan A. Budhiono. (2000). **Bacterialcellulose – A masterpiece of nature’s arts**. J.Mater.Sci. Vol. 35. p. 261–270.
- Norhayati. 2008. **Rotary disc reactor for enhanced production of microbial cellulose**. Tesis. Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, University Technology Malaysia, Skudai. Johor Baru.
- Parluhutan. F., Restuhadi, dan E. Rossi. 2016. **Optimasi produksi Microbial cellulosa dalam bioreaktor drum berputar**. Agricultural Science and Technology Journal.
- Rio. 2010. **Inovasi rancang bangun bioreaktor celup (alternate dip bioreactor) untuk produksi bakteri selulosa**. Skripsi Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru
- Sarfa’i, M. 2009. **Kajian konsentrasi sukrosa dan sumber nitrogen pada produk nata de soya**. Laporan penelitian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Sudarmadji, S. B., Haryono. dan Suhardi. 1997. **Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.
- Yoshinaga, F., N. Tonouchi, dan K. Watanabe. 1997. **Re-search progress in production of bacterial cellulose by aeration and agitation culture and its application as a new industrial material**. Biosci. Biotech. Biochem. 61: 219-224.