

## KINETIKA PERTUMBUHAN SELULOSA MIKROBIAL TERHADAP PEMBUATAN NATA DE PINA DENGAN PENAMBAHAN SUKROSA

### GROWTH KINETICS OF MICROBIAL CELLULOSE ON PREPARATION OF NATA DE PINA BY ADDITION OF SUCROSE

Tika Fadilah<sup>1\*</sup>, Fajar Restuhadi<sup>1</sup>, dan Usman Pato<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Pekanbaru

#### ABSTRAK

Produk nata yang berasal dari kulit nanas dikenal dengan *nata de pina*. Pertumbuhan mikroba secara kuantitatif dengan studi kinetika fermentasi berguna untuk mengetahui pertumbuhan selulosa dengan kecepatan maksimum ( $V_{maks}$ ) dan tetapan *Michaelis-Menten* (KM). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi sukrosa yang optimum terhadap produksi, rendemen, dan nilai kecepatan maksimum ( $V_{maks}$ ) serta tetapan *Michaelis-Menten* (KM) pada selulosa mikrobial yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan empat ulangan sehingga diperoleh 16 unit percobaan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah S1 (sukrosa 1%), S2 (sukrosa 3%), S3 (sukrosa 6%), dan S4 (sukrosa 9%). Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANOVA). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan sukrosa dengan berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap ketebalan nata, berat basah nata, berat kering nata, rendemen, dan kadar gula total. Konsentrasi sukrosa yang optimum pada penelitian ini adalah perlakuan S3 (sukrosa 6%) yang memiliki ketebalan nata 0,81 cm, berat basah nata 15,92 g, berat kering nata 12,92 g, rendemen 3,32%, dan kadar gula totalnya 7,04%. Nilai  $V_{maks}$  yang didapatkan adalah 1,4708  $\mu\text{M}/\text{mL}$  menit dan nilai KM 3,7341  $\mu\text{M}$ .

**Kata Kunci:** kulit nanas, *nata de pina*, kinetika fermentasi, kecepatan maksimum, tetapan *Michaelis-Menten*

#### ABSTRACT

*Nata de pina* is a food product derived from pineapple peel which part of the biomass growth consists of cellulose, agar-shaped, and white. The study aimed to determine the optimum production for sucrose concentration, yield, maximum velocity ( $V_{max}$ ), and Michaelis-Menten constant (KM) on the resulting microbial cellulose. The study used a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and four replications. The treatments of this study were the addition of sucrose 1, 3, 6, and 9%. Data were analyzed statistically using analysis of variance. However, the effect of the treatments did not significantly ( $P>0.05$ ) influence total sugar content. The results showed that growth kinetics of microbial cellulose with the addition of 6% sucrose was the optimum treatment to produce *nata de pina*, which had 0.81 cm thickness, 15.92 g wet weight, 12.92 g dry weight, 3.32% yield, and 7.04% total sugar content. The optimum growth of microbial cellulose biomass was obtain the maximum velocity value ( $V_{max}$ ) 1.4708  $\mu\text{M}/\text{mL}$  minute and the optimum Michaelis-Menten constant (KM) with a value of 3.7341  $\mu\text{M}$ .

**Keywords:** Pineapple peel, *nata de pina*, fermentation kinetics, maximum speed, Michaelis-Menten constant

\*Penulis Korespondensi:  
[tika.fadilah6002@student.unri.ac.id](mailto:tika.fadilah6002@student.unri.ac.id)

## PENDAHULUAN

Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) merupakan tumbuhan tropis yang banyak dibudidayakan di berbagai daerah di Indonesia salah satunya di Riau Kabupaten Kampar. Menurut data Badan Pusat Statistik Provinsi Riau (2017), Kabupaten Kampar merupakan penyumbang produksi terbesar yang menghasilkan 21.323 ton buah nanas. Menurut Rulianah (2002), buah nanas yang dapat dikonsumsi hanya 53%, sedangkan sisanya 47% berupa bonggol dan kulit nanas dibuang begitu saja sebagai limbah atau dijadikan pakan ternak. Kulit nanas mempunyai potensi sebagai biomassa untuk substrat nata karena mengandung karbohidrat dan gula yang cukup tinggi dibandingkan bagian bonggol dan daging buah nanas.

Kandungan nutrisi dalam kulit nanas adalah air 86,7%, karbohidrat 10,54%, dan gula reduksi 11,40% (Ramadhan *et al.*, 2019). Nata yang dibuat dari kulit nanas disebut nata de pina. Menurut Hamad *et al.* (2017), potensi kulit nanas dalam pembuatan *nata de pina* menghasilkan rendemen 80,24%, ketebalan 1,11 cm, dan kadar air 89%. Starter dalam pembuatan nata yaitu bakteri *Acetobacter xylinum* dapat tumbuh dan berkembang dalam gula serta dapat mensintesis selulosa dari gula yang dikonsumsi. Selulosa mikrobial ini berasal dari metabolisme pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* pada media cair yang asam dan mengandung gula. Nata merupakan biomassa yang sebagian besar terdiri dari selulosa, berbentuk agar, dan berwarna putih (Cahyadi, 2007). Kandungan yang terdapat dalam nata adalah air 95% dan serat 2,5% selain itu, nata memiliki kandungan serat kasar 2,75%, protein 1,5–2,8%, dan lemak 0,35% (Palungkun, 1992). Penambahan sukrosa dalam medium akan meningkatkan produksi, rendemen nata sampai batas konsentrasi tertentu karena semakin banyak sukrosa sebagai sumber karbon dan bahan akan disintesis menjadi selulosa.

Pertumbuhan mikroba dalam proses fermentasi dapat digambarkan secara kuantitatif dengan studi kinetika fermentasi. Kinetika pertumbuhan selulosa dapat diketahui dengan menentukan parameternya yaitu menentukan kecepatan reaksi maksimum dan tetapan *Michaelis-Menten*. Menurut Ratnayani *et al.* (2015), penentuan nilai kecepatan maksimum ( $V_{maks}$ ) dan tetapan *Michaelis-Menten* (KM) dilakukan dengan menggunakan kurva *Lineweaver-Burk*

dengan membuat grafik hubungan antara satu per kecepatan awal ( $1/V$ ) dan satu per substrat ( $1/[S]$ ). Substrat dalam kurva tersebut ditentukan dari perlakuan penambahan sukrosa dengan berbagai konsentrasi. Tetapan *Michaelis-Menten* (KM) digunakan untuk menentukan hubungan yang tepat antara konsentrasi substrat dengan kecepatan produksi selulosa. Laju pertumbuhan selulosa akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi substrat. Semakin rendah konsentrasi substrat maka laju produksi juga rendah. Laju produksi selulosa akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi substrat. Tujuan penelitian ini untuk menentukan konsentrasi sukrosa yang optimum terhadap produksi, rendemen, dan nilai kecepatan maksimum ( $V_{maks}$ ) serta tetapan *Michaelis-Menten* (KM) pada selulosa mikrobial yang dihasilkan.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah nanas matang diperoleh dari Desa Kualu Nenas Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar Riau, starter *Acetobacter xylinum* yang diperoleh dari Iptek bagi Inovasi dan Kegiatan Kampus (IbIKK) Fakultas Pertanian Universitas Riau, sukrosa, *zwavelzure ammoniak* (ZA), asamasetat, alkohol 70%, akuades, larutan luff schoorl,  $\text{NaCO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ , larutan Pb-asetat, asam sitrat, natrium fosfat, KI,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , Na-thiosulfat 0,1 N, dan indikator amilum 1%.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu ukur, erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, desikator, *autoclave*, timbangan analitik, pH meter, *gauge thickness mitutoyo* 7301, kompor, panci *stainless steel*, tabung sentrifus, botol sirup 460 ml, kertas saring, pisau *stainless steel*, saringan, cawan porselen, oven, *cup* plastik, kertas label, dan tisu.

### Tahapan Penelitian

#### Sterilisasi peralatan

Sterilisasi peralatan mengacu pada (Yanti, 2016), semua peralatan kaca dicuci dengan menggunakan sabun kemudian disterilisasi sampai air mendidih selama 30 menit. Alat yang terbuat dari plastik seperti cetakan, saringan, dan gelas ukur plastik disterilisasi dengan cara merendam ke dalam air panas selama 15 menit.

### Persiapan medium

Persiapan medium dalam memproduksi nata mengacu pada Yusmarini *et al.* (2004), ekstrak kulit nanas diperoleh dengan cara menghancurkan kulit nanas sebanyak 1.400 g ditambah 2,8 liter air. Ekstrak kulit nanas kemudian disaring, 600 ml ekstrak kulit nanas setiap perlakuan dipanaskan hingga suhu 90°C kemudian ditambahkan ZA 0,5%, sukrosa 10%, dan 20 mL asam asetat lalu didinginkan sampai suhu 35°C dan diatur pH nya sekitar 4.

### Persiapan starter

Persiapan starter mengacu pada Yusmarini *et al.* (2004), bakteri yang digunakan untuk pembuatan *nata de pina* yaitu *A. xylinum* yang berasal dari medium air kelapa. Bakteri yang digunakan sebelumnya dikembangkan dalam 500 mL larutan ekstrak kulit nanas yang telah direbus dengan ZA 0,5%, sukrosa 10%, dan 20 mL asam asetat selama 10 menit. Setelah mendidih, ekstrak kulit nanas diangkat dan didinginkan terlebih dahulu lalu dimasukkan ke dalam botol sirup yang telah disterilkan. Selanjutnya ditambahkan starter *A. xylinum* sebanyak 20% kemudian ditutup dengan kertas koran dan diikat dengan karet gelang lalu diinkubasi selama 5–7 hari pada suhu kamar.

### Pembuatan *nata de pina*

Pembuatan *nata de pina* mengacu pada Majesty *et al.* (2015), dengan disiapkan terlebih dahulu medium nata sebanyak 2,8 liter. Setelah itu medium dipanaskan bersama sukrosa sesuai perlakuan yaitu 1, 3, 6, dan 9% (b/v) selama 15 menit sambil diaduk dan diatur pH pada medium. Selanjutnya medium dituang ke dalam cup yang telah disterilisasi sebanyak 100 mL setiap perlakuan kemudian ditutup dengan kertas koran dan diikat dengan karet gelang. Diamkan selama 4 jam pada suhu ruang kemudian cup yang berisi medium tersebut diinokulasi dengan *A. xylinum* sebanyak 20% dengan cara sedikit membuka penutup nampan dan ditutup kembali. Inokulasi starter nata dilakukan ketika medium sudah dalam keadaan dingin lalu difermentasi selama 5 hari. Setelah 5 hari medium yang berada di dalam *cup* akan berubah menjadi nata dan siap dipanen.

### Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan secara eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat kali ulangan sehingga diperoleh 16 unit percobaan. Penelitian ini mengacu pada Yustinah (2012). Perlakuan untuk pembuatan *nata de pina* dalam penelitian ini yaitu: S1=Sukrosa 1%, S2= Sukrosa 3%, S3= Sukrosa 6%, dan S4= Sukrosa 9% (b/v).

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Hasil analisis nilai F hitung lebih besar atau sama dengan F tabel, dilanjutkan dengan *duncan's multiple range test* (DMRT) pada taraf 5%. *Software* yang digunakan dalam analisis data adalah SPSS16.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sukrosa pada penelitian ini memberikan pengaruh nyata terhadap terhadap ketebalan, berat basah, berat kering serta rendemen nata. Rata-rata pengujian yang dihasilkan setelah diuji lanjut DMRT pada taraf 5% disajikan pada Tabel 1.

### Ketebalan Nata

Ketebalan nata merupakan banyaknya sukrosa yang dapat diubah menjadi selulosa oleh *A. xylinum* sehingga serat yang terbentuk juga semakin tinggi. Ketebalan *nata de pina* berkisar antara 0,13 – 0,81 cm. Konsentrasi sukrosa 6% memiliki ketebalan nata yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi sukrosa 9%. Hal ini disebabkan oleh bakteri *A. xylinum* mendapatkan mendapatkan nutrisi yang cukup pada penambahan sukrosa 6% karena sumber karbon dan sumber nitrogen yang dibutuhkan sama-sama tercukupi dalam pembentukann nata. Penambahan sukrosa 9% mendapatkan ketebalan nata yang tipis karena penambahan sukrosa yang terlalu banyak akan menghambat kerja bakteri *A. xylinum* karena sumber karbon lebih banyak dari sumber nitrogen yang digunakan dalam pembentukann nata. Sumber nitrogen yang digunakan 0,5% dan tingkat keasaman (pH 4).

Tabel 1. Hasil analisis *nata de pina* dengan penambahan sukrosa

Perlakuan	Ketebalan (cm)	Berat basah (g)	Berat kering (g)	Rendemen (%)	Kadar gula (%)
S1 (Sukrosa 1%)	0,13 <sup>a</sup>	4,14 <sup>a</sup>	3,48 <sup>a</sup>	0,86 <sup>a</sup>	2,91 <sup>a</sup>
S2 (Sukrosa 3%)	0,38 <sup>b</sup>	10,87 <sup>b</sup>	10,45 <sup>bc</sup>	2,27 <sup>b</sup>	5,03 <sup>ab</sup>
S3 (Sukrosa 6%)	0,81 <sup>c</sup>	15,92 <sup>c</sup>	12,92 <sup>c</sup>	3,32 <sup>c</sup>	7,04 <sup>b</sup>
S4 (Sukrosa 9%)	0,50 <sup>b</sup>	8,15 <sup>ab</sup>	7,26 <sup>ab</sup>	1,70 <sup>b</sup>	3,99 <sup>a</sup>

### Berat Basah Nata

Berat basah yang dihasilkan merupakan dasar pengukuran untuk mengetahui pertumbuhan dari bakteri *A. xylinum*. Berat basah *nata de pina* berkisar 4,14 – 15,92 g. Menurut Novita *et al.* (2016), pertumbuhan bakteri *A. xylinum* yang optimal akan menghasilkan selulosa yang lebih banyak dengan begitu nata yang dihasilkan akan lebih berat. Tinggi berat basah nata yang dihasilkan disebabkan rasio antar karbon dan nitrogen optimal serta proses terkontrol dengan baik sehingga semua cairan air kulit nenas berubah menjadi nata.

Penambahan sukrosa 9% sumber karbon yang disintesis oleh bakteri *A. xylinum* sangat berlebih sehingga CO<sub>2</sub> yang dihasilkan juga tinggi. Hal ini sesuai pernyataan Nur'aini dan Sari (2016), CO<sub>2</sub> yang tinggi dalam media fermentasi akan mempunyai daya tekan yang tinggi terhadap cairan fermentasi sehingga tekanan CO<sub>2</sub> akan mengurangi rongga-rongga pada selulosa. Hal ini berakibat jumlah air pada selulosa sangat sedikit dan berpengaruh terhadap ketebalan dan berat nata. Semakin kompak ikatannya semakin bertambah berat nata yang dihasilkan.

### Berat Kering Nata

Berat kering merupakan hasil penimbangan yang telah dilakukan pengeringan menggunakan oven. Berat kering selulosa mikrobial dipengaruhi oleh banyaknya selulosa yang tersisa saat dikeringkan. Semakin tinggi berat kering selulosa yang diperoleh maka tekstur dari selulosa tersebut juga akan semakin kenyal dan serat yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

Berat kering nata dengan penambahan sukrosa 6% merupakan konsentrasi yang optimum bagi pertumbuhan bakteri *A. xylinum* maupun pembentukan nata.

Putriana dan Aminah (2013) menerangkan bahwa pada kondisi dimana jumlah nutrisi mencukupi kebutuhan pertumbuhan dari bakteri *A. xylinum* maka akan terbentuk selulosa dalam jumlah besar sehingga berat kering nata yang dihasilkan semakin berat.

### Rendemen

Rendemen adalah jumlah produk yang dihasilkan dari reaksi fermentasi oleh *A. xylinum*. Rendemen berhubungan erat dengan tingkat kecepatan bakteri dalam mengkonversi glukosa menjadi selulosa. Faktor yang memengaruhi rendemen nata adalah kadar gula dalam medium fermentasi. Penambahan ZA dapat meningkatkan jumlah polisakarida yang terbentuk, namun penambahan yang terlalu tinggi (lebih dari 1%) dapat menyebabkan penurunan rendemen dan penurunan derajat putih pada nata yang dihasilkan.

Rendemen berbanding lurus dengan ketebalan dan berat basah nata. semakin tebal atau semakin berat nata yang dihasilkan maka rendemen yang dihasilkan akan semakin tinggi. Faktor yang memengaruhi terbentuknya rendemen pada nata yaitu waktu fermentasi, ketebalan nata, dan ketersediaan oksigen dalam medium. Semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan maka nilai rendemen yang diperoleh semakin tinggi. Semakin tebal ketebalan nata maka nilai rendemen nata juga semakin tinggi dan ketersediaan oksigen dalam medium juga lebih banyak, karena oksigen sangat dibutuhkan oleh bakteri *A. xylinum* dalam proses metabolisme dan pembentukan partikel nata.

### Pertumbuhan selulosa mikrobial

Selulosa mikrobial berasal dari pertumbuhan bakteri *A. xylinum* selama proses fermentasi pada media yang mengandung gula dan asam.

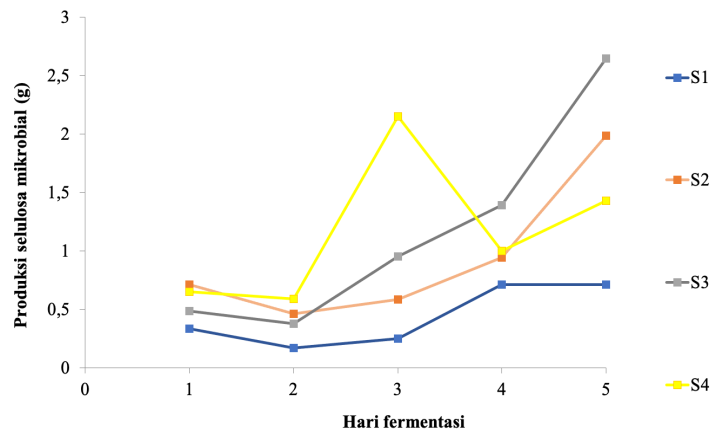
Pertumbuhan selulosa mikrobial akan mengalami fase adaptasi, fase stasioner, fase eksponensial, dan fase kematian. Sukrosa yang optimum pada pertumbuhan selulosa mikrobial terdapat pada perlakuan S3 dalam menghasilkan produksi selulosa mikrobial.

Pertumbuhan selulosa mikrobial yang belum sampai tahap fase stasioner maupun fase kematian. Hal ini disebabkan karena penambahan sukrosa 3% dan 6% sesuai dengan pertumbuhan bakteri *A. xylinum* sehingga terus mengalami proses pertumbuhan sehingga dibutuhkan waktu fermentasi yang lebih lama dari 5 hari untuk menuju fase stasioner dan fase kematian. Fase kematian terjadi ketika laju kematian lebih tinggi dari laju produksi selulosa. Semakin tinggi konsentrasi sukrosa yang digunakan, maka sisa sukrosa pada akhir fermentasi juga semakin tinggi. Gambar produksi selulosa mikrobial dapat dilihat pada Gambar 1.

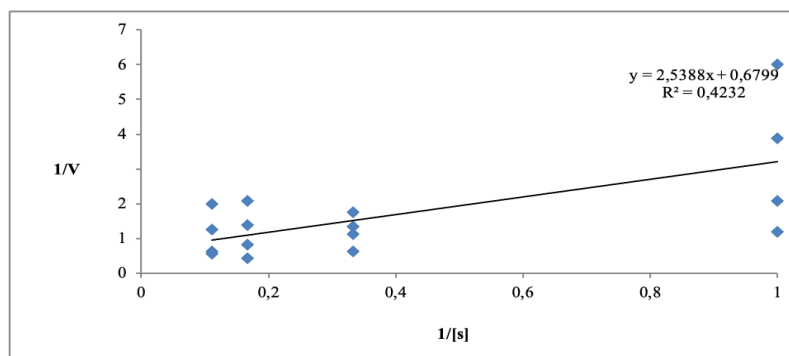
**Penentuan Nilai Kecepatan Maksimum ( $V_{maks}$ ) dan Tetapan Michaelis-Menten (KM)**

Pertumbuhan biomassa dapat dianalisis secara kuantitatif berdasarkan teori *Michaelis-Menten* akan tetapi, KM dan  $V_{maks}$  sulit ditentukan dengan tepat dari kurva *Michaelis-Menten*. Nilai KM dan  $V_{maks}$  dapat diperoleh dengan memetakan data dengan memanfaatkan transformasi aljabar persamaan *Lineweaver-Burk*. Kurva *Lineweaver-Burk* pada selama fermentasi dapat dilihat pada Gambar 2.

Pertumbuhan biomassa dapat dianalisis secara kuantitatif berdasarkan teori *Michaelis-Menten* akan tetapi, KM dan  $V_{maks}$  sulit ditentukan dengan tepat dari kurva *Michaelis-Menten*. Nilai KM dan  $V_{maks}$  dapat diperoleh dengan memetakan data dengan memanfaatkan transformasi aljabar persamaan *Lineweaver-Burk*. Kurva *Lineweaver-Burk* pada selama fermentasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Produksi selulosa mikrobial



Gambar 2. Kurva *Lineweaver-Burk*

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara  $1/V$  dan  $1/[S]$  dalam kurva *Lineweaver-Burk* selama fermentasi *nata de pina*. Persamaan garis yang diperoleh pada kurva *Lineweaver-Burk* adalah  $y = 2,5388x + 0,6799$  dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,4232. Nilai  $R^2$  sering disebut koefisien determinasi yang nilai  $R^2$  terletak antara 0–1 dan akan lebih baik kalau nilai  $R^2$  semakin mendekati 1. Nilai  $R^2$  akan meningkat dengan meningkatnya jumlah variabel tetapi peningkatannya relatif kecil.

Nilai  $K_M$  lebih tinggi dari nilai  $V_{maks}$  pada kinetika produksi selulosa mikrobial selama fermentasi. Nilai  $K_M$  dan  $V_{maks}$  yang didapatkan memberikan arti bahwa kinetika pertumbuhan selulosa mikrobial memerlukan nilai  $K_M$  3,7341  $\mu M$  untuk mendapatkan nilai  $V_{maks}$  sebesar 1,4708  $\mu M/mL$  menit.

### Kadar Gula Total

Gula total merupakan jumlah gula keseluruhan dalam suatu produk bahan. Kadar gula total berkisar 2,91–7,04%. Penambahan sukrosa yang optimum dalam media fermentasi dapat memperlambat metabolisme bakteri *A. xylinum* karena pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh kepekatan konsentrasi zat terlarut. Menurut Lusi *et al.* (2017), tingginya kadar gula dapat menyebabkan kematian pada mikroba, karena terjadi peristiwa osmosis dari mikroba ke larutan.

Kadar gula total yang tinggi akan menghasilkan *nata de pina* dengan kekerasan rendah dan kekenyalan nata meningkat. Semakin tebal nata membuat larutan gula mudah terserap sehingga mengakibatkan nilai total gula meningkat. Konsentrasi sukrosa yang rendah pada pembuatan *nata de pina* mendapatkan kadar gula total yang rendah karena sebagian sukrosa pada media sudah dimanfaatkan untuk membentuk serat selulosa.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan sukrosa yang optimum yaitu perlakuan S3 (sukrosa 6%) menghasilkan *nata de pina* dengan ketebalan nata sebesar 0,81 cm, berat basah nata 15,92 g, berat kering nata 12,92 g, rendemen 3,32%, dan kadar gula 7,04%. Berdasarkan kinetika pertumbuhan selulosa mikrobial terhadap pembuatan *nata de pina* yang didapatkan yaitu nilai kecepatan maksimum ( $V_{maks}$ ) sebesar 1,4708  $\mu M/mL$  menit dan nilai tetapan *Michaelis-Menten* ( $K_M$ ) sebesar 3,7341  $\mu M$ .

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2017. Riau dalam Angka 2017. Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, Pekanbaru.
- Cahyadi, W. 2007. Kedelai Khasiat dan Teknologi. Bumi Aksara, Jakarta.
- Hamad, A., B.I. Hidayah., A. Solekhah, dan A.G. Septhea. 2017. Potensi kulit nanas sebagai substrat dalam pembuatan *nata de pina*. Jurnal Riset Sains dan Teknologi. 1(1), 9–14.
- Lusi, Periadnadi, dan Nurmiati. 2017. Pengaruh dosis penambahan ekstrak teh hitam terhadap fermentasi dan produksi *nata de coco*. Jurnal Metamorfosa. 4(1), 126–131.
- Majesty, M., B.D. Argo, dan W.A. Nugroho. 2015. Pengaruh penambahan sukrosa dan lama fermentasi terhadap kadar serat nata dari sari nanas (*nata de pina*). Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem. 3(1), 80–85.
- Novita, R., F. Hamzah, dan F. Restuhadi. 2016. Optimalisasi konsentrasi sukrosa dan amonium sulfat pada produksi *nata de citrus* menggunakan sari jeruk afkir. Jom Faperta. 3(2), 1–14.
- Nur'aini, H dan E.R. Sari. 2016. Identifikasi mutu nata kulit buah naga (*Hylocereus undatus*) dengan variasi konsentrasi sukrosa. Agritepa. 2(2), 165-174.
- Palungkun, R. 1992. Aneka Produk Olahan Kelapa. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Putriana, I dan S. Aminah. 2013. Mutu fisik, kadar serat dan sifat organoleptik *nata de cassava* berdasarkan lama fermentasi. Jurnal Pangan dan Gizi. 4(7), 29–38.
- Ratnayani, K., A.A.I.A.M. Laksmiwati, dan M. Sudiarto. 2015. Penentuan laju reaksi maksimum ( $V_{maks}$ ) dan konstanta *Michaelis-Menten* ( $K_M$ ) enzim lipase pankreas pada substrat minyak kelapa, minyak sawit dan minyak zaitun. Jurnal Kimia. 9(1), 93–97.
- Rosidi, I. 2001. Kinetika Produksi Biosurfaktan oleh *Bacillus sp.* BMN 14 pada Fermentasi Curah. Thesis Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. Hlm. 1–87.
- Rulianah, S. 2002. Studi pemanfaatan kulit nanas sebagai *nata de pina*. Bisnis dan Teknologi. 10, 20–25.

- Yanti, K. 2016. Pengaruh Konsentrasi Starter *Acetobacter xylinum* pada Fermentasi Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap Ketebalan *Nata de Dragon Fruit Skin*. Skripsi. Universitas Jambi, Jambi.
- Yustinah. 2012. Pengaruh jumlah sukrosa pada pembuatan *nata de pina* dari sari buah nanas. *Konversi*. 1(1), 29–36.
- Yusmarini, U. Pato, dan V.S. Johan. 2004. Pengaruh pemberian beberapa jenis gula dan sumber nitrogen terhadap produk *nata de pina*. *Sagu*. 3(1), 20–27.