

PENGARUH UMUR STARTER *Acetobacter xylinum* TERHADAP PRODUKSI NATA DE COCO

*(Effects of the Starter Age of Acetobacter xylinum on
the Nata de coco production)*

**Alwani Hamad^{1,2}, Nur Afifah Handayani¹,
Endar Puspawiningtyas¹**

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuwaluh PO BOX 202, Dukuwaluh 53183
Telp. (0281) 636751 ext 130, Fax (0281) 637239

²Email: hamadalwani@yahoo.co.id

ABSTRAK

*Nata de coco adalah salah satu makanan olahan dari air kelapa sebagai salah satu makanan diet karena kandungan serat yang melimpah yang dalam proses fermentasinya memanfaatkan bakteri *Acetobacter xylinum*. Dalam pembuatan nata de coco selama ini, starter yang ditambahkan belum ada standar kualitas yang pasti berapa jumlah bakteri hidup. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh umur penyimpanan starter terhadap jumlah bakteri *Acetobacter xylinum* dan nata de coco hasil fermentasinya. Pembuatan starter dibuat dalam 100 ml air kelapa ditambahkan nutrisi (gula 3,5 gr; urea 0,6 gr; cuka 4 ml; starter 12 ml). Jumlah bakteri dalam starter (umur penyimpanan: 0, 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 25, 30, 40, 60 hari) dihitung menggunakan metode turbidity (kekeruhan) dengan menggunakan alat UV-Vis Spectrophotometers. Kemudian starter tersebut ditambahkan ke dalam medium fermentasi dalam air kelapa 500 ml ditambahkan nutrisi (gula 17,5 gr; urea 0,6 gr; cuka 4 ml; starter 60 ml). Nata de coco yang dihasilkan dianalisa kualitas fisiknya, yaitu yield, tebal lapisan nata, dan moisture content. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan jumlah bakteri dalam starter selama umur penyimpanan 0-19 hari sebanyak $1,37 \times 10^9$ sampai $2,02 \times 10^9$ sel/ml. Setelah 19 hari, jumlah bakteri dalam starter cenderung konstan. Setelah umur penyimpanan 40 hari, jumlah bakteri dalam starter mengalami penurunan 9%. Dengan penambahan starter umur 7-13 hari menghasilkan nata de coco dengan kualitas fisik paling baik, yang ditunjukkan dengan yield 89%, tebal 9 mm, dan moisture content >95%. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa waktu penyimpanan starter mempengaruhi kualitas fisik nata de coco.*

Kata kunci: Nata de coco, *Acetobacter xylinum*, starter, jumlah bakteri, fermentasi

ABSTRACT

*Nata de coco is one of coconut water refined to dietary food through fiber contents by fermentation of *Acetobacter xylinum*. During of the fermentation the adding of starter on production has not assuredly standard quality such as liveable bacteria. This study aims to determine the influence of the starter aging time toward *Acetobacter xylinum* quantity and fermented product. Starter is made from 100 ml of coconut water then is added nutritions (3,5 gr of sugar; 0,6 gr of urea, 4*

ml of vinegar; 12 ml of starter). Counting of bacteria quantity inside starter (aging time: 0, 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 25, 30, 40, 60 days) used turbidity method on UV-Vis Spectrophotometer. Then, this starter used in fermentation with 500 ml of coconut water medium, 17,5 gr of sugar, 3 gr of urea, 20 ml of vinegar, and 60 ml of that starter. Yield, thickness, and moisture content of nata de coco are analyzed. This study showed that amount of bacterial increased at 0-19 days as many as $1,37 \times 10^9$ to $2,02 \times 10^9$ cell/ml. After 19 days, the quantity of bacterial showed constant. After 40 days, there was reduction around 9%. These starters aging time at 7-13 days have the best physical quality of nata de coco product, it were 89% of yield, 9 ml of thickness, and >95% of moisture content. From this study, we can conclude that the starter aging time influenced to the physical quality of nata de coco.

Key word: Nata de coco, *Acetobacter xylinum*, starter, quantity of bacteria, fermentation

PENDAHULUAN

Nata de coco adalah cellulose yang merupakan hasil aktifitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Sebenarnya, nata adalah lapisan polisakarida ekstraseluler (selulosa) yang dibentuk oleh mikroba pembentuk kapsul. Nata berbentuk padat, berwarna putih, transparan, bertekstur kenyal, menyerupai gel dan terapung pada bagian permukaan cairan (Iguchi, Yamanaka et al. 2000). Cellulose hanya dihasilkan oleh bakteri di permukaan atas yang kontak dengan udara sebab sifat dari *Acetobacter* adalah aerob. Selama proses dijaga agar tidak goyang, maka lapisan gel yang terapung akan semakin tebal dan bakteri akan mendapatkan pasokan udara melalui difusi di lapisan nata tersebut (Budhiono, Rosidi et al. 1999).

Dalam pembuatan nata de coco, salah satu faktor berhasil tidaknya pembuatan sangat tergantung oleh kualitas starter yang digunakan. Penggunaan starter merupakan syarat yang sangat penting yang bertujuan untuk memperbanyak jumlah koloni *A. xylinum* yang menghasilkan enzim pembentuk nata. Disamping itu starter juga berguna untuk adaptasi bakteri sebelum proses fermentasi nata de coco (Iguchi, Yamanaka et al. 2000). Starter adalah populasi

mikroba dalam jumlah memadai dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi. Media starter biasanya identik dengan media dalam fermentasi nata ((Nurmiati 2010). Keberhasilan nata yang dihasilkan dalam proses fermentasi sangat bergantung dengan banyaknya populasi *A. xylinum* yang ada dalam starter. Kualitas starter yang ditambahkan sangat bergantung dengan jumlah fisiologis bakteri yang siap menghasilkan enzim pembentuk kapsul nata (Iguchi, Yamanaka et al. 2000). Ketika pembuatan starter, waktu simpan akan mempengaruhi berapa jumlah bakteri yang telah berkembang didalamnya. Selama ini di dalam laboratorium Bioproses Teknik Kimia ketika penambahan starter dalam pembuatan nata de coco hanya menggunakan parameter umur starter. Ketika starter berumur tiga hari tentunya akan mempunyai jumlah koloni *A. xylinum* yang berbeda dengan starter yang telah berumur satu bulan. Mengetahui jumlah pastinya koloni bakteri yang ditambahkan dalam proses fermentasi nata de coco diharapkan akan dapat meningkatkan produktifitas nata yang dihasilkan. Salah satu metode yang dipakai untuk menghitung jumlah koloni bakteri adalah menggunakan metode turbidity dengan perhitungan

cell density menggunakan spektrophotometer karena mudah dan cepat (Burke, Dawson et al. 2000).

Pada penelitian ini akan dikaji pengaruh umur starter selama penyimpanan (1,4,7,10,13,16,19,25, 30, 40 dan 60 hari) terhadap hasil produksi nata de coco. Starter tersebut sebelum digunakan dalam produksi nata, terlebih dahulu dihitung jumlah bakteri *Acetobacter xylinum* yang ada di dalamnya. Parameter hasil produksi nata de coco yang digunakan yaitu yield, tebal nata dan moisture content.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioproses, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto pada bulan Februari-Maret 2013. Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah air kelapa sebanyak 100 ml yang dimasukkan ke dalam botol kaca bervolume 140 ml sebagai tempat penyimpanan, bibit starter sebanyak 12 ml yang berumur 16 hari. Sumber karbon yang digunakan yaitu gula pasir sebanyak 3,5 gram. Sebagai sumber nitrogen digunakan urea sebanyak 0,6 gram dan cuka makanan sebanyak 4 ml untuk mengatur pH menjadi 4,5. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah panci, kompor, sendok sayur, sendok teh, saringan halus, timbangan digital, baskom plastik, gelas ukur, botol kaca bervolume maksimal 140 ml, karet gelang, dan kertas koran. Starter di simpan di dalam lemari yang tidak terkena sinar matahari secara langsung (dikondisikan dalam suhu 28°C-31°C, suhu kamar).

Metode penelitian dilakukan tiga replikasi starter dengan variabel umur penyimpanan (1, 4, 7, 10, 13, 16 hari).

Pembuatan starter diawali dengan proses penyaringan air kelapa agar semua kotoran dapat tersaring. Selanjutnya air kelapa direbus sampai mendidih. Setelah mendidih, gula pasir, urea, dan cuka makanan dilarutkan dalam air kelapa yang masih panas. Menempatkan larutan tersebut ke dalam wadah fermentasi (botol kaca) dan segera ditutup dengan kertas koran yang telah disterilkan (Edria et al., 2008). Ditambahkan bibit starter saat larutan telah dingin kemudian tutup kembali wadah fermentasi tersebut. Untuk mengetahui nilai absorbansi (kekeruhan atau *turbidity*) dari starter menggunakan alat SHIMADZU UVmini-1240 UV-Vis Spectrophotometers. Alat ini diatur untuk penggunaan analisa *photometric* dengan pengaturan panjang gelombang (λ) 600 nm. Proses pengambilan data absorbansi tiap sampel sebanyak dua kali pengambilan sampel uji yang masing-masing diambil lima kali pengambilan data absorbansi sehingga dapat dilihat kestabilan nilai absorbansi tiap variabel. Dokumentasi gambar diambil menggunakan mikroskop OLYMPUS CX21 yang telah dipasang kamera yang langsung terhubung dengan laptop ASUS A43SJ.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Umur Starter terhadap Jumlah Koloni Bakteri *Acetobacter xylinum*

Untuk mengetahui pengaruh umur starter terhadap jumlah koloni bakteri *Acetobacter xylinum* dapat dilihat dalam tabel 1 dan gambar 1.

Percobaan dilakukan 3 kali dengan hasil *mean* \pm SD, pada kolom yang sama dengan *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$)

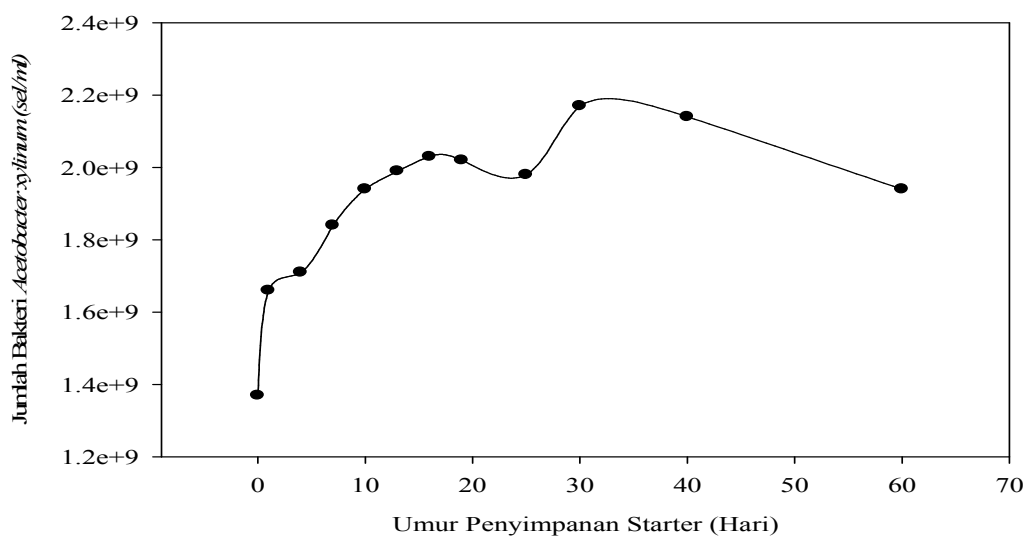
Tabel 1. Pengaruh umur starter terhadap hasil absorbansi dan jumlah koloni bakteri *Acetobacter xylinum*

Umur Starter (Hari)	Absorbansi	Jumlah Bakteri A. <i>xylinum</i> (sel/ml)
0	1,72 ± 0,00 ^h	1,37 x 10 ⁹
1	2,07 ± 0,08 ^g	1,66 x 10 ⁹
4	2,14 ± 0,01 ^f	1,71 x 10 ⁹
7	2,30 ± 0,01 ^e	1,84 x 10 ⁹
10	2,42 ± 0,04 ^d	1,94 x 10 ⁹
13	2,48 ± 0,03 ^c	1,99 x 10 ⁹
16	2,54 ± 0,03 ^b	2,03 x 10 ⁹
19	2,53 ± 0,02 ^b	2,02 x 10 ⁹
25	2,48 ± 0,02 ^c	1,98 x 10 ⁹
30	2,71 ± 0,12 ^a	2,17 x 10 ⁹
40	2,68 ± 0,03 ^a	2,14 x 10 ⁹
60	2,43 ± 0,19 ^d	1,94 x 10 ⁹

Dari data tabel 1. dan gambar 1. tersebut diketahui hasil absorbansi dan jumlah koloni bakteri *Acetobacter xylinum* dari beberapa variabel umur penyimpanan starter. Salah satu cara untuk mengetahui kualitas starter adalah dengan mengetahui jumlah bakteri yang hidup di dalamnya. Semakin banyak jumlah bakteri yang

hidup di dalam starter maka starter tersebut memiliki kualitas yang semakin baik. Perhitungan jumlah bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode perhitungan tidak langsung (*indirect method*) yaitu berdasarkan kekeruhan (*turbidity*) yang dapat dilihat dari hasil uji absorbansi sampel starter dengan alat *UV-Vis spectrophotometer* pada panjang gelombang (λ) 600 nm. Kemudian hasil tersebut dikonversi menggunakan *software* kalkulator bakteri *online* (www.genomics.agilent.com/bioCalcs) untuk mengetahui jumlah pasti sel/ml koloni bakteri di dalam starter.

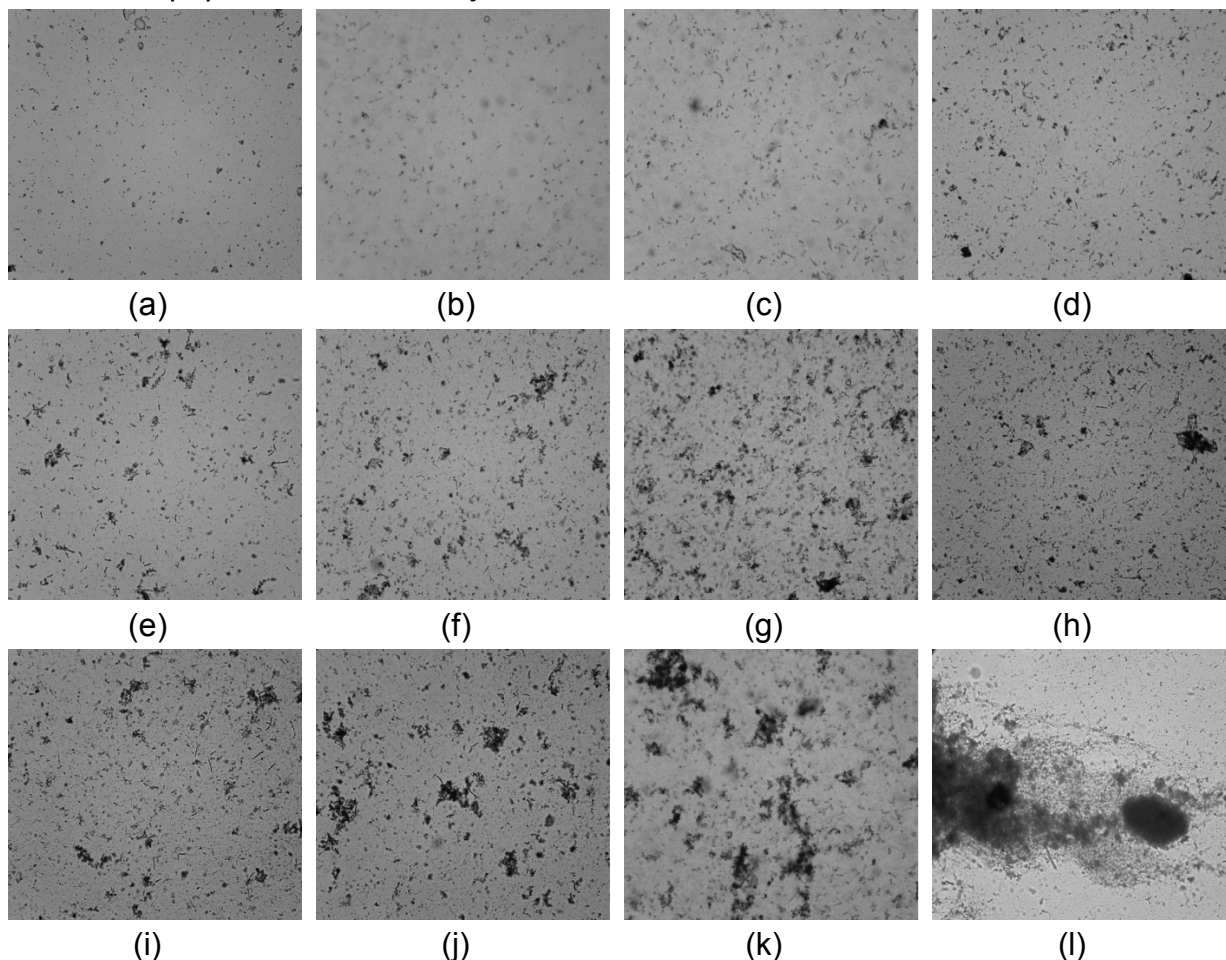
Tabel 1 dan gambar 1 tersebut memperlihatkan terjadinya peningkatan jumlah bakteri dalam starter sampai umur penyimpanan 30 hari (2,17 x 10⁹ sel/ml koloni bakteri, tabel 5.1) dari jumlah koloni bakteri awal yang ditambahkan pada medium starter sebanyak 1,37 x 10⁹ sel/ml koloni bakteri. Semakin lama penyimpanan starter maka terjadi peningkatan jumlah koloni bakteri.



Gambar 1. Grafik pengaruh umur starter terhadap jumlah koloni bakteri *Acetobacter xylinum*

Lama penyimpanan starter selain mengakibatkan peningkatan jumlah bakteri juga mengakibatkan semakin tebalnya kapsul gel *nata* yang terbentuk. Koloni bakteri *A. xylinum* dan kapsul gel *nata* yang terbentuk dapat dilihat dalam gambar mikroskop (gambar 2,3, dan 4). Pembentukan kapsul gel *nata* tersebut dapat mulai dilihat mulai umur penyimpanan starter 1 hari. Mekanisme pembentukan gel *nata* ini dapat dijelaskan bahwa pada fase awal populasi koloni *A. xylinum*

meningkat, bakteri memanfaatkan oksigen yang terlarut dalam medium dan menghasilkan selulosa di dalam medium yang ditunjukkan dengan meningkatnya kekeruhan starter yang berlangsung selama 3 jam dari awal inokulasi. Setelah oksigen di dalam medium telah habis, maka hanya bakteri yang berada di permukaan yang dapat menghasilkan selulosa dalam bentuk gel (Budhiono, Rosidi et al., 1999).



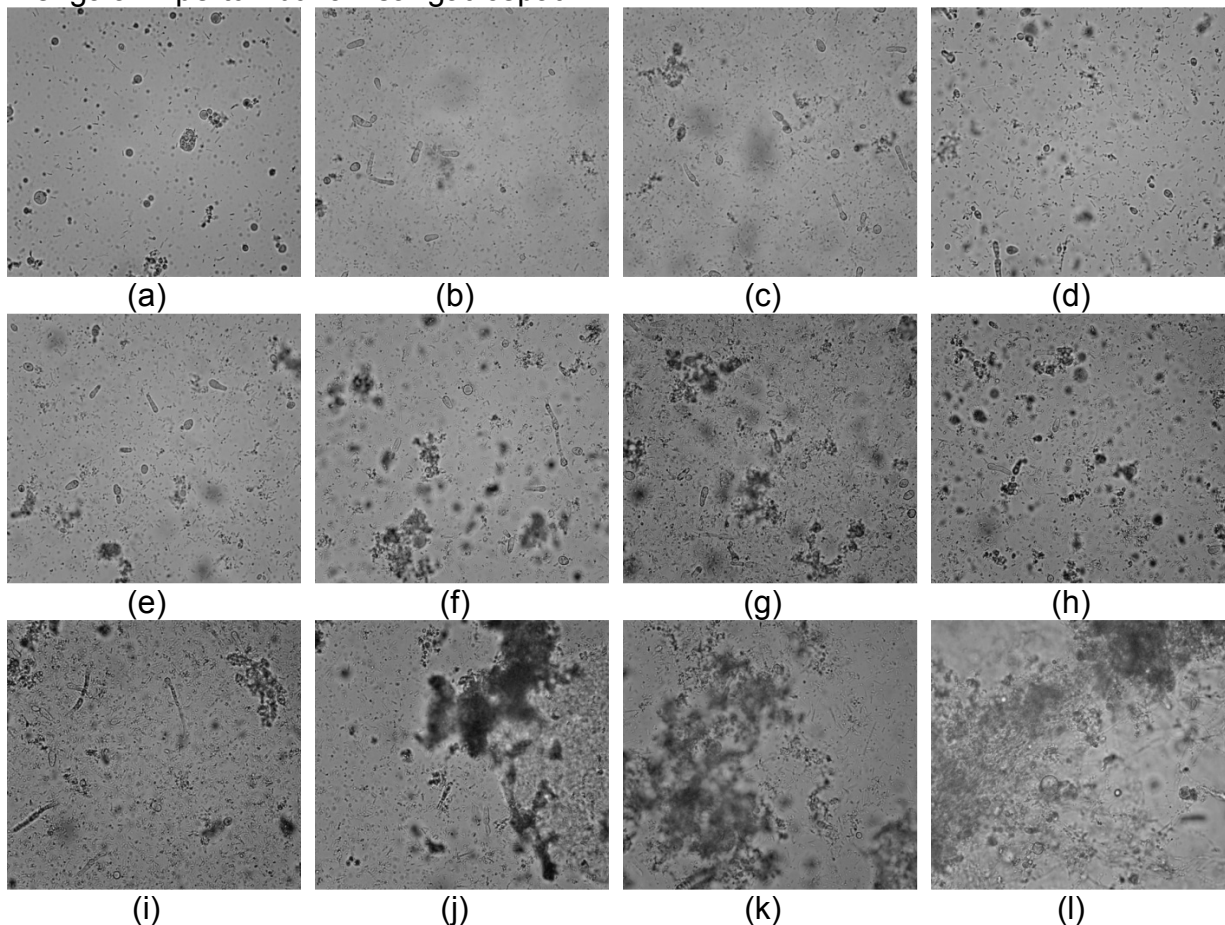
Gambar 2. Penampang koloni bakteri *Acetobacter xylinum* yang diambil dari foto mikroskop variabel umur (a) 0 hari; (b) 1 hari; (c) 4 hari; (d) 7 hari; (e) 10 hari; (f) 13 hari; (g) 16 hari; (h) 19 hari; (i) 25 hari; (j) 30 hari; (k) 40 hari; (l) 60 hari pada 10x magnification

Jumlah koloni bakteri mengalami peningkatan yang cukup pesat sampai

umur penyimpanan 19 hari ($2,02 \times 10^9$ koloni bakteri, tabel 1). Pertumbuhan

bakteri meningkat secara eksponensial, karena di sini oksigen masih dapat menembus gel selulosa yang dihasilkan oleh bakteri di permukaan. Hal ini menyebabkan bakteri *A. xylinum* dapat tetap mengalami pertumbuhan (Iguchi, Yamanaka et al., 2000). Pada fase eksponensial tersebut, tiap 1 bakteri akan membelah menjadi 2 tiap 10-20 menit pada kondisi optimum, kemudian dari 1 sel dapat menjadi 1 juta sel dalam 5 jam. Hal ini dapat dihitung bahwa laju pertumbuhan sel tersebut selama 15 menit. Sehingga pada fase eksponensial, sel mengalami pertumbuhan sangat cepat

(Bell, Chris et al., 2005). Ini juga dapat dikonfirmasi dari gambar bakteri yang diperlihatkan oleh foto mikroskop (gambar 2, 3, dan 4). Di gambar tersebut untuk bakteri dalam starter dengan umur penyimpanan 1, 4, dan 7 hari cenderung belum mengalami peningkatan jumlah bakteri yang pesat. Jumlah *spot* koloni bakteri semakin banyak sesuai lama penyimpanan. Pada *magnification* 40x dan 100x dapat dilihat kapsul selulosa yang terbentuk (dapat dilihat pada gambar 2, 3, dan 4). Saat di umur penyimpanan 19 hari, kapsul gel *nata* mulai terlihat seperti lembaran.

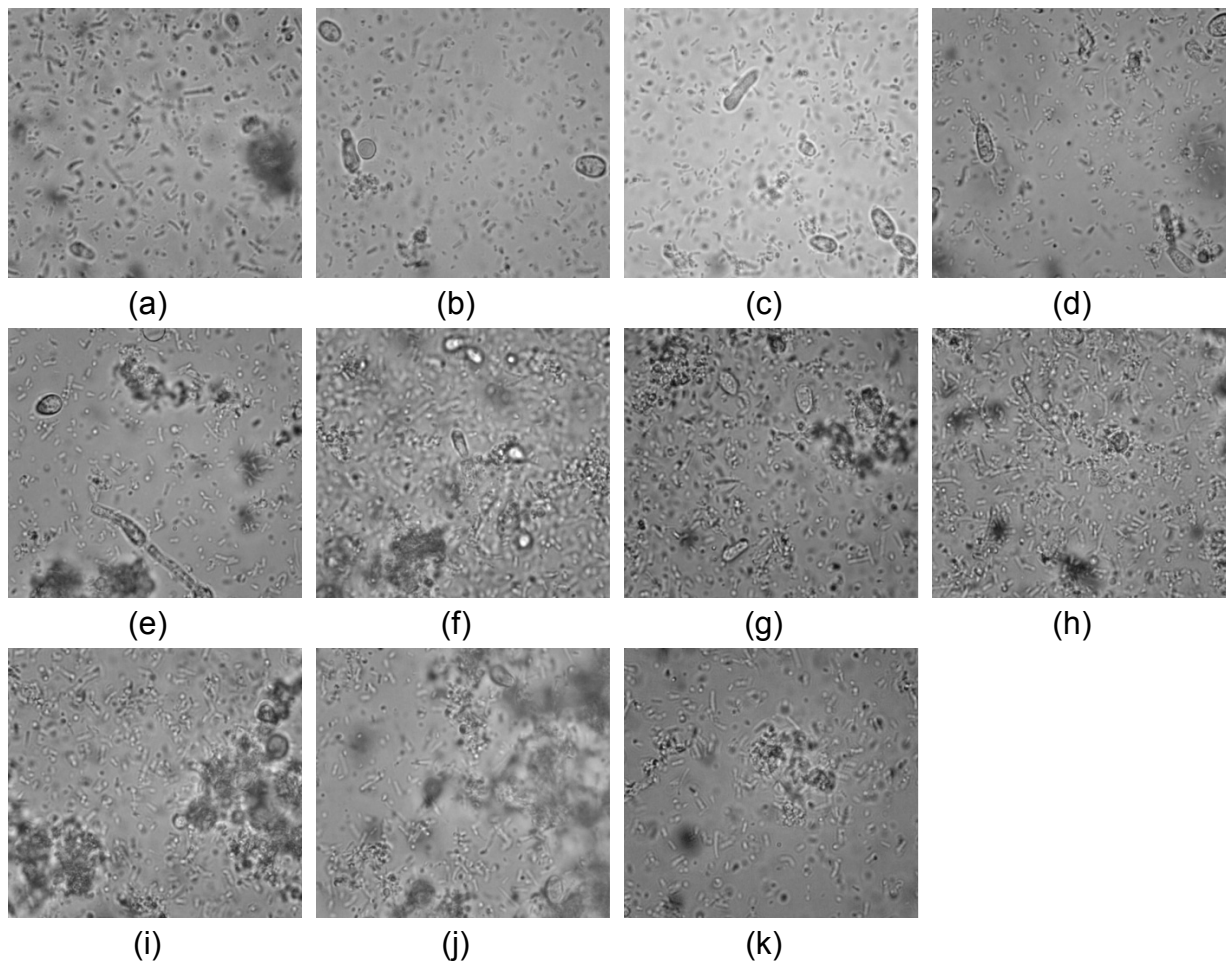


Gambar 3. Penampang koloni bakteri *Acetobacter xylinum* yang diambil dari foto mikroskop variabel umur (a) 0 hari; (b) 1 hari; (c) 4 hari; (d) 7 hari; (e) 10 hari; (f) 13 hari; (g) 16 hari; (h) 19 hari; (i) 25 hari; (j) 30 hari; (k) 40 hari; (l) 60 hari pada 40x magnification

Setelah umur penyimpanan 19 hari sampai umur penyimpanan 30 hari, jumlah koloni bakteri dalam starter cenderung stabil ($2,02 \times 10^9$ koloni bakteri, tabel 1). Hal ini karena oksigen tidak dapat terdifusi ke dalam secara eksponensial akan tetapi berada pada fase stasioner. Pada saat ini, bakteri dapat dikatakan tidur sampai digunakan untuk kultur baru (Iguchi, Yamanaka et al., 2000; Skinner and Cannon, 2000). Hal ini juga dikonfirmasi pada gambar 2, 3, dan 4, dapat dilihat mulai hari ke-19 sampai ke-30 kecenderungan *spot* koloni bakterinya stabil. Saat starter berumur lebih dari 40 hari jumlah koloni bakteri mengalami penurunan sekitar 9% dikarenakan nutrisi berkurang. Bakteri tersebut dapat diaktifkan atau dihidupkan kembali jika ditempatkan dalam kultur baru (starter baru). Selain kekurangan nutrisi yang menyebabkan bakteri mengalami fase tidur, ada faktor *ekstrinsic* yang berupa kekurangan

medium sehingga pertumbuhan bakteri tidak secepat sebelumnya karena sifat bakteri yang aerob. Setelah terbentuk lembaran selulosa yang menutupi konsumsi oksigen, bakteri tidak mengalami pertumbuhan oksigen (semakin tebal gel/lapisan selulosa yang terbentuk di permukaan) (Bell, Chris et al., 2005).

Dari penjelasan tersebut menunjukkan bahwa umur penyimpanan starter mempengaruhi peningkatan jumlah koloni bakteri secara eksponensial pada umur penyimpanan 0-19 hari, kestabilan jumlah koloni bakteri terjadi pada umur penyimpanan >19 sampai 30 hari, dan penurunan jumlah koloni bakteri terjadi pada umur penyimpanan >30 sampai ≥ 60 hari. Hal ini menunjukkan bahwa *A. xylinum* dapat langsung beradaptasi tanpa memerlukan waktu yang lama.



Gambar 4. Penampang koloni bakteri *Acetobacter xylinum* yang diambil dari foto mikroskop variabel umur (a) 0 hari; (b) 4 hari; (c) 7 hari; (d) 10 hari; (e) 13 hari; (f) 16 hari; (g) 19 hari; (h) 25 hari; (i) 30 hari; (j) 40 hari; (k) 60 hari pada 100x magnification

Menurut Budhiono, Rosidi et al (1999), untuk mendapatkan hasil *nata de coco* dengan kualitas yang baik adalah dengan mengkondisikan tempat fermentasi agar oksigen dapat terdifusi secara merata. Hal ini bisa dicapai saat fermentasi dilakukan menggunakan media yang luas. Hal tersebut berarti membutuhkan jumlah bakteri yang semakin banyak agar difusi oksigen dan pembentukan lembaran selulosa dapat optimal.

Lembaran *nata* yang terbentuk di dalam starter di permukaan. Lembaran *nata* telah terbentuk pada starter mulai umur 1 hari (b). Sekitar

50% medium telah terisi lembaran *nata* pada umur 40 hari (c). Pada sampel starter pada hari ke-40 tersebut, gel *nata* telah menutupi kultur sehingga sulit untuk dimanfaatkan kembali dan tidak efektif. Ini juga dapat dilihat dari foto mikroskop (gambar 2,3, dan 4) dan hal tersebut menggambarkan bahwa kualitas starter berkurang.

B. Pengaruh Umur Starter terhadap Hasil Fisik Fermentasi *Nata de Coco*

Untuk mengetahui pengaruh umur stater terhadap hasil fisik

fermentasi *nata de coco* dapat dilihat dalam tabel 2, gambar 5, gambar 6,

dan gambar 7 berikut ini.

Tabel 2. Pengaruh umur starter terhadap kualitas fisik hasil fermentasi *nata de coco*

Variabel	Umur Starter (Hari)	Yield (%)	Tebal Basah (mm)	Moisture (%)
I	0	0	0	0
II	1	68,16 ± 30,36 ^{abc}	5,15 ± 2,21 ^d	95,91 ± 0,85 ^{cd}
III	4	81,72 ± 12,77 ^{abc}	8,27 ± 1,48 ^b	96,11 ± 0,58 ^{bcd}
IV	7	89,78 ± 11,92 ^a	9,15 ± 1,09 ^{ab}	96,71 ± 0,70 ^a
V	10	89,28 ± 11,39 ^a	9,65 ± 0,99 ^a	95,62 ± 0,64 ^{de}
VI	13	89,09 ± 12,24 ^a	9,38 ± 0,87 ^{ab}	96,38 ± 0,42 ^{abc}
VII	16	58,17 ± 12,56 ^{bc}	2,80 ± 0,95 ^e	95,31 ± 0,77 ^e
VIII	19	52,38 ± 5,34 ^c	1,94 ± 0,91 ^e	95,91 ± 0,60 ^{cd}
IX	25	93,74 ± 10,63 ^a	9,28 ± 1,09 ^{ab}	96,65 ± 0,46 ^{ab}
X	30	84,28 ± 12,35 ^{ab}	6,36 ± 1,55 ^c	95,58 ± 0,84 ^{de}

Percobaan dilakukan 3 kali dengan hasil *mean* ± SD, pada kolom yang sama *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$)

Nata de coco adalah jenis *nata* dengan medium fermentasi dari air kelapa. *Nata de coco* adalah *cellulose* yang merupakan hasil aktifitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Sebenarnya, *nata* adalah lapisan polisakarida ekstraseluler (selulosa) yang dibentuk oleh mikroba pembentuk kapsul. *Nata* berbentuk padat, berwarna putih transparan, bertekstur kenyal, menyerupai gel dan terapung pada bagian permukaan cairan. *Nata de coco* dibuat dengan memanfaatkan air kelapa untuk difermentasikan secara aerob dengan bantuan mikroba (Iguchi, Yamanaka et al., 2000).

Lapisan *nata* ini merupakan mikrofibril yang dihasilkan dari reaksi yang kompleks dengan bantuan enzim yang menggunakan substrat awal glukosa. Selulosa yang dihasilkan merupakan hasil metabolit sekunder di mana produk akan terbentuk jika tersedia nutrisi yang cukup. Fungsi selulosa ini diduga untuk melindungi bakteri dari sinar ultraviolet atau dari predator dan kompetitor (Iguchi, Yamanaka et al., 2000; Skinner and

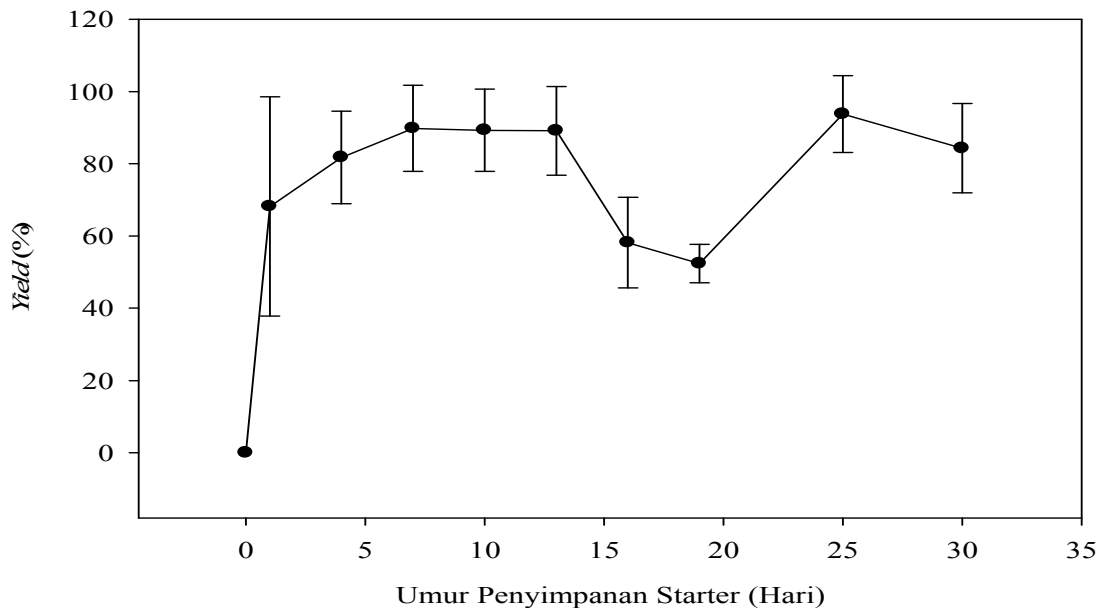
Cannon, 2000). Reaksi pembentukan lembaran selulosa *nata* dari glukosa dapat dilihat di *pathway* berikut.

Glucose (glucokinase) → Glucose-6-Phosphate (phosphoglucomutase) → Glucose-1-Phosphate (UDP-glucose pyrophosphorylase) → UDP-Glucose (cellulose synthase) → Cellulose (Skinner and Cannon, 2000).

Percobaan dilakukan dengan membandingkan kualitas fisik *nata de coco* yang dihasilkan dari bibit starter bakteri *A. xylinum* dengan umur berbeda. Adapun hasil kualitas *nata* yang diukur adalah *yield*, tebal basah *nata* yang dihasilkan, dan *moisture content*. *Yield* dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Yield} = \frac{\text{berat nata yang dihasilkan (gr)}}{\text{substrat medium air kelapa yang digunakan (ml)}} \times 100\%$$

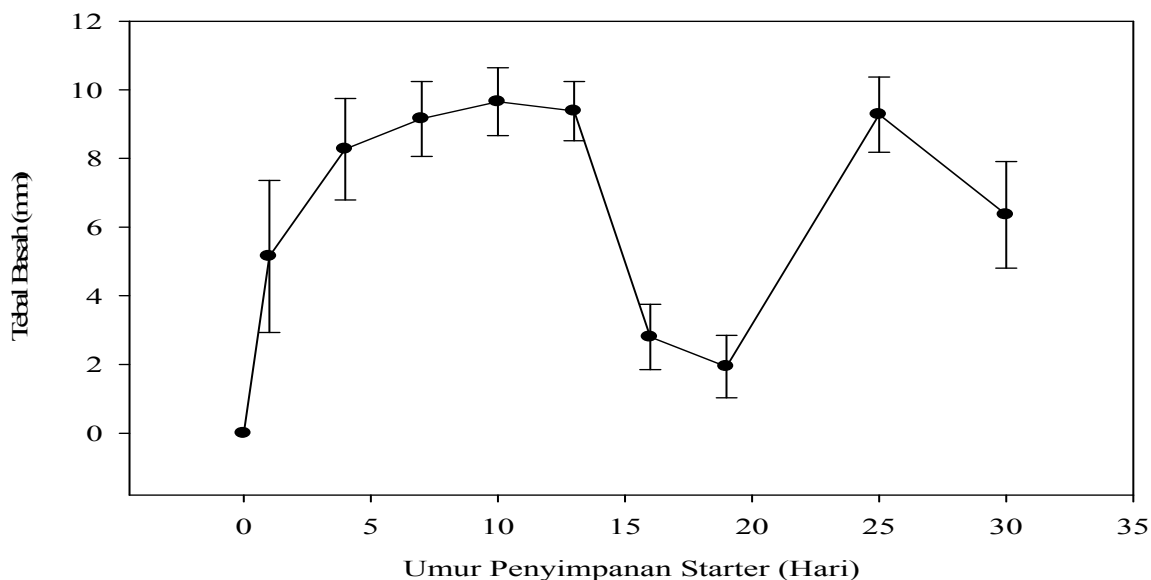
Yield yang dihasilkan dari penggunaan starter dengan umur 0-30 hari dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.6. Hal ini menunjukkan bahwa *yield* yang dihasilkan signifikan berbeda ($p < 0,05$).



Gambar .5. Grafik pengaruh umur starter terhadap *yield nata de coco*

Hasil *yield* terbesar didapat pada penggunaan starter dengan umur 7-13 hari. Sebelum starter berumur 7 hari, *yield* yang dihasilkan lebih rendah karena jumlah bakteri belum maksimal. Hal ini karena sebelum starter berumur 7 hari pada volume starter yang sama, jumlah bakterinya lebih kecil dibandingkan dengan umur starter 7-13 hari walaupun bakteri sudah memasuki fase eksponensial ($1,84 \times 10^9$ sel/ml). Ketebalan *nata* dipengaruhi oleh difusi oksigen yang memasuki medium untuk digunakan sebagai metabolisme bakteri *Acetobacter xylinum*. Semakin tebal *nata* berarti bakteri *A. xylinum* dapat memaksimalkan pemanfaatan oksigen yang terdifusi. Ketebalan *nata* yang tidak maksimal itu dimungkinkan kurangnya jumlah bakteri yang memanfaatkan oksigen yang telah terdifusi. Hal tersebut telah dibahas di pembahasan sebelumnya.

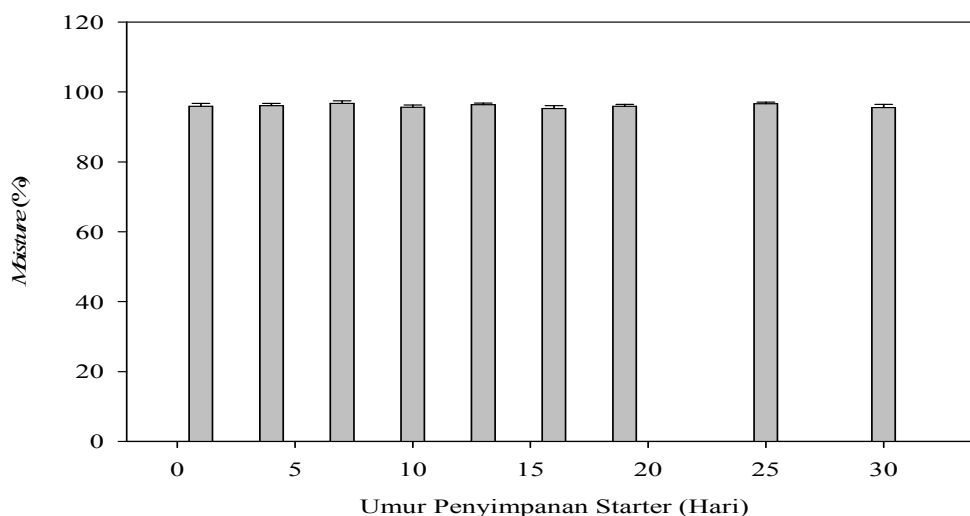
Yield optimal didapat starter pada umur 7-13 hari (89,78-89,09%), hal ini disebabkan bakteri dalam starter berada dalam fase eksponensial. Pada fase eksponensial ini, kecepatan pertumbuhan bakteri sangat cepat. Sehingga, ketika bakteri tersebut dipindahkan ke dalam kultur baru maka respon pembentukan *nata* akan lebih cepat karena adanya nutrisi baru sebagai substart di kultur fermentasi (Bell, Chris, 2005). *Yield* yang didapat oleh starter dengan umur lebih dari 13 hari cenderung menurun karena kondisi pertumbuhan bakteri dalam kondisi/fase stasioner.



Gambar 6. Grafik pengaruh umur stater terhadap tebal basah *nata de coco*

Pengaruh umur starter terhadap tebal basah *nata de coco* yang dihasilkan dapat dilihat di tabel 5.2 dan gambar 5.7. *Nata de coco* yang ditambahkan starter dengan umur penyimpanan 7-13 hari mempunyai ketebalan yang paling besar (9,15-9,65 mm). Penambahan starter

sebelum dan sesudah itu cenderung mempunyai lapisan *nata* yang lebih tipis (1,94-8,27 mm). Hal ini dapat disimpulkan bahwa jumlah bakteri menunjukkan kualitas starter yang mempengaruhi ketebalan *nata* (Budhiono et al., 1999).



Gambar 7. Grafik pengaruh umur starter terhadap *moisture*

Moisture nata de coco dari penambahan starter dengan berbagai umur penyimpanan dapat dilihat di dalam gambar 8 dan tabel 2. Hampir semua variabel dari penelitian ini mempunyai *moisture content* >95%. *Nata* yang bagus mempunyai kadar air >85% (Budhiono, et al). Hal ini menunjukkan bahwa matrik dalam kapsul selulosa di dalam lembaran *nata* menjebak molekul air yang menyebabkan tekstur *nata* kenyal. *Nata* ini mempunyai kemampuan mengabsorpsi air yang sangat tinggi sehingga selulosa yang dihasilkan menjadi terlihat basah (Vandamme, et al., 1997).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: Pengaruh umur penyimpanan starter ditunjukkan dengan peningkatan jumlah koloni bakteri *Acetoacter xylinum* dari umur 0-19 hari ($1,37 \times 10^9$ sampai $2,02 \times 10^9$ sel/ml koloni bakteri). Jumlah bakteri ini kemudian konstan sampai umur 30 hari dan setelahnya mengalami penurunan. Hasil *yield nata de coco* optimal saat dilakukan penambahan starter dengan umur penyimpanan 7-13 hari dengan prosentase sebanyak $\pm 89\%$. Hal ini juga ditunjukkan dengan kualitas fisik *nata* yang memiliki ketebalan ± 9 mm dan *moisture content* >95%.

DAFTAR PUSTAKA

Bell, Chris, Paul Neaves, et al. *Food Microbiology and Laboratory Practice*. Blackwell Publishing.

Budhiono, A., B. Rosidi, et al. 1999. *Kinetics Aspects of Bacterial Cellulose Formation in nata-de-coco Culture System*. Carbohydrate Polymers 40 (1999): 137-143.

Budiarti, Retni S. 2008. *Pengaruh Konsentrasi Starter Acetobacter xylinum Terhadap Ketebalan dan Rendemen Selulosa Nata de Soya*. Vol 1 No 1 Februari 2008, hlm. 19-24. Jambi, Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan P MIPA, FKIP Universitas Jambi.

Budiyanto, M.A.K. 2002. *Mikrobiologi Terapan*. Universitas Muhammadiyah. Malang. Malang. (Hal: 8-19).

Burke, D., Dawson et al. 2000. *Methods in Yeast Genetics*. Cold Spring Harbor Laborator Press.

Collado, L. S. 1986. *Processing and problem of the industry in the Philipines. Traditional Food and Their Processing in Asia*. Tokyo.

Edria, D., M. Wibowo, et al. 2008. *Pengaruh penambahan kadar gula dan kadar nitrogen terhadap ketebalan, tekstur dan warna nata de coco*. Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan. Bogor, IPB.

Hamad, A., N. A. Andriyani, et al. 2011. *Pengaruh Penambahan Sumber Karbon Terhadap Kondisi Fisik Nata de Coco*. Techno Volume 12 No.2: 74-77.

Hamad, A., N. Indrianti, et al. 2012. *Optimasi Parameter Proses Pembuatan Nata de Coco dari Air Kelapa Menggunakan Statistical Experimental Design*. Techno Volume 13.

Iguchi, M., S. Yamanaka, et al. 2000. *Review Bacterial cellulose—a masterpiece of nature's arts*. JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE 35: 261-270.

Jay, J. M., M. T. Loessner, et al., Eds. 2005. *Food protection with high temperature*. New York,

- Springer Science Business Media.
- Nurmiati, D. p. n. 2010. *Pengaruh Penggunaan Dosis Gula dan Asam Cuka Terhadap Perkembangan Acetobacter xylinum Dalam Starter Nata de Coco*. Prosiding Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN Wilayah Barat ke-21: 10-11.
- Palungkun, R., Ed. 1992. *Aneka Produk Olahan Kelapa*. Jakarta, UI-Press.
- Rao, D. G. 2005. *Introduction to Biochemical Engineering*.
- Skinner, P. O. N. and R. E. Cannon. 2000. *HOW-TO-DO-IT. THE AMERICAN BIOLOGY TEACHER*, VOLUME 62, NO. 6.
- Suryani, A., E. Hambali, dan P. Suryadarma. 2005. *Membuat Aneka Nata*. Penebar Swadaya. Jakarta. (Hal : 46-50)
- Vandamme, E.J., et al. 1997. *Improved Production of Bacterial Cellulose and Its Application Potential*. Polymer Degradation and Stability 59.
- www.genomic.agilent.com/bioCalcs.