

**OPTIMIZATION OF THE CONCENTRATION OF SUCROSE AND  
AMMONIUM SULFATE ON PRODUCTION OF NATA DE CITRUS  
USING REJECTED CITRUS JUICE**

**OPTIMALISASI KONSENTRASI SUKROSA DAN AMMONIUM SULFAT  
PADA PRODUKSI NATA DE CITRUS MENGGUNAKAN SARI JERUK  
AFKIR**

Rizza Novita<sup>1</sup>, Faizah Hamzah<sup>2</sup> and Fajar Restuhadi<sup>2</sup>

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian,  
Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Pekanbaru  
[rizzanovita8@gmail.com](mailto:rizzanovita8@gmail.com)

**ABSTRACT**

This study aimed to explore the use of rejected citrus fruit as raw material for making nata and to obtain the best concentration of sucrose and ammonium sulfate on the characteristics of nata de citrus produced. Research conducted experiments used a Completely Randomized Design (CRD) Factorial model with two factor treatments and three replications. The first factor was the concentration of sucrose with four levels, namely 0, 2.5, 5 and 7.5% and the second factor was the concentration of ammonium sulfate with three levels, namely 0.5, 0.6 and 0.7%. The results showed interaction of sucrose and ammonium sulfate concentrations significantly affected the acquisition of the water content and reducing sugar content. Sucrose concentrations significantly affected against the value of water content, degree of acidity (pH), thickness, wet weight, yield and reducing sugar content. The concentrations of ammonium sulfate significantly affected against water content, thickness, wet weight, yield and reducing sugar content. The best treatment of S<sub>3</sub>A<sub>3</sub> (7.5% sucrose and 0.7% ammonium sulfate) result the degree of water content 88,94%, degree of acidity (pH) 3,57, thickness 4,58 mm, wet weight 132,20 g, yield 30,28% and reducing sugar content 1,89% of nata de citrus was relatively better than other treatments.

**Keywords** : sucrose, ammonium sulfate, nata de citrus, rejected citrus juice

---

**PENDAHULUAN**

Jeruk merupakan salah satu buah-buahan yang digemari masyarakat dan mempunyai peranan penting di pasar dunia maupun dalam negeri, baik dalam bentuk segar maupun olahannya. Menurut data BPS (2014), produksi jeruk di Indonesia mencapai 1.926.543 ton dan menempati peringkat ketiga dari keseluruhan total produksi buah-

buahan di Indonesia. Banyaknya produksi jeruk di Indonesia maka diasumsikan sebanyak 30% buah jeruk mengalami kerusakan selama pasca panen (Soelarso, 1996). Jeruk sebagai komoditas hortikultura memiliki sifat mudah rusak, salah satu bentuk kerusakan yang terjadi adalah kerusakan mekanis berupa benturan dan tekanan yang dapat

---

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

menyebabkan penurunan kualitas pada jeruk. Jeruk yang mengalami penurunan kualitas akan berkurang beratnya, bentuk menjadi rusak dan tidak sempurna akibat memar dan lecet pada permukaan kulit, kandungan sari jeruk dan nutrisinya menurun hingga rasanya menjadi hambar. Jeruk yang telah rusak dan menurun kualitasnya menjadi tidak lolos sortasi dan tidak tergolong jeruk kualitas baik, yang dinyatakan sebagai jeruk afkir (KPRI, 2011).

Minat konsumen untuk mengkonsumsi jeruk yang telah rusak (afkir) cenderung berkurang dan nilai jual menjadi rendah bahkan dibuang karena tidak laku terjual. Jumlah jeruk afkir terlebih saat panen raya sangat berlimpah tetapi pemanfaatan untuk dijadikan produk olahan dikalangan masyarakat belum banyak dilakukan. Pemanfaatan jeruk afkir menjadi *nata de citrus* dimungkinkan dilakukan mengingat jeruk afkir mengandung zat gizi untuk aktivitas metabolisme *A. xylinum*. Kandungan gula yang tersisa dalam jeruk afkir dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi pertumbuhan *A. xylinum* dalam mensintesis selulosa. Pemanfaatan jeruk afkir diharapkan dapat menjadi salah satu pilihan untuk meningkatkan nilai ekonomis jeruk afkir.

Aktivitas bakteri *A. xylinum* dalam pembuatan *nata* sangat dipengaruhi oleh sumber karbon (sukrosa) dan sumber nitrogen yang tersedia dalam substrat pertumbuhan *nata*. Sukrosa digunakan sebagai sumber energi (C) yang ditambahkan dengan konsentrasi tertentu untuk kegiatan metabolisme *A. xylinum* dan sisanya akan dibentuk menjadi lapisan *nata* (Yusmarini dkk., 2004). Sumber nitrogen yang diberikan bertujuan untuk merangsang

pertumbuhan, perkembangan dan aktivitas bakteri *A. xylinum*. Peningkatan konsentrasi nitrogen dalam substrat dapat meningkatkan jumlah polisakarida *nata* yang terbentuk. Salah satu sumber nitrogen yang mudah diperoleh dan harganya relatif lebih murah adalah ammonium sulfat (Rossi dkk., 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pemanfaatan buah jeruk afkir sebagai bahan baku pembuatan *nata* dan untuk memperoleh konsentrasi sukrosa dan ammonium sulfat terbaik terhadap karakteristik *nata de citrus* yang dihasilkan.

## BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jeruk kualitas afkir (jeruk berastagi yang tidak lolos sortasi) yang diperoleh dari pasar buah Pekanbaru, sukrosa, ammonium sulfat  $\{(NH_4)_2SO_4\}$ , starter *Acetobacter xylinum*, alkohol 70%, dan akuades. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis adalah larutan *luff schoorl*, indikator pati, KI 20%,  $H_2SO_4$  25%, larutan Natriosulfat ( $Na_2S_2O_3$ ) 0,1 N,  $KIO_3$ , HCl 2 N, dan akuades.

Alat-alat yang digunakan adalah pemeras jeruk, sendok pengaduk, wadah fermentasi (nampan plastik), koran, saringan, pisau, kompor, panci, karet gelang, tali, gelas ukur, termometer dan botol kaca. Peralatan analisis yaitu timbangan analitik, pH meter, micrometer sekrup, oven, dan buret. Alat-alat lainnya seperti desikator, cawan porselin, *beaker glass*, erlenmeyer, labu ukur, pipet tetes, *aluminium foil*, *hand sprayer*, kertas label, kamera, peralatan tulis, dan tissu.

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor perlakuan pertama adalah konsentrasi sukrosa yang terdiri dari 4 taraf dengan satu perlakuan kontrol (tanpa penambahan sukrosa) dan faktor perlakuan kedua adalah konsentrasi ammonium sulfat yang terdiri dari 3 taraf. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh 36 unit percobaan. Tabel 1 memperlihatkan kombinasi perlakuan pembuatan *nata de citrus*.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

Sukrosa (%)	Ammonium Sulfat (%)		
	A <sub>1</sub> (0,5)	A <sub>2</sub> (0,6)	A <sub>3</sub> (0,7)
S <sub>0</sub> (0)	S <sub>0</sub> A <sub>1</sub>	S <sub>0</sub> A <sub>2</sub>	S <sub>0</sub> A <sub>3</sub>
S <sub>1</sub> (2,5)	S <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	S <sub>1</sub> A <sub>3</sub>
S <sub>2</sub> (5)	S <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	S <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> A <sub>3</sub>
S <sub>3</sub> (7,5)	S <sub>3</sub> A <sub>1</sub>	S <sub>3</sub> A <sub>2</sub>	S <sub>3</sub> A <sub>3</sub>

## Pelaksanaan Penelitian

### Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat-alat dilakukan dengan cara pengovenan dan pencelupan dalam air mendidih.

### Persiapan Starter

Bakteri yang akan digunakan terlebih dahulu dikembangbiakkan pada medium cairan sari jeruk. Pembuatan starter bertujuan untuk memperbanyak dan mengaktifkan *Acetobacter xylinum* sebelum inokulasi ke medium dalam proses pembuatan *nata*. Sari jeruk afkir yang diperoleh disaring terlebih dahulu dan ditambahkan air dengan perbandingan 1 : 2. Kemudian ditambahkan sukrosa sebanyak 7,5% dan ammonium sulfat 0,5%, lalu dipanaskan hingga mendidih dan diatur pH nya  $\pm 4$ . Medium dimasukkan ke dalam botol

yang selanjutnya ditutup dengan kertas HVS, didinginkan hingga suhu  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  dan ditambahkan starter *Acetobacter xylinum* sebanyak 10% lalu diinkubasi selama 5 hari pada suhu kamar (Ratnawati, 2007).

### Pembuatan Medium *Nata*

Jeruk afkir seberat 20 kg diperas dan diambil sarinya, lalu disaring dan diencerkan dengan menambahkan air bersih dengan perbandingan 1 : 2 dari volume sari jeruk yang didapatkan. Cairan sari jeruk tersebut digunakan sebagai medium pertumbuhan *nata*.

### Analisis Bahan Baku

Analisis yang dilakukan yaitu pengukuran kadar glukosa dan derajat keasaman (pH) dari bahan baku yang digunakan yaitu sari jeruk afkir yang telah diencerkan dan dipanaskan hingga mendidih. Pengukuran kadar glukosa berdasarkan metode *luff school* (Sudarmadji dkk., 1997) dan penentuan derajat keasaman (pH) mengacu pada Muchtadi dkk. (2010) ditentukan dengan menggunakan pH meter.

### Pembuatan *Nata de Citrus*

Proses pembuatan *nata de citrus* mengacu Naufalin dan Wibowo (2004) yang dimodifikasi. Sari jeruk yang telah didapatkan, ditambahkan air bersih (diencerkan) dengan perbandingan 1 : 2 (sari jeruk : air) dan diperoleh cairan sari jeruk. Cairan sari jeruk manis disiapkan sebanyak 6800 ml untuk 1 kali ulangan dan dibagi menjadi 4 bagian dan masing-masing bagian sebanyak 1700 ml dimasukkan ke dalam panci yang berbeda. Kemudian cairan sari jeruk dipanaskan dan ditambahkan sukrosa sesuai perlakuan yakni 0% untuk panci I, 2,5% untuk panci II, 5% untuk panci III dan 7,5% untuk panci

IV. Masing-masing medium yang telah ditambahkan sukrosa dibagi menjadi 3 bagian masing-masing 500 ml dan ditempatkan ke dalam panci yang berbeda dan diberi ammonium sulfat sesuai perlakuan yakni 0,5% pada panci I, 0,6% pada panci II dan 0,7% pada panci III.

Pengkondisian asam pada masing-masing media dilakukan hingga pH media  $\pm 4$ . Medium dipanaskan kembali hingga mendidih selama 10 menit. Sebanyak 400 ml, medium dituang ke dalam nampan plastik yang sudah disterilisasi dengan menggunakan alkohol 70%, kemudian ditutup kertas koran dan diikat dengan tali. Setelah dingin hingga suhu  $\pm 30^{\circ}\text{C}$ , ditambahkan starter sebanyak 10% dari volume medium dengan cara membuka sedikit salah satu penutup ujung nampan dan ditutup. Nampan yang berisi medium *nata* di letakkan pada tempat yang aman dan diinkubasi (dibiarkan) pada suhu  $28^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$  selama 10 hari. Setelah 10 hari cairan sari jeruk berubah menjadi *nata de citrus* dan dilakukan pengamatan.

#### **Pengamatan**

##### **Kadar Air**

Pengukuran kadar air yang dilakukan mengacu kepada Sudarmadji dkk. (1997) yaitu dengan cara pemanasan (metode oven).

##### **Derajat Keasaman (pH)**

Pengukuran pH dilakukan pada medium sisa inkubasi *nata de citrus* saat pemanenan yaitu pada hari ke-10 (Naufalin dan Wibowo, 2004). Penentuan derajat keasaman (pH) mengacu pada Muchtadi dkk. (2010) ditentukan dengan menggunakan pH meter.

#### **Ketebalan**

Pengukuran ketebalan *nata* dilakukan 3 kali pada 3 sisi yang berbeda dengan menggunakan micrometer sekrup. Hasil pengukuran setiap ulangan dirata-ratakan. Pengukuran ketebalan *nata* dilakukan pada waktu pemanenan. Ketebalan *nata* dinyatakan dalam milimeter (mm).

#### **Berat Basah**

Pengukuran berat basah *nata* mengacu pada Sarfa'i (2010). *Nata* dicuci untuk menghilangkan kotoran dan lendir yang melekat. Selanjutnya *nata* ditiriskan selama 15 menit dan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Hasil penimbangan dirata-ratakan untuk setiap perlakuan dan ulangan. Berat basah *nata* dinyatakan dalam gram (g).

#### **Rendemen**

Penentuan rendemen yang dilakukan dengan menghitung berat *nata* yang dihasilkan dan dibagi dengan berat medium kemudian dikali 100%. Rendemen *nata* dihitung dengan rumus :

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

#### **Kadar Gula Reduksi**

Penentuan kadar gula dilakukan pada medium sisa inkubasi *nata de citrus* atau gula tersisa yang dilakukan saat pemanenan (hari ke-10). Penentuan kadar gula dilakukan berdasarkan metode *luff schoorl* (Sudarmadji dkk., 1997).

#### **Analisis Data**

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan akan dianalisis secara statistik dengan menggunakan

analisis sidik ragam (ANOVA). Jika  $F$  hitung  $\geq F$  tabel maka analisis akan dilanjutkan dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Air

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sukrosa dan konsentrasi ammonium sulfat serta interaksi antara perlakuan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar air *nata de citrus* yang dihasilkan. Rata-rata kadar air

*nata de citrus* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Kadar air *nata de citrus* semakin menurun dengan meningkatnya konsentrasi sukrosa dan ammonium sulfat yang ditambahkan. Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar air tertinggi diperoleh oleh *nata de citrus* pada perlakuan  $S_0A_1$  (konsentrasi sukrosa 0% dan konsentrasi ammonium sulfat 0,5%) yaitu sebesar 95,73% berbeda nyata terhadap semua kombinasi perlakuan. Hal ini disebabkan karena tanpa penambahan sukrosa (konsentrasi sukrosa 0%), ketersediaan sumber karbon dan

Tabel 2. Rata-rata kadar air *nata de citrus* (%)

Konsentrasi Sukrosa	Konsentrasi Ammonium Sulfat			Kadar Air
	A1 (0,5%)	A2 (0,6%)	A3 (0,7%)	
S0 (0%)	95,73 <sup>k</sup>	95,51 <sup>j</sup>	92,66 <sup>i</sup>	94,63 <sup>d</sup>
S1 (2,5%)	91,91 <sup>h</sup>	91,74 <sup>f</sup>	91,50 <sup>g</sup>	91,72 <sup>c</sup>
S2 (5%)	90,91 <sup>e</sup>	89,92 <sup>d</sup>	89,95 <sup>de</sup>	90,26 <sup>b</sup>
S3 (7,5%)	89,40 <sup>c</sup>	88,91 <sup>b</sup>	88,49 <sup>a</sup>	88,93 <sup>a</sup>
Kadar Air	90,65 <sup>c</sup>	91,52 <sup>b</sup>	91,99 <sup>a</sup>	

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%

sumber energi yang dibutuhkan bakteri *A. xylinum* untuk tumbuh dan berkembang serta melakukan metabolisme untuk mengubah glukosa menjadi selulosa tidak cukup dan memadai, begitu juga penambahan ammonium sulfat hanya 0,5% yang berguna sebagai sumber nitrogen untuk memacu pertumbuhan dan aktivitas bakteri dalam pembentukan selulosa ekstraseluler (*nata*) jumlahnya tidak mencukupi sehingga jaringan selulosa yang terbentuk tidak rapat dan air yang terperangkap lebih banyak. Ikatan antar selulosa yang kurang kuat mengakibatkan air banyak terperangkap pada saat pelikel *nata* terbentuk sehingga kadar air lebih tinggi. *Nata* dengan kadar air yang tinggi mengandung serat yang lebih

rendah, sehingga jaringan selulosa lebih longgar dan air mudah masuk.

Kadar air terendah diperoleh oleh *nata de citrus* pada perlakuan  $S_3A_3$  (konsentrasi sukrosa 7,5% dan konsentrasi ammonium sulfat 0,7%) yaitu sebesar 88,49% berbeda nyata dengan semua kombinasi perlakuan. Hal ini sesuai dengan kondisi tersebut, semakin tinggi konsentrasi sukrosa dan amonium sulfat yang ditambahkan maka semakin rendah pula kadar air *nata* yang dihasilkan. Sukrosa dan ammonium sulfat merupakan sumber nutrisi yang dimanfaatkan oleh bakteri *A. xylinum* untuk pertumbuhan dan pembentukan selulosa. Semakin banyak sukrosa dan ammonium sulfat yang ditambahkan, maka semakin besar ketersediaan sumber energi dan

sumber karbon serta sumber nitrogen bagi bakteri *A. xylinum* untuk membentuk selulosa. Selulosa yang terbentuk akan semakin tebal dan jaringan selulosa akan semakin rapat dengan ikatan selulosa yang kuat. Kuatnya ikatan selulosa dalam jaringan *nata* yang terbentuk menyebabkan ruangan yang tersedia untuk air terperangkap di dalam selulosa sedikit dan kadar air yang dihasilkan lebih rendah. *Nata* dengan kadar air rendah mengandung serat yang lebih tinggi, menyebabkan jaringan selulosa menjadi rapat dan air susah masuk. Kartika (2012) melaporkan bahwa nilai kadar air *nata* cenderung menurun dengan

semakin bertambahnya sukrosa dan ammonium sulfat.

### Derajat Keasaman (pH)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sukrosa berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap derajat keasaman (pH) medium sisa inkubasi *nata de citrus* sedangkan konsentrasi ammonium sulfat dan interaksi antara perlakuan berpengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap derajat keasaman (pH) medium sisa inkubasi *nata de citrus*. Rata-rata derajat keasaman (pH) medium sisa inkubasi *nata de citrus* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata derajat keasaman (pH) medium sisa inkubasi *nata de citrus*

Konsentrasi Sukrosa	Konsentrasi Ammonium Sulfat			Derajat Kesaman (pH)
	A1 (0,5%)	A2 (0,6%)	A3 (0,7%)	
S0 (0%)	4,31	4,24	4,34	4,30 <sup>c</sup>
S1 (2,5%)	3,79	3,79	3,79	3,79 <sup>b</sup>
S2 (5%)	3,69	3,72	3,64	3,68 <sup>ab</sup>
S3 (7,5%)	3,71	3,61	3,57	3,63 <sup>a</sup>
Derajat Keasaman (pH)	3,88	3,84	3,84	

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan aktifitas bakteri *Acetobacter xylinum*. Bakteri ini merupakan bakteri asam asetat (*Acetobacter*) yang menyukai suasana asam atau pH rendah. Nilai pH cenderung berubah karena pengaruh sumber karbon dan nitrogen. Tabel 3 menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi sukrosa dan ammonium sulfat berpengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap derajat keasaman medium sisa inkubasi *nata de citrus*. Hal ini diduga karena penambahan konsentrasi sukrosa yang memberikan pengaruh terhadap derajat keasaman

(pH) medium sisa inkubasi *nata de citrus* tidak sejalan dengan peningkatan konsentrasi ammonium sulfat. Ammonium sulfat hanya sebagai sumber nitrogen untuk memacu pertumbuhan *A. xylinum* dalam membentuk selulosa yang seluruhnya telah dimanfaatkan selama proses sintesa selulosa, sehingga tidak memberikan dampak terhadap derajat keasaman (pH) medium sisa inkubasi *nata de citrus*.

Tingginya pH medium sisa inkubasi pada perlakuan S<sub>0</sub> (konsentrasi sukrosa 0%) ini karena kandungan gula yang sedikit pada media, sehingga gula yang ada hanya sedikit yang dikonversi menjadi asam

asetat (Manoi, 2007). Derajat keasaman (pH) medium sisa inkubasi *nata de citrus* semakin menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi sukrosa yang ditambahkan. Hal ini disebabkan karena sukrosa yang ditambahkan ke dalam medium, tidak seluruhnya dimanfaatkan sebagai sumber energi *A. xylinum* dalam mensintesa selulosa, tetapi juga digunakan sebagai bahan dasar untuk membentuk asam asetat sehingga meningkatkan jumlah asam dan menurunkan nilai pH. Semakin banyak sukrosa yang ditambahkan, maka bahan dasar yang disediakan bagi aktivitas bakteri dalam

membentuk asam menjadi semakin banyak dan nilai pH yang dihasilkan semakin rendah (Rahayu dkk., 1993 dalam Naufalin dan Wibowo, 2004).

### Ketebalan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sukrosa dan konsentrasi ammonium sulfat berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap ketebalan *nata de citrus* sedangkan interaksi antara perlakuan berpengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap ketebalan *nata de citrus*. Rata-rata ketebalan *nata de citrus* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata ketebalan *nata de citrus* (mm)

Konsentrasi Sukrosa	Konsentrasi Ammonium Sulfat			Ketebalan
	A1 (0,5%)	A2 (0,6%)	A3 (0,7%)	
S0 (0%)	3,20	3,45	3,81	3,49 <sup>a</sup>
S1 (2,5%)	3,86	4,11	4,12	4,03 <sup>b</sup>
S2 (5%)	4,16	4,18	4,16	4,17 <sup>bc</sup>
S3 (7,5%)	4,21	4,44	4,58	4,41 <sup>c</sup>
Ketebalan	3,86 <sup>a</sup>	4,05 <sup>ab</sup>	4,17 <sup>b</sup>	

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%

Ketebalan *nata* merupakan tingginya lapisan selulosa yang mampu dihasilkan oleh starter bakteri *A. xylinum*. Tabel 4 menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi sukrosa dan ammonium sulfat berpengaruh tidak nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap ketebalan *nata de citrus* yang dihasilkan. Hal ini diduga karena pada semua perlakuan telah terjadi keseimbangan dari sukrosa sebagai rangka karbon dan energi dari ammonium sulfat yang ditambahkan. *A. xylinum* membutuhkan keseimbangan antara sukrosa dan sumber nitrogen yang ditambahkan yaitu ammonium sulfat untuk pertumbuhannya. Hal ini sejalan

dengan pernyataan Manoi (2007) yang menyatakan bahwa pada media yang menghasilkan ketebalan *nata* yang sama diduga karena adanya interaksi yang tepat dan seimbang antara zat-zat gizi yang terdapat pada media fermentasi terutama sumber karbon dan nitrogen.

Pada Tabel 4, tampak bahwa perlakuan kontrol ( $S_0$ ) atau tanpa penambahan sukrosa (konsentrasi sukrosa 0%) dapat terbentuk *nata* sebesar 3,49 mm. Hal ini dikarenakan karena dalam medium yang digunakan sudah mengandung sumber karbon untuk pertumbuhan mikroba penghasil selulosa. Selain itu karena terdapatnya nutrisi di dalam

bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini (cairan sari jeruk afkir) yaitu gula yang digunakan *A. xylinum* untuk membentuk selulosa *nata*.

Ketebalan *nata de citrus* semakin meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi sukrosa yang ditambahkan. Hal ini dikarenakan dengan meningkatnya konsentrasi sukrosa, ketersediaan sumber karbon dan energi bagi *A. xylinum* untuk tumbuh dan melakukan aktivitas metabolisme semakin besar dan jumlahnya mencukupi. Hasil metabolisme *A. xylinum* berupa pembentukan selulosa dari hasil perombakan gula menjadi semakin tinggi dan membentuk *nata* yang semakin tebal. Hal ini sesuai dengan pendapat Yusmarini dkk. (2004) menyatakan bahwa semakin banyak gula yang dimetabolisir maka semakin tebal *nata* yang dihasilkan.

Semakin besar konsentrasi ammonium sulfat yang ditambahkan maka *nata de citrus* yang dihasilkan akan semakin tebal. Hal ini disebabkan karena ammonium sulfat yang ditambahkan mengandung nitrogen yang mudah dimanfaatkan dan jumlahnya mencukupi sebagai sumber energi untuk merangsang pertumbuhan dan aktivitas *A. xylinum*. Aktivitas *A. xylinum* dalam memetabolisir sukrosa menjadi polisakarida (selulosa) berjalan dengan baik dan semakin meningkat sehingga semakin banyak gula yang dimetabolisir dan *nata* yang dihasilkan juga semakin tebal. Hidrolisis enzimatis dari sumber nitrogen ini akan menghasilkan peptida-peptida dan asam-asam amino yang kemungkinan dapat digunakan oleh *A. xylinum* sebagai sumber energi (Hariastuti dkk., 2002).

Hal ini sesuai dengan pernyataan Arsatmojo (1996) dalam

Purwaningsih dkk. (2007), semakin tinggi konsentrasi ammonium sulfat yang digunakan, maka ketebalan *nata* juga akan semakin meningkat. Jika konsentrasi ammonium sulfat yang diberikan dengan jumlah yang cukup dalam medium maka *A. xylinum* akan tumbuh baik dan dapat memetabolisir gula menjadi polisakarida atau selulosa (Rossi dkk., 2008). Ketebalan *nata* yang dihasilkan merupakan cerminan optimalnya proses metabolisme *A. xylinum*. Semakin tebal *nata* yang dihasilkan maka proses metabolisme yang berjalan optimal. Menurut Handadari dkk. (2003), ketebalan berbanding lurus dengan berat basah dan rendemen *nata* yang dihasilkan. Semakin tebal *nata* yang terbentuk maka semakin besar pula rendemennya (Husna dkk., 2009).

### **Berat Basah**

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sukrosa dan konsentrasi ammonium sulfat berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap berat basah *nata de citrus* sedangkan interaksi antara perlakuan berpengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap berat *nata de citrus*. Rata-rata berat basah *nata de citrus* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Berat *nata* yang dihasilkan merupakan dasar pengukuran untuk mengetahui pertumbuhan bakteri *A. xylinum*. Lapisan selulosa *nata* tidak lain adalah kapsula yang terdapat diluar dinding sel (ekstraseluler) yang juga merupakan hasil sekresi sel bakteri *A. xylinum*. Lapisan selulosa tersebut sebagian besar terdiri dari cairan yang mengandung sel-sel bakteri yang dirangkaikan oleh serabut halus (mikrofibril) selulosa yang saling berkaitan karena kegiatan

pertumbuhan bakteri (Nisa dkk., 2001). Jika pertumbuhan *A. xylinum* optimal maka matriks selulosa yang

dihasilkan juga lebih banyak dengan kata lain *nata* yang dihasilkan lebih berat.

Tabel 5. Rata-rata berat basah *nata de citrus* (g)

Konsentrasi Sukrosa	Konsentrasi Ammonium Sulfat			Berat Basah
	A1 (0,5%)	A2 (0,6%)	A3 (0,7%)	
S0 (0%)	98,50	108,77	119,13	108,81 <sup>a</sup>
S1 (2,5%)	120,07	121,17	123,37	121,53 <sup>b</sup>
S2 (5%)	124,53	126,37	126,23	125,71 <sup>bc</sup>
S3 (7,5%)	126,83	127,07	132,20	128,70 <sup>c</sup>
Berat Basah	117,48 <sup>a</sup>	120,84 <sup>ab</sup>	125,23 <sup>b</sup>	

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%

Tabel 5 menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan konsentrasi sukrosa dan ammonium sulfat berpengaruh tidak nyata ( $P>0,05$ ) terhadap berat basah *nata de citrus* yang dihasilkan. Hal ini diduga karena ketersediaan sukrosa dan ammonium sulfat yang terdapat pada medium sudah dapat memenuhi kebutuhan bakteri *A. xylinum* untuk tumbuh dan berkembang. Penambahan sukrosa sebagai sumber energi dan sumber karbon serta pemberian ammonium sulfat sebagai sumber nitrogen yang melebihi kebutuhan bakteri, tidak akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat *nata de citrus* yang dihasilkan sehingga terlihat pada semua perlakuan memperoleh berat *nata* yang tidak berbeda.

Berat basah *nata de citrus* semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah sukrosa yang ditambahkan. Hal ini disebabkan karena ketersediaan energi yang cukup menyebabkan pertumbuhan bakteri *A. xylinum* akan semakin baik, sehingga kemampuan bakteri untuk mengubah glukosa menjadi selulosa semakin tinggi. Selulosa hasil sekresi *A. xylinum* akan berikatan satu dengan yang lainnya membentuk

lapisan yang terus menebal. Semakin banyak dan tebal selulosa hasil sekresi *A. xylinum*, maka semakin berat *nata* yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hakim dan Setiawan (2014), bahwa bertambahnya konsentrasi sukrosa menuju kondisi optimal maka akan dihasilkan energi yang semakin banyak pula, sehingga akan dihasilkan *nata* yang lebih banyak dan bobotnya lebih berat.

Semakin besar konsentrasi ammonium sulfat yang ditambahkan maka *nata de citrus* yang dihasilkan akan semakin berat. Hal ini disebabkan karena ammonium sulfat yang ditambahkan dapat memenuhi kebutuhan nitrogen bagi bakteri *A. xylinum* untuk tumbuh dan berkembang, sehingga bakteri dapat melakukan aktivitas dalam merombak gula menjadi selulosa dengan baik. Jumlah nitrogen yang tersedia di dalam medium terus menerus digunakan oleh *A. xylinum* untuk membentuk selulosa dengan ikatan yang semakin kuat dan rapat sehingga *nata* yang dihasilkan semakin berat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lapuz dkk. (1967), kecukupan nitrogen dalam medium akan menstimulir bakteri dalam mensintesa

selulosa. Menurut Djutikah (1993) selulosa yang dihasilkan selain dipengaruhi oleh tebal tipisnya selulosa, juga dipengaruhi oleh kekompakan ikatan, dimana semakin kompak ikatannya akan semakin bertambah beratnya.

### Rendemen

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi

dalam Hastuti dan Hadi (2009), berat sukrosa dan konsentrasi ammonium sulfat berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap rendemen *nata de citrus* sedangkan interaksi antara perlakuan berpengaruh tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap rendemen *nata de citrus*. Rata-rata rendemen *nata de citrus* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata rendemen *nata de citrus* (%)

Konsentrasi Sukrosa	Konsentrasi Ammonium Sulfat			Rendemen
	A1 (0,5%)	A2 (0,6%)	A3 (0,7%)	
S0 (0%)	22,56	24,91	27,28	24,92 <sup>a</sup>
S1 (2,5%)	27,49	27,75	28,25	27,83 <sup>b</sup>
S2 (5%)	28,52	28,94	28,91	28,79 <sup>bc</sup>
S3 (7,5%)	29,04	29,10	30,28	29,47 <sup>c</sup>
Rendemen	26,90 <sup>a</sup>	27,67 <sup>ab</sup>	28,68 <sup>b</sup>	

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%

Rendemen merupakan hasil persentase pembagian antara berat *nata* yang dihasilkan dengan berat bahan. Sukrosa merupakan sumber nutrisi dan komponen utama pembentuk prekursor *nata*, semakin banyak ketersediaannya dalam medium maka kebutuhan nutrisi *A. xylinum* terpenuhi secara optimal sehingga aktivitas bakteri dalam membentuk selulosa akan semakin aktif dan rendemen *nata* semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan Hubeis dkk. (1996) yang menyatakan bahwa semakin banyak gula yang ditambahkan ke dalam medium, maka rendemen *nata* juga akan meningkat sampai batas konsentrasi tertentu karena semakin banyaknya gula tersedia sebagai sumber kalori dan bahan yang disintesis menjadi selulosa. Handadari dkk. (2003) menyatakan bahwa faktor terpenting yang mempengaruhi rendemen *nata* adalah kadar gula dalam medium fermentasi.

Semakin besar konsentrasi ammonium sulfat yang ditambahkan maka rendemen *nata* yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan peningkatan konsentrasi ammonium sulfat dalam substrat dapat meningkatkan jumlah polisakarida yang terbentuk sehingga rendemen *nata* menjadi meningkat. Hal-hal yang mempengaruhi besarnya rendemen *nata* yang dihasilkan adalah penambahan senyawa yang mengandung nitrogen (Mashudi, 1993). Menurut Kembuan dan Joseph (1990) dalam Alwi dkk. (2011), perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui efisiensi penggunaan substrat fermentasi. Semakin tinggi persentase nilai rendemen, pemanfaatan substrat fermentasi semakin tinggi.

### Kadar Gula Pereduksi

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi sukrosa dan konsentrasi ammonium

sulfat serta interaksi antara perlakuan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar gula pereduksi medium sisa inkubasi *nata de citrus*. Rata-rata

kadar gula pereduksi medium sisa inkubasi *nata de citrus* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata kadar gula pereduksi medium sisa inkubasi *nata de citrus* (%)

Konsentrasi Sukrosa	Konsentrasi Ammonium Sulfat			Kadar Gula Pereduksi
	A1 (0,5%)	A2 (0,6%)	A3 (0,7%)	
S0 (0%)	0,91 <sup>cd</sup>	0,70 <sup>b</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,71 <sup>a</sup>
S1 (2,5%)	1,30 <sup>d</sup>	0,86 <sup>c</sup>	0,63 <sup>b</sup>	0,93 <sup>b</sup>
S2 (5%)	1,70 <sup>ef</sup>	1,70 <sup>ef</sup>	1,67 <sup>c</sup>	1,69 <sup>c</sup>
S3 (7,5%)	2,29 <sup>gh</sup>	2,23 <sup>g</sup>	1,89 <sup>f</sup>	2,14 <sup>d</sup>
Kadar Gula Pereduksi	1,55 <sup>c</sup>	1,37 <sup>b</sup>	1,18 <sup>a</sup>	

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%

Gula pereduksi merupakan gula sederhana hasil hidrolisis karbohidrat kompleks (sukrosa) yang dibutuhkan oleh bakteri *A. xylinum* dalam pembentukan *nata*. Gula pereduksi yang merupakan fruktosa dan glukosa berfungsi untuk menyediakan monosakarida yang siap digunakan oleh bakteri *A. xylinum* dalam proses metabolismenya, sehingga lebih cepat untuk membentuk serat selulosa (Husna dkk., 2009). Pengukuran kadar gula pereduksi medium sisa inkubasi *nata de citrus* dilakukan untuk mengetahui sisa gula yang tidak dimanfaatkan oleh *A. xylinum* untuk mensintesa selulosa.

Tabel 7 menunjukkan bahwa kadar gula pereduksi tertinggi diperoleh oleh *nata de citrus* pada perlakuan S<sub>3</sub>A<sub>1</sub> (konsentrasi sukrosa 7,5% dan konsentrasi ammonium sulfat 0,5%) yaitu sebesar 2,29%. Tingginya kadar gula pereduksi yang tersisa pada medium perlakuan S<sub>3</sub>A<sub>1</sub> disebabkan oleh terhambatnya pertumbuhan dan aktivitas bakteri dalam membentuk selulosa, ini dikarenakan jumlah gula yang terdapat dalam medium tinggi (penambahan konsentrasi sukrosa

7,5%) dan tersedia bagi bakteri *A. xylinum* namun jumlah N (ammonium sulfat) terbatas.

Medium dengan jumlah gula rendah (konsentrasi sukrosa 0%) meskipun ditambah jumlah N (ammonium sulfat) dengan konsentrasi semakin tinggi, kadar gula pereduksi yang tersisa pada medium tetap rendah. Ini terlihat pada perlakuan S<sub>0</sub>A<sub>3</sub> (konsentrasi sukrosa 0% dan konsentrasi ammonium sulfat 0,7%) mengandung kadar gula pereduksi terendah sebesar 0,52% dan berbeda nyata dengan semua kombinasi perlakuan. Hal ini disebabkan karena sebagian gula yang ada pada medium sudah dimanfaatkan untuk membentuk selulosa. Jumlah N (ammonium sulfat) yang tinggi akan merangsang *A. xylinum* untuk mensintesa selulosa lebih banyak dengan menyerap kandungan gula yang ada pada medium, sedangkan jumlah gula yang ada pada medium hanya sedikit sehingga kadar gula pereduksi yang tersisa di dalam medium menjadi lebih rendah dibandingkan medium dengan jumlah N (ammonium sulfat) yang rendah.

Tabel 7 menunjukkan medium dengan jumlah gula yang tinggi

(konsentrasi sukrosa 7,5%) diikuti dengan jumlah N (ammonium sulfat) yang tinggi (konsentrasi 0,7%) menyebabkan pertumbuhan dan aktivitas bakteri *A. xylinum* untuk sintesis *nata* semakin baik dan meningkat, sehingga kadar gula pereduksi yang tersisa dalam medium menjadi rendah. Semakin baik pertumbuhan bakteri *nata*, maka akan semakin banyak gula yang dapat diubah menjadi *nata* sehingga semakin tinggi persentase penurunan gula pereduksi dalam medium setelah inkubasi. Sukrosa mengandung nutrient (sumber karbon) yang dibutuhkan bakteri *A. xylinum* untuk pertumbuhan dan aktivitasnya. Sukrosa akan diubah menjadi selulosa atau serat yang menyerap kandungan gula pada media dan terbentuknya selulosa yang meningkat menyebabkan struktur serat menjadi rapat sehingga kadar gula pereduksi yang tersisa di dalam medium setelah fermentasi menjadi kecil (Djajati dkk., 2009). Tingginya konsentrasi ammonium sulfat yang ditambahkan dalam media, menyebabkan nutrisi yang tersedia bagi *A. xylinum* akan semakin banyak untuk menghasilkan energi yang digunakan dalam proses perombakan gula. Ammonium sulfat disini juga berperan sebagai sumber nitrogen yang merangsang pertumbuhan *A. xylinum* dalam memetabolisir sukrosa menjadi selulosa, sehingga sebagian besar ammonium sulfat yang ada digunakan dalam proses biosintesa selulosa maka kadar gula pereduksi medium yang tersisa menjadi semakin rendah.

### **Pemilihan *Nata de Citrus* Perlakuan Terpilih**

Pemilihan perlakuan terbaik dari *nata de citrus* dilakukan dengan membandingkan nilai produk antar

perlakuan, yang mempunyai nilai hasil tertinggi merupakan perlakuan terbaik. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, *nata de citrus* terpilih pada penelitian ini yaitu *nata de citrus* pada perlakuan  $S_3A_3$  (konsentrasi sukrosa sebanyak 7,5% dan konsentrasi ammonium sulfat sebanyak 0,7%). Perlakuan  $S_3A_3$  dipilih sebagai perlakuan terbaik karena dari semua hasil analisis yang dilakukan yaitu kadar air, derajat keasaman (pH), ketebalan, berat basah, rendemen dan kadar gula pereduksi lebih baik dari perlakuan lainnya. Selain itu *nata de citrus* perlakuan  $S_3A_3$  menghasilkan karakteristik maksimum dengan ketebalan sebesar 4,58 mm, berat basah sebesar 132,20 g, rendemen sebesar 30,28% dan kadar air minimum sebesar 88,49% sehingga dipilih sebagai perlakuan terbaik.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa interaksi antara konsentrasi sukrosa dan ammonium sulfat berpengaruh nyata dalam menurunkan kadar air dan kadar gula pereduksi. Konsentrasi sukrosa berpengaruh nyata dalam meningkatkan ketebalan, berat basah, rendemen, dan kadar gula pereduksi tetapi menurunkan kadar air dan derajat keasaman (pH). Konsentrasi ammonium sulfat berpengaruh nyata dalam meningkatkan ketebalan, berat basah, dan rendemen tetapi menurunkan kadar air dan kadar gula pereduksi. Perlakuan terbaik sesuai karakteristik dari kadar air, derajat keasaman (pH), ketebalan, berat basah, rendemen dan kadar gula pereduksi adalah perlakuan  $S_3A_3$  dengan konsentrasi sukrosa sebanyak 7,5% dan ammonium sulfat sebanyak

0,7% yang memiliki kadar air 88,49%, derajat keasaman (pH) 3,57, ketebalan 4,58 mm, berat basah 132,20 g, rendemen 30,28%, dan kadar gula pereduksi 1,89%.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut pada pengamatan sifat organoleptik *nata de citrus* dan penelitian lanjut untuk kemungkinan pemanfaatan yang lebih luas seperti biomembran atau biofilm.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, M., A. Lindhemuthianingrum dan Umrah. 2011. **Formulasi media tumbuh *Acetobacter xylinum* dari bahan limbah cair tempe dan air kelapa untuk produksi *nata de soyacoco***. Jurnal Biocelbes, volume 5(2): 126-132.
- Badan Pusat Statistik. 2014. **Produksi Jeruk Menurut Provinsi 2010-2014**. Indonesia dalam Angka 2014. Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Djajati, S., U. Sarofa dan S. A. 2009. **Pembuatan *nata de manggo* (kajian: konsentrasi sukrosa dan lama fermentasi)**. Jurusan Teknologi Pangan. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Jawa Timur.
- Hakim, L. dan B. H. Setiawan. 2014. **Pemanfaatan salak afkir sebagai media produksi *nata de salacca* di Kabupaten Banjarnegara**. Jurnal Media Agrosains, volume 1(1): 1-4.
- Handadari, D., Suranto dan R. Setyaningsih. 2003. **Kajian pembuatan *nata de cashew* dengan variasi konsentrasi substrat dan inokulum**. Jurnal jurusan biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- 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>HPO<sub>4</sub>]**. Jurnal Enviro, volume 2 (2): 11-18.
- Hastuti, B. dan S. Hadi. 2009. **Pengaruh penambahan konsentrasi gula terhadap *nata de soya* dari limbah cair tahu**. Disampaikan pada Seminar “Peningkatan kualitas pendidikan dan penelitian kimia menyongsong UNY sebagai World Class University”. 17 Oktober 2009. FMIPA UNY.
- Hubeis, M., E. Arsatmojo dan Suliantari. 1996. **Formulasi pembuatan *nata de pina***. Buletin Teknologi dan Industri Pangan, volume 7(2). Bogor.
- Husna, N. E., E. Muurlida dan Nurmalia. 2009. **Pemanfaatan sari buah sebagai bahan baku alternative pembuatan *nata***. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia, volume 1(2): 7-12.
- Kartika, F. Y. 2012. **Pengaruh penambahan sumber n dan sumber c terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik *nata de boras* dari nira lontar menggunakan *Acetobacter xylinum***. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- KPRI. 2015. **Penanganan Panen dan Pasca Panen Jeruk**. <https://kpricitrus.wordpress.co>

- [m/2011/02/13/penanganan-panen-dan-pasca-panen-jeruk/](http://m/2011/02/13/penanganan-panen-dan-pasca-panen-jeruk/). Diakses pada tanggal 9 Januari 2015.
- Manoi, F. 2007. **Penambahan ekstrak ampas nenas sebagai medium campuran pada pembuatan nata de cashew**. Buletin Litro, volume 18(1): 107-116.
- Mashudi. 1993. **Mempelajari pengaruh penambahan ammonium sulfat dan waktu penundaan bahan baku air kelapa terhadap laju pertumbuhan dan struktur gel nata de coco**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Muchtadi, T. R., Sugino dan S. Ayustaningwarno. 2010. **Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan**. Alfabeta. Bandung.
- Naufalin, R. dan C. Wibowo. 2004. **Pemanfaatan hasil samping pengolahan tepung tapioka untuk pembuatan nata de cassava: Kajian penambahan sukrosa dan ekstrak kecambah**. Jurnal Teknol dan Industri Pangan, volume 15 (2) : 153-158.
- Nisa, F. C., R. H. Hani., T. Wastono., B. Baskoro dan Moestijanto. 2001. **Produksi nata dari limbah cair tahu (whey): Kajian penambahan sukrosa dan ekstrak kecambah**. Jurnal Teknologi Pertanian, volume 2: 74 – 78.
- Purwaningsih, S., E. Salamah dan A. Setiani. 2007. **Pengaruh konsentrasi sukrosa dan amonium sulfat terhadap mutu nata Gracilaria sp**. Buletin Teknologi Hasil Perikanan, volume 10(2): 35-47.
- Ratnawati, D. 2007. **Kajian variasi kadar glukosa dan derajat keasaman (pH) pada pembuatan nata de citrus dari jeruk asam (Citrus limon. L)**. Jurnal Gradien, volume 3(2): 257-261.
- Rossi, E., U. Pato dan S. R. Damanik. 2008. **Optimalisasi pemberian ammonium sulfat terhadap produksi nata de banana skin**. Jurnal Sagu, volume 7(2): 30-36.
- Sarfa'i, M. 2010. **Kajian konsentrasi sukrosa dan sumber nitrogen pada produk nata de soya**. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Riau, Pekanbaru.
- Sudarmadji, S. B., Haryono dan Suhardi. 1997. **Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.
- Soelarso, B. 1996. **Budidaya Jeruk Bebas Penyakit**. Kanisius. Yogyakarta.
- Yusmarini., U. Pato dan V. S. Johan. 2004. **Pengaruh pemberian beberapa jenis gula dan sumber nitrogen terhadap produksi nata de pina**. Jurnal Sagu, volume 3(1): 20-27.