

Pengaruh *Acetobacter xylinum* dan Ekstrak Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap Produksi Nata dari Substrat Limbah Cair Tahu

Effect of *Acetobacter xylinum* and Green-bean *Phaseolus radiatus* L. on the Nata Production from Tofu Waste-water

George M. Souisa, B.R. Sidharta*, F. Sinung Pranata

Fakultas Biologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY)
*e-mail: brsidharta@mail.uajy.ac.id *penulis untuk korespondensi*

Abstract

Industrial waste-water has become a serious problem nationwide. However, one type of waste-water, i.e. tofu waste-water (whey), can be utilized as the source of nata de soya production. This present research is attempts to reveal the effect of various concentrations of inocula and green-bean extracts on nata productions from tofu waste-water. Ten combinations of treatment were applied and coded as A₁ – A₁₀. The parameters observed included physical and chemical characters of nata and nitrogen (N) contents. The results show that the increase in concentration of N and inocula will follow by the increase of water content, fiber content, plasticity, and N content of nata de soya produced. Highest thickness of nata was gained at 200 g/L concentration of green-bean extract and 100 ml/L concentration of inoculum.

Key words : nata de soya, N-natural source, tofu waste-water

Diterima : 04 Agustus 2005, disetujui : 17 Desember 2005

Pendahuluan

Penanganan air limbah industri maupun limbah rumah tangga semakin menarik untuk dipelajari. Pengolahan air limbah, selain menghasilkan air buangan yang bersih juga dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai produk olahan yang dapat memberikan nilai tambah yang cukup tinggi.

Salah satu air limbah yang dapat memberikan nilai tambah yang tinggi adalah limbah cair tahu atau air kecutan (*whey*). Air kecutan (*whey*) merupakan limbah cair pabrik pengolahan tahu terutama berasal dari air rendaman kedelai, air tirisan kedelai setelah perendaman, air hasil pemisahan tahu dan air yang keluar saat pengepresan berlangsung (Hastuti dan Raharjo, 1983).

Air kecutan ternyata masih kaya akan nutrisi (protein, karbohidrat, dan bahan-bahan lain) yang bermanfaat dan dapat diolah menjadi

suatu produk yang bernilai, seperti keripik tahu dan *nata de soya*. Pada tahun 1990 ditemukan cara pemanfaatan limbah tahu menjadi *nata de soya* yang bila dilakukan secara nasional, dapat mengurangi limbah yang mengganggu lingkungan sekitar pabrik. Namun sampai sekarang *nata de soya* belum banyak diusahakan secara ekonomis (Anonim, 1997).

Nata adalah produk pangan berupa lapisan selulosa sebagai hasil fermentasi bakteri pembentuk *nata*, yaitu *Acetobacter xylinum*. *Nata* merupakan makanan berkalori rendah yang sebagian besar tersusun dari air dan selulosa sehingga sering digunakan sebagai makanan pencuci mulut, bahan pencampur *fruit cocktail*, dan es krim (Girsang dan Siahaan, 1992).

Sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan *nata* dengan kualitas dan kuantitas yang lebih baik. Penelitian tersebut dilakukan dengan mengkaji faktor-faktor pendukung pembentukan *nata*, di antaranya

adalah sumber nitrogen (N) dan kadar inokulum. Namun banyak penelitian yang menggunakan sumber N dari pupuk anorganik seperti urea atau ZA. Beberapa contoh penelitian yang menggunakan sumber N anorganik antara lain penelitian oleh Muchtadi (1997) dalam pembuatan *nata de piña* serta penelitian oleh Lestari (1994) dalam pembuatan *nata* menggunakan urea.

Sumber N alami dari tumbuhan terutama Familia Papilionaceae dapat digunakan sebagai pengganti sumber N anorganik dalam pembuatan *nata de soya*. Kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) memiliki kandungan gizi yang lengkap dibandingkan kedelai dan kacang tanah (Rukmana, 1997). Kandungan vitamin dalam kacang hijau lebih baik daripada kedelai dan kacang tanah. Selain itu, kacang hijau memiliki kandungan lemak yang rendah, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mencegah penyakit antara lain hepatitis (Rukmana, 1997).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar inokulum *Acetobacter xylinum* dan penambahan ekstrak biji kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) terhadap kualitas dan kuantitas *nata de soya* dari medium air kecutan (*whey*).

Metode Penelitian

Pembuatan *nata de soya* menggunakan bantuan *Acetobacter xylinum* dengan variasi kadar inokulum yaitu 50, 100, dan 150 ml/liter. Pengamatan dilakukan terhadap parameter fisik *nata*: ketebalan dan kekenyalan (Nugerahani *et al.*, 1999), parameter kimia *nata*: kadar air, kadar serat, dan kadar N (Sudarmadji *et al.*, 1989), serta uji organoleptik: warna, rasa, dan aroma (Kartika dan Bambang, 1986).

Ekstraksi kacang hijau dilakukan dengan cara merendam kacang hijau (100, 200, dan 300 g) selama 10 jam, kemudian direbus hingga mendidih. Air rebusan kacang hijau digunakan sebagai sumber N alami.

Tahapan pembuatan *nata* adalah sebagai berikut: *whey* diendapkan (didiamkan),

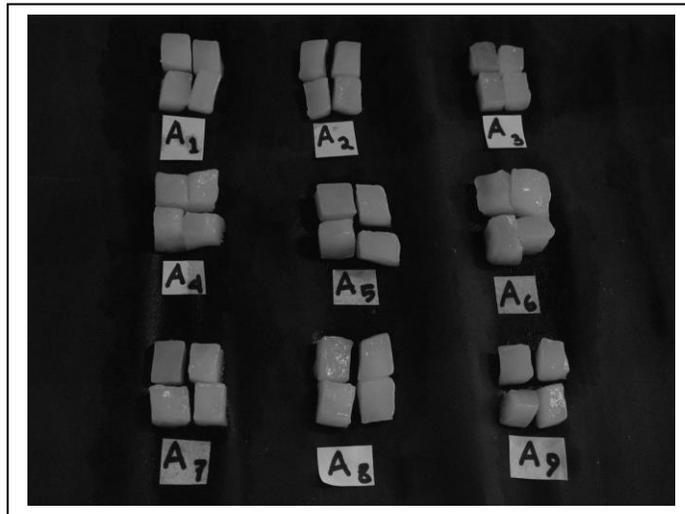
kemudian disaring dengan kain kassa, lalu dipanaskan sampai mendidih sambil diaduk. Setelah mendidih ditambah asam asetat glasial (10 ml asam asetat untuk tiap liter *whey*) sampai pH 4 dan gula pasir (80 gram gula untuk tiap liter *whey*). Larutan itu disebut sebagai *whey* asam bergula. Ekstrak kacang hijau dilarutkan dalam *whey* asam bergula (masing-masing 0, 100, 200 dan 300 gram ekstrak kacang hijau dalam 100 ml *whey*). Larutan ini dididihkan 15 menit, kemudian dimasukkan ke dalam *whey* asam bergula. Larutan yang diperoleh disebut medium *nata*. Selanjutnya medium *nata* dimasukkan ke dalam wadah-wadah fermentasi yang sudah disterilkan. Wadah ditutup dengan kertas bersih yang telah di-oven pada suhu 95 - 100°C selama 2 jam dan diikat karet. Setelah dingin, medium *nata* ditambah starter (tiap 1 liter medium ditambahkan masing-masing 10, 20, dan 30 ml starter). Wadah berisi medium dan starter disimpan di ruang fermentasi selama 10-15 hari sampai terbentuk lapisan *nata* dengan ketebalan 1,5 - 2,0 cm (Anonim, 1998).

Data dianalisis dengan metode ANAVA dan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% (Gaspersz, 1991).

Hasil dan Pembahasan

Nata de soya yang dihasilkan memiliki permukaan yang mengkilat dan berwarna putih sampai putih keruh. Warna keruh tersebut mungkin dipengaruhi oleh sumber N dari kacang hijau dan *whey* yang digunakan (Gambar 1).

Nata de soya merupakan polisakarida yang diekskresikan ke medium dalam bentuk benang-benang halus yang membentuk lapisan *micoderma* (struktur serupa selimut yang menyelubungi sel), selanjutnya membentuk jalinan mikrofibril dalam medium *whey*. Hasil respirasi bakteri berupa CO₂ (gas) yang melekat pada jaringan mikrofibril menyebabkan *nata* terangkat ke permukaan medium.



Gambar 1. *Nata de soya* dari berbagai variasi konsentrasi sumber N dan Inokulum
Keterangan:

A₁ : starter 50 ml, kacang hijau 100 ml A₂ : starter 50 ml, kacang hijau 200 ml
 A₃ : starter 50 ml, kacang hijau 300 ml A₄ : starter 100 ml, kacang hijau 100 ml
 A₅ : starter 100 ml, kacang hijau 200 ml A₆ : starter 100 ml, kacang hijau 300 ml
 A₇ : starter 150 ml, kacang hijau 100 ml A₈ : starter 150 ml, kacang hijau 200 ml
 A₉ : starter 150 ml, kacang hijau 300 ml

Kualitas serta Kuantitas *Nata* yang Dihasilkan

Pada Tabel 1 dapat dilihat pengaruh penambahan kacang hijau sebagai sumber N terhadap kualitas dan kuantitas *nata de soya* yang dihasilkan. Kualitas *nata* yang dihasilkan cukup baik dibandingkan penelitian yang

menggunakan air kelapa, terutama ketebalannya, yaitu 0,83 cm untuk *nata de soya* dan hanya 0,48 untuk *nata de coco* (Parera, 2003). Hal ini disebabkan *whey* sudah mengandung N yang cukup tinggi yang masih ditambah lagi sumber N dari kacang hijau.

Tabel 1. Kualitas dan Kuantitas *Nata de Soya* Dari Berbagai Kadar N dan Inokulum

Perlakuan	Kadar Air (%)	Kadar Serat (%)	Kekenyalan (mm division)	Ketebalan (cm)	N sebelum (mg/ml)	N sesudah (mg/ml)
A ₁	92,23 ^a	0,45 ^b	6,71 ^d	0,60 ^e	10,17 ^f	14,83 ^k
A ₂	93,45 ^a	0,48 ^b	6,72 ^d	0,67 ^e	10,43 ^g	14,85 ^k
A ₃	93,66 ^a	0,49 ^b	6,78 ^d	0,52 ^e	10,51 ^h	15,19 ^k
A ₄	93,26 ^a	0,47 ^b	6,57 ^d	0,70 ^e	10,47 ^h	14,94 ^k
A ₅	93,26 ^a	0,49 ^b	6,59 ^d	0,75 ^e	10,73 ⁱ	15,13 ^k
A ₆	93,38 ^a	0,54 ^b	6,70 ^d	0,83 ^e	10,87 ⁱ	15,27 ^k
A ₇	93,68 ^a	0,43 ^c	8,22 ^d	0,57 ^e	10,35 ^g	14,89 ^k
A ₈	93,94 ^a	0,44 ^c	8,31 ^d	0,62 ^e	10,75 ⁱ	14,91 ^k
A ₉	94,11 ^a	0,49 ^b	8,42 ^d	0,53 ^e	11,03 ⁱ	15,46 ^k
A ₁₀	---	---	---	---	10,33 ^j	15,35 ^k

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama dalam baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($\alpha=0,05$)

A₁ – A₉ : sama seperti keterangan pada Gambar 1

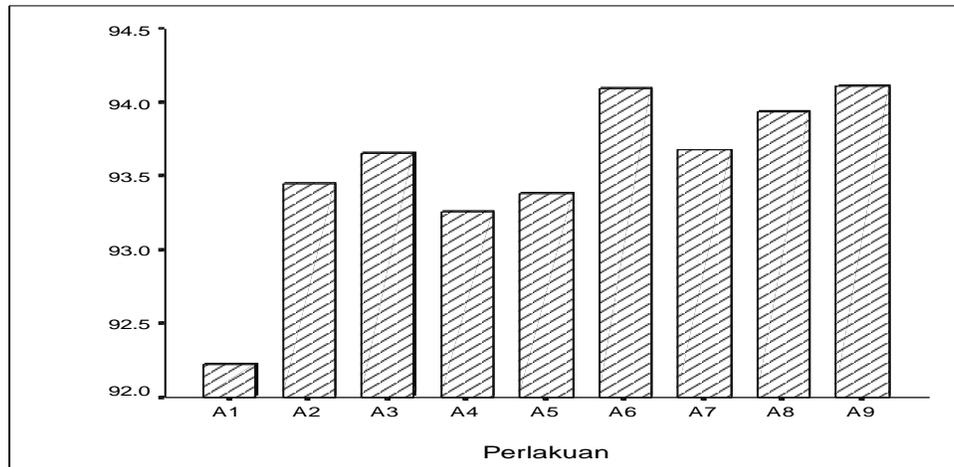
A₁₀ : kontrol (starter 0 ml, kacang hijau 0 ml)

--- : tidak dilakukan pengukuran

Kadar Air

Kadar air *nata* untuk tiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2. Kadar air paling tinggi di antara perlakuan N yang sama dihasilkan pada A₉, yaitu sebesar 94,11%. Menurut Hubies *et al.* (1996), *nata* merupakan makanan berkalori rendah dengan kandungan air sebesar 98%. Perlakuan ini tidak

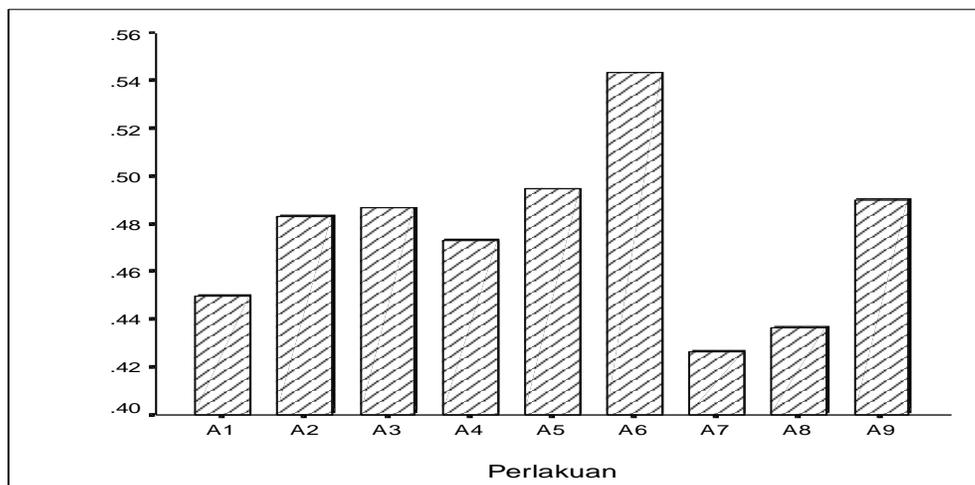
menunjukkan beda nyata secara statistik dengan perlakuan yang lain. Perlakuan A₁, kandungan airnya yang paling kecil, yaitu 92,23%. Perlakuan-perlakuan dengan kadar kacang hijau 300 g/L, memiliki kadar air yang cenderung lebih besar daripada perlakuan yang menggunakan kadar kacang hijau 100 g/L.



Gambar 2. Kadar Air *Nata de Soya* dengan Variasi Kadar Inokulum dan Nitrogen

Perbandingan kadar air yang tinggi cenderung terjadi pada perlakuan dengan sumber N kacang hijau terbesar. Hal ini disebabkan dalam kacang hijau terdapat lisin yaitu lemak yang dapat larut dalam air (Marzuki dan Rasyid, 2001). Kemungkinan lisin inilah yang mengikat air dalam nata

sehingga menyebabkan kadar air dalam nata tinggi. Selain itu, air dalam nata mungkin berasal dari kacang hijau yaitu sebesar 10 g/100 g (Soeprapto, 2000) dan dari whey. Molekul air dalam medium akan terperangkap dalam nata melalui jaringan mikrofibril yang terbentuk oleh *A. xylinum* (Handayani, 1995).



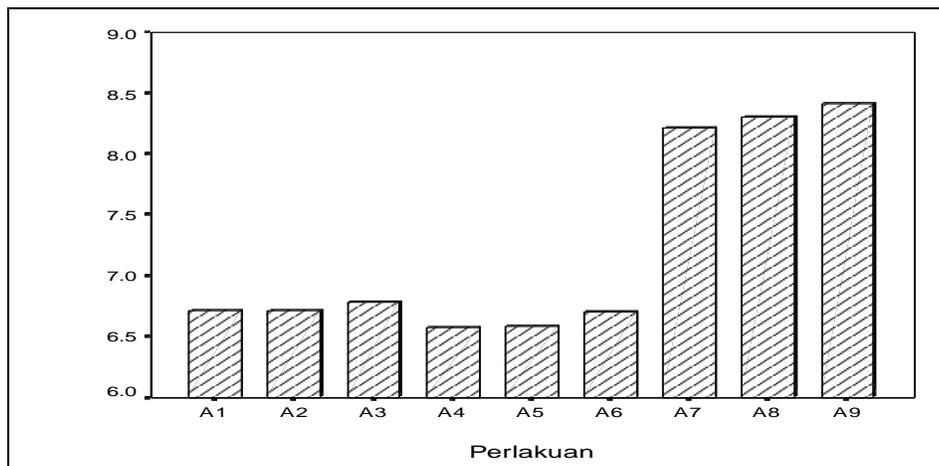
Gambar 3. Serat Kasar *Nata de Soya* dengan Variasi Kadar Inokulum dan Nitrogen

Kadar Serat

Berdasarkan pengukuran kadar serat, menunjukkan bahwa kadar serat terbesar dijumpai pada perlakuan dengan konsentrasi kacang hijau sebagai sumber N 300 ml dan kadar serat terkecil dijumpai pada perlakuan dengan kadar kacang hijau 100 dan 200 g/L (Tabel 1 dan Gambar 2). Besar kecilnya kadar serat dipengaruhi oleh kandungan N dalam medium. Semakin besar kadar N maka semakin besar pula kadar serat dalam *nata*. Nitrogen dalam medium akan dimanfaatkan oleh *A. xylinum* untuk pembentukan sel-sel baru. Semakin banyak sel yang terbentuk akan memungkinkan pembentukan serat *nata* yang lebih banyak (Jutono *et al.*, 1975).

Kekenyalan

Pengamatan kekenyalan pada *nata* (Tabel 1) diperoleh bahwa perlakuan dengan kadar kacang hijau 300 ml cenderung lebih kenyal daripada perlakuan dengan kadar kacang hijau 100 dan 200 ml. Perlakuan A₉ memiliki tingkat kekenyalan yang paling besar dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu sebesar 8,42 mm. Menurut Hubies *et al.* (1996), perbandingan antara kadar serat dan kekenyalan adalah berbanding lurus, artinya semakin banyak kandungan serat maka semakin kenyal tekstur *nata*. Berdasarkan data yang diperoleh, kekenyalan dan serat kasar pada *nata* dengan perlakuan A₁-A₃, A₄-A₆, dan A₇-A₉ mengalami peningkatan (Gambar 4).



Gambar 4. Kekenyalan *Nata de Soya* dengan Variasi Kadar Inokulum dan Nitrogen

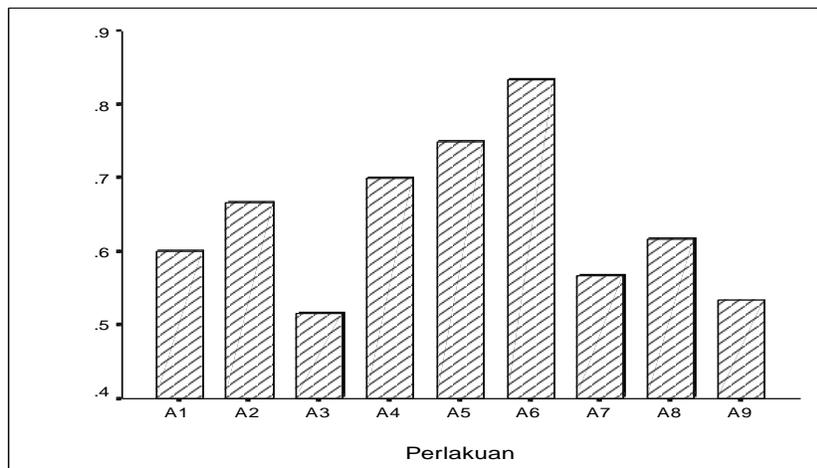
Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa hubungan kekenyalan dan serat kasar tidak selalu berbanding lurus, walaupun kandungan N dalam medium lebih besar. Menurut Widia (1984), penurunan kekenyalan disebabkan terbentuknya ikatan antara unsur N dengan prekursor polisakarida yang mempunyai struktur polimer yang longgar, sehingga walaupun N dapat meningkatkan jumlah serat, tapi karena strukturnya longgar maka kekenyalan *nata* menjadi rendah.

Ketebalan

Ketebalan *nata* tertinggi terlihat pada medium *whey* dengan perlakuan N sebesar 200 ml (A₆= 0,83 cm), sedangkan ketebalan terendah ada pada perlakuan dengan kadar N

300 ml (A₉= 0,53 cm). Namun, secara statistik ketebalan antarperlakuan tidak berbeda nyata ($\alpha=0,05$).

Gambar 5 memperlihatkan perlakuan A₃ dan A₉ dengan ketebalan terendah di antara kelompok perlakuan yang sama. Hal ini disebabkan pada perlakuan A₃ kadar inokulum yang ditambahkan sebesar 50 ml/L sedangkan kadar N yang diberikan 300 g/L dan volume *whey* 1 L. Bila ketersediaan nutrisi dalam medium yang jumlah inokulumnya kecil terlalu banyak, maka nutrisi tersebut justru dapat bersifat toksik terhadap mikrobia, sehingga produksi *nata* tidak maksimal. Menurut Kemal dan Tarwiyah (2001), volume starter yang ditambahkan harus sebanding dengan volume medium yang diberikan pada mikrobia.



Gambar 5. Ketebalan *Nata de Soya* dengan Variasi Kadar Inokulum dan Nitrogen

Pada perlakuan A₉ ketebalan *nata* juga menurun. Hal ini disebabkan pada perlakuan A₉ kadar inokulum yang ditambahkan sebesar 150 ml dan kadar N yang ditambahkan 300 ml kacang hijau dengan volume *whey* 1 L. Kadar inokulum yang terlalu banyak (>10%) dan tidak diimbangi dengan ketersediaan nutrisi yang cukup, akan menyebabkan inokulum mengalami “kelaparan”. Hal inilah yang menyebabkan produksi *nata* pada perlakuan A₉ tidak optimal.

Kandungan N dalam Medium Sebelum dan Sesudah Pembentukan *Nata*

Nitrogen merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam pertumbuhan *A. xylinum*. Ketersediaan dan jenis sumber N yang digunakan dalam substrat pertumbuhan *A. xylinum* sangat menentukan kualitas dan kuantitas *nata* yang dihasilkan. Berdasarkan pengamatan kandungan N dalam masing-masing perlakuan dengan hasil statistik berbeda nyata untuk kandungan N sebelum dikultur dan tidak berbeda nyata untuk kandungan N sesudah dikultur (Tabel 1). Kandungan N yang paling besar diperoleh pada perlakuan A₉ yaitu 11,03 dan 15,46 mg/ml untuk sebelum dan sesudah kultur. Kandungan N paling rendah terjadi pada perlakuan A₁ yaitu 10,17 dan 14,83 mg/ml untuk sebelum dan sesudah kultur.

Kandungan N pada perlakuan A₉ cenderung tinggi karena kadar N yang

ditambahkan cukup banyak yaitu 300 g/L kacang hijau. Namun, perlakuan A₉ kurang dapat menghasilkan *nata* secara maksimal bila dibandingkan dengan perlakuan A₁ yang kandungan N-nya cenderung lebih rendah. Menurut Ekawaty (2004), kandungan N yang tinggi dalam medium pertumbuhan *A. xylinum* tidak selamanya dapat mengoptimalkan pertumbuhan bakteri tersebut. Kandungan N yang berlebih akan menghambat pertumbuhan bakteri dan akibatnya *nata* yang dihasilkan tidak maksimal.

Pengukuran kadar N sebelum dan sesudah pembentukan *nata de soya* berfungsi untuk mengetahui apakah N tersedia dalam medium digunakan secara maksimal atau tidak. Berdasarkan hasil yang diperoleh, kandungan N sesudah pembentukan *nata* mengalami peningkatan. Peningkatan kadar N dalam medium saat pemanenan dimungkinkan karena masih terdapat *A. xylinum* saat dilakukan pengukuran. Dilaporkan pula bahwa 14% dari berat sel adalah protein, yang juga banyak mengandung unsur N (Fardiaz, 1992; Tortora *et al.*, 2001).

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengamatan di atas, maka dapat ditarik simpulan: semakin tinggi kadar N dan inokulum yang ditambahkan dalam medium, maka semakin meningkat pula kadar air, kadar serat, kekenyalan, dan kandungan N dari *nata* yang dihasilkan.

Penambahan N dapat menghasilkan tebal rerata *nata* yang paling tinggi pada kadar kacang hijau 200 g/L dan pemberian inokulum yang menghasilkan rerata *nata* yang lebih tebal terjadi pada kadar inokulum 100 ml/L.

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, antara lain: Perlunya penelitian mengenai bahan dasar pembuatan *nata de soya* dan penggunaan sumber N alami selain kacang hijau, sehingga dapat menggantikan penggunaan N anorganik. Sentrifugasi medium setelah pemanenan *nata* perlu dilakukan sebelum mengukur N total untuk menghindari terukurnya kandungan N dari *A. xylinum*.

Ucapan Terima Kasih

Para peneliti mengucapkan terima kasih kepada pemilik Perusahaan Tahu "X" di Klaten yang telah memberikan air kecutan (*whey*) sebagai medium pembuatan *nata*. Terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Biologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan dukungan terhadap pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1997. *Nata Dibuat, Lingkungan Sehat*, www.Indomedia.com/intisari/1997/mei/nataso ya.htm, 26 Juni 2002.
- Anonim. 1998. *Pengolahan Pangan Tentang Pembuatan Nata de Soya*, www.ristek.go.id/ tentang pengolahan pangan/Nata de Soya, 16 Mei 2001.
- Ekawaty, A. 2004. *Kualitas dan Kuantitas Nata de Siwalan Pada Berbagai Kombinasi Sumber Nitrogen Ammonium Nitrat (NH₄NO₃) dan Ekstrak Kacang Tanah (Arachis hypogaea L.)*, Skripsi, Fakultas Biologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 213 hal.
- Gaspersz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*, Armico, Bandung.
- Girsang, P. dan Siahaan, D. 1992. *Kelayakkan Usaha Nata de Coco Menggunakan Molina, Manggar*. No 1 (15).
- Handayani, D. 1995. *Mempelajari Pengaruh Penggunaan Mill Juice Terhadap Laju Pertumbuhan dan Struktur Gel Nata de Coco di PP Great Giant Pineapple Company*, Laporan Kerja Lapangan, UGM, Yogyakarta.
- Hastuti, P. dan Raharjo, A.P. 1983. *Pengolahan Hasil Tanaman Serealia dan Palawija*, Direktorat Menengah Kejuruan Depdikbud, Jakarta.
- Hubies, M.E., Arsatmojo dan Suliantri. 1996. *Formulasi Pembuatan Nata de Pina*, *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*, 2 (4) : 32-39.
- Jutono, Hartadi, S., Kabium, S., Susanto, Judoro dan Suhardi. 1975. *Mikrobiologi Untuk Perguruan Tinggi*, Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Kartika dan Bambang. 1986. *Uji Indrawi*, Fakultas Teknologi Pertanian, UGM, Yogyakarta.
- Kemal dan Tarwiyah. 2001. *Nata de Cacao*, Dewan IPTEK dan Indusrti, Padang, Sumatera Barat.
- Lestari, R.S.E. 1994. *Memasyarakatkan Model Usaha Industri Nata De soya dalam Rangka Perwujudan Pengembangan Agroindustri Akrab Lingkungan*, *Majalah Pangan*. 20 (2) : 60-64.
- Marzuki, R. dan Rasyid. 2001. *Bertanam Kacang Hijau*, Penebar Swadaya, Jakarta, hal. 11-24.
- Muchtadi, T.R. 1997. *Nata de Pina*, *Majalah Pangan*. 33 (9) : 39-44.
- Nugerahani, I., Epriliati, I., Kusumawati, N. dan Matoetina, M. 1999. *Pengaruh Konsentrasi Inokulum Terhadap Sifat Fisikokimia Natta De Pinna*, *Jurnal Ilmiah Widya Mandala*, Tahun VI. No. 001, Surabaya.
- Parera, L.A.M. 2003. *Pengaruh Variasi Sumber Nitrogen Alami dan pH Awal Medium Terhadap Kualitas Nata de Coco*, Seminar Mahasiswa Fakultas Biologi Universitas Atma Jaya, Yogyakarta
- Rukmana, R. 1997. *Kacang Hijau*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Soeprapto. 2000. *Bertanam Kacang Hijau*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sudarmadji, S.R., Kasnidjo, Sardjono, Wibowo, J., Margino, S. dan Endang, S.R. 1989. *Mikrobiologi Pangan*, PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.
- Tortora, G.J., Funke, B.R. and Case, C.L. 2001. *Microbiology an Introduction*, Benjamin Cummings, an Imprint of Addison Wesley Longman, Inc, USA.
- Widia, I.W. 1984. *Mempelajari Pengaruh Penambahan Skim Milk Kelapa, Jenis Gula dan Mineral Dengan Berbagai Konsentrasi Pada Pembuatan Nata de Coco*, Skripsi, jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.