

ISSN 1411 - 3244

Edisi Volume 13/ No. 1/ April 2013
REKAYASA LINGKUNGAN
Jurnal STTL "YLH" Yogyakarta



diterbitkan oleh :
SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS 1 Jl. Janti KM. 4 Gedongkuning Yogyakarta
Terbit dua kali setahun : April - Oktober

Jurnal Rekayasa Lingkungan

Vol. 13 No. 1 April 2013

ISSN 1411 -

Jurnal Rekayasa Lingkungan

diterbitkan sejak tahun 2000 dengan frekuensi dua kali setahun setiap April dan Oktober, Jurnal ini merepresentasikan hasil-hasil penelitian, karya ilmiah maupun analisis kebijakan tentang lingkungan hidup dalam arti khususnya tentang rekayasa teknologi lingkungan.

Dewan redaksi menerima naskah dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Naskah yang dikirim harus orisinal dan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dipertimbangkan untuk publikasi lain. Setelah naskah dikoreksi, penulis diminta untuk menyerahkan satu copy naskah yang telah diperbaiki dan sebuah CD berisi naskah.

Penanggung Jawab :

Ketua STTL "YLH"

Pemimpin Umum :

Diananto Prihandoko, ST.,M.Si.
Dra. Lily Handayani, M.Si.

Dewan Redaksi :

Ketua :

Prof. Dr. Ir. Supranto

Anggota :

Prof. Dr. Ir. H. Chafid Fandeli
Prof. Dr. Ir. Sudarmadji, M.Eng, DipHe.
Drs. H. Nasirudin, M.S.
Dr. Ir. Nugroho

Mitra Bestari :

Dr. Ir. Andi Sungkowo, M.Si.

Redaksi Pelaksana :

Ir. Rita Dewi Triastianti, M.Si.
Iis Siti Munawaroh,SIP.

Naskah dikirim sebanyak 5 (lima) lembar. Naskah dikirim ke:

Redaksi Jurnal Rekayasa Lingkungan

Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan
Kampus 1 Jl. Janti Km. 4 Gedong
Yogyakarta

Telp : 0274 - 566863

Fax : 0274 - 566863

Harga Langganan (termasuk pengiriman)

Lembaga/ Intansi :

P. Jawa : Rp. 12.000,-/ eksemplar

Luar P. Jawa : Rp. 15.000,-/ eksemplar

Perorangan

P. Jawa : Rp. 10.000,-/ eksemplar

Luar P. Jawa : Rp. 12.500,-/ eksemplar

ISSN 1411 - 3244

1411 - 324

JURNAL REKAYASA LINGKUNGAN

diterbitkan oleh :

diturbitkan oleh :
SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN

Terbit dua kali setahun : April - Oktober

Vol. 13 No. 1 April 2013

DAFTAR ISI

ma naskah b maupun baha dikirim ada mah diterbitk tambangkan o naskah sel diminta un y naskah y ah CD berisi	Halaman
DAFTAR ISI	
<p>Pemanfaatan Kembali (reuse) Limbah Cair Tahu Dan Air Kelapa Untuk Produksi Makanan Berserat Tinggi Neh : Dewi Rahyuni, Nasirudin.....01 - 09</p> <p>Perubahan Komponen Lingkungan Di Sempadan Sungai Gajahwong Kota Yogyakarta Neh : Lily Handayani, Handri.....10 - 33</p> <p>Kelolaan Sampah Menggunakan Pendekatan Zonasi Permukiman Di Kota Yogyakarta Neh : Rita Dewi Triastianti, Nasirudin.....34 - 46</p> <p>okulasi Mikoriza Dan Penambahan Bahan Organik Sebagai Bahan Penenah Tanah Pasir Untuk Penanaman Bawang Merah (allium Cepa) Neh : Akhsin Zulkoni, Dewi Rahyuni, Nasirudin.....47 - 56</p> <p>termasuk ong emanfaatan Pasir Pantai Untuk Perbaikan Kualitas air Sumur Gali Neh : Warniningsih.....57 - 68</p> <p>000; / eksempl 000; / eksempl 000; / eksempl 000; / eksempl 000; / eksempl anggulangan Kemiskinan Melalui Pengembangan Wisata Kiat Khusus Di Hutan Wisata Plawangan Turgo, Taman Nasional Gunung Merapi Neh : Agus Suyanto.....69 - 80</p> <p>entuan Penulisan Naskah.....81</p>	



SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN (STTL)

TERAKREDITASI

SK. BAN Nomor : 047/BAN-PT/Ak-XIV/S1/XII/2011

ALAMAT : KAMPUS I : JALAN JANTI KM. 4, GEDONGKUNING, YOGYAKARTA, TELP. & FAX. : (0274) 566863
KAMPUS II : WINONG, TINALAN, KOTAGEDE, YOGYAKARTA, TELP. : (0274) 371270
Website : www.sttl-ylh.ac.id Email : info@sttl-ylh.ac.id

SURAT KETERANGAN No : 1.241 /STTL/Ket/IV/2013

Yang bertanda tangan dibawah Ketua Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yogyakarta, dengan ini menerangkan bahwa nama-nama tersebut dibawah ini :

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Ketua STTL | : Penanggung Jawab |
| 2. Diananto Prihandoko, ST, M.Si. (STTL Yogyakarta) | : Pemimpin Umum |
| 3. Dra. Lily Handayani, M.Si. (STTL Yogyakarta) | : Pemimpin Umum |
| 4. Prof.Dr.Ir. Supranto (UPN Veteran Yogyakarta) | : Ketua Dewan Redaksi |
| 5. Prof.Dr.Ir.H. Chafid Fandeli (STTL Yogyakarta) | : Anggota |
| 6. Prof.Dr.Ir. Sudarmadji, M.Eng,Dip.HE. (UGM) | : Anggota |
| 7. Drs. H. Nasirudin, MS. (STTL Yogyakarta) | : Anggota |
| 8. Dr.Ir. Nugroho (Universitas Lampung) | : Anggota |
| 9. Dr.Ir. Andi Sungkowo (UPN Veteran Yogyakarta) | : Mitra Bestari |
| 10. Ir. Rita Dewi Triastanti, M.Si. (STTL Yogyakarta) | : Redaksi Pelaksana |
| 11. Iis Siti Munawaroh, SIP. (STTL Yogyakarta) | : Redaksi Pelaksana |

Adalah Tim Personalia Jurnal Rekayasa Lingkungan, ISSN 1411-3244 , yang diterbitkan oleh Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yogyakarta.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, April 2013

Ketua
Prof. Dr. Ir. H. Chafid Fandeli

PEMANFAATAN KEMBALI (REUSE) LIMBAH CAIR TAHU DAN AIR KELAPA UNTUK PRODUKSI MAKANAN BERSERAT TINGGI

**Dewi Rahyuni
Nasirudin**

Abstrak

Telah dilakukan penelitian yang berjudul ‘Pemanfaatan kembali (reuse) limbah cair tahu dan air kelapa untuk produksi makanan berserat tinggi’. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatan limbah cair tahu dan air kelapa sebagai bahan baku pembuatan makanan berserat tinggi (nata), serta mencari kadar gula optimum yang bisa menghasilkan nata terbaik.

Percobaan dilakukan pada skala laboratorium yang disusun menggunakan rancangan faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan yang diuji adalah jenis bahan, meliputi limbah cair tahu 100%, limbah cair tahu 75% dan air kelapa 25%; limbah cair tahu 50% dan air kelapa 50%, limbah cair tahu 25% dan air kelapa 75%, serta air kelapa 100%; dengan kadar gula yang terdiri dari 0 %, 5 %, 10 % dan 15 %. Parameter yang dianalisis yakni tebal, berat basah, kadar serat dan kadar protein nata yang terbentuk. Data pengamatan dianalisis statistik memakai analisis keragaman dengan α 1 % dan α 5 %, dilanjutkan uji DMRT α 5 % bila ada perbedaan yang nyata.

Fermentasi limbah cair tahu dan air kelapa oleh bakteri *Acetobacter xylinum* memerlukan waktu tujuh hari. Berdasar analisis keragaman α 1 %, terbukti bahwa ada pengaruh yang sangat signifikan antara jenis bahan dan kadar gula dengan kualitas nata yang terbentuk. Air kelapa menghasilkan nata lebih baik dibanding limbah cair tahu. hal ini terjadi karena dalam air kelapa mengandung lebih banyak karbohidrat dibanding limbah cair tahu. Oleh karena itu, air memerlukan penambahan sedikit gula, sedangkan limbah cair tahu membutuhkan gula lebih banyak untuk mencukupi kebutuhan energi bagi bakteri. Kadar gula optimum pada perlakuan air kelapa adalah 5%, menghasilkan nata dengan tebal 13 mm, berat 321,67 mg, kadar serat 1,2858%, kadar protein 0,3761%, sedangkan pada perlakuan limbah cair tahu kadar gula optimum adalah 15%, mampu membentuk nata dengan tebal 4,3 mm, berat 14,33 mg, kadar serat 0,0908% dan kadar protein 0,0494%. Pada perlakuan dengan kombinasi kedua bahan, ternyata makin banyak persentase air kelapa, maka nata yang terbentuk makin tebal dan berat dengan kadar serat dan kadar protein yang lebih tinggi.

Kata kunci: limbah cair tahu, air kelapa, gula, *Acetobacter xylinum*, nata

REUSE OF WASTE WATER TAHU AND COCONUT WATER TO PRODUCE HIGH FIBER FOODS

Abstract

A study entitled 'Reuse of tahu waste water and coconut water for the production of high-fiber foods'. This study aims to reuse tahu waste water and coconut water as raw materials for making high-fiber foods (nata), and to find the optimum sugar levels that can produce the best nata.

The experiments were performed on a laboratory scale and were prepared using factorial design with three replications. The treatments tested were types of materials, including 100% tahu waste water, 75% tahu waste water and 25% coconut water; 50% wastewater tahu and 50% coconut water, tahu wastewater 25% and 75% coconut water and 100% coconut water, with a sugar content consisting of 0%, 5%, 10% and 15%. Parameters analyzed the thickness, wet

¹ Tulisan ini sudah diseminarkan di Forum Bulanan STTL

² Abstact ini telah di periksa oleh ICEE (International Center For English Excellence)

weight, fiber content and protein content of the nata formed. Observational data was analyzed statistically using analysis of diversity with α 1% and α 5%, α being followed by a DMRT 5% test if there were significant differences.

*The fermentation of tahu wastewater and coconut water by bacteria *Acetobacter xylinum* takes seven days. Based on the analysis of the diversity of α 1%, it is evident that there is a very significant influence among the types of materials and the quality nata sugar formed. Coconut water is better than tahu wastewater for producing nata.. This happens because the coconut water contains more carbohydrates than the liquid waste of tahu. Therefore, the water requires the addition of a little sugar, while the liquid waste of tahu requires more sugar to meet the energy needs for optimum sugar. The concentration of the coconut water treatment is 5%, producing nata that is 13 mm thick, weighing 321.67 mg, with levels of fiber at 1.2858% and 0.3761% protein content, whereas in the treatment of tahu wastewater, optimum sugar levels are at 15%, and are able to form nata that is 4.3 mm thick, weighs 14.33 mg, 0.0908% and fiber content levels of 0.0494% protein. On treatment with a combination of the two materials, it was discovered that as the percentage of coconut water content is raised the nata formed is increasingly thick with a heavy fiber content and a higher protein content.*

Keynote: tahu waste water,coconut water,sugar, *Acetobacter xylinum*, nata

I. PENDAHULUAN

Mulai tahun 1990, pengelolaan lingkungan berorientasi pada upaya pencegahan atau preventif, dengan prinsip produksi bersih (*cleaner production*) yang dikembangkan sebagai suatu pendekatan preventif yang bersifat terpadu dan operasional. Penerapan produksi bersih sebagai upaya preventif telah mengutungkan bagi para pelaku industri maupun bagi lingkungan hidup (Bratasida. 1998).

Limbah cair tahu (*whey*) ternyata masih mengandung air 98,007 %, kadar pati 0,0097 %, kadar abu 0,2086 % dan nitrogen 0,1568 % (www.untukku.com). Limbah cair ini dapat menimbulkan bau yang tidak sedap pada perairan bila hanya dibuang begitu saja tanpa pengolahan. Demikian pula air kelapa juga mempunyai kandungan karbohidrat tinggi. Hal tersebut yang mendasari penelitian ini perlu dilakukan, karena karbohidrat yang ada dalam limbah cair tahu dan air kelapa akan difерментasikan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* menjadi selulosa yang terbentuk di permukaan

media berupa lapisan padat seperti agar–agar dan kekenyalannya menyerupai kolang – kaling, berwarna putih, transparan dan kenyal. Bahan ini yang disebut dengan nata. Nata mempunyai kandungan gizi rendah, tetapi kadar serta tinggi, sehingga baik untuk diet dan melancarkan buang air besar (BAB).

Pada proses fermentasi, bakteri *Acetobacter xylinum* memerlukan gula sebagai sumber energinya. Sehubungan hal tersebut, maka pada penelitian ini juga akan ditambahkan gula pada berbagai kadar, untuk ditentukan kadar optimal bagi proses produksinya.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah memanfaatkan limbah cair tahu dan air kelapa untuk membuat makanan berserat tinggi. Sedangkan target luaran yang ingin dicapai adalah terciptanya lingkungan yang bersih dan peningkatan derajat kesehatan masyarakat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pola pendekatan produksi bersih dalam melakukan minimalisasi limbah yaitu dengan konsep 4-R,

yakni *reduce* (pengurangan), *reuse* (pakai ulang), *recycle* (daur ulang), *reclaim* (pungut ulang). *Reduce* adalah upaya mengurangi timbulan limbah yang dihasilkan dalam kegiatan produksi. Upaya *reduce* dapat dilakukan dengan mengurangi penggunaan air produksi, diversifikasi penggunaan energi, diversifikasi penggunaan bahan baku dan penggantian teknologi produksi. *Reuse* adalah upaya untuk menggunakan bahan / barang yang telah terpakai. Upaya *reuse* dapat dilakukan dengan pembersihan / pencucian bahan / barang yang seharusnya telah dibuang dapat dipakai lagi. *Recycle* adalah upaya mendaur bahan-bahan dalam siklus kegiatan produksi. Upaya *recycle* dapat dilakukan dengan pengerajan pengemasan dilakukan di atas penampung, sehingga bahan-bahan utama dapat dipakai lagi dan tidak terbuang. *Reclaim* adalah upaya mengambil bahan -bahan yang masih mempunyai nilai ekonomi untuk diproses dan digunakan kembali (Panderson, 1971).

Tahu yang berbahan baku kedelai dalam 100 kg akan menghasilkan limbah cair 1,5 – 2 m², bila dibuang langsung ke lingkungan akan menyebabkan pencemaran dan bau yang tidak sedap karena limbah cair tahu mengandung bahan organik tinggi. Syah (1988 dalam Prasetyati, 1998) mengemukakan bahwa limbah cair tahu mempunyai komposisi : air sebanyak 99,007 %, kadar pati 0,0097 %, kadar abu 0,2086 % dan nitrogen 0,1568 %. Limbah cair tahu dapat menimbulkan bau yang tidak sedap (busuk) sehingga sering menimbulkan protes penduduk di sekitar pabrik. Sungai yang menerima

aliran limbah cair tahu juga mengalami penurunan mutu.

Satu buah kelapa rata-rata mengandung sekitar 200 ml air kelapa(Jumlah ini dipengaruhi oleh ukuran kelapa, varietas, kematangan, dan kesegaran kelapa). Zat-zat penting yang terkandung adalah: 1) Karbohidrat, merupakan komponen yang terpenting, terdiri dari glukosa, fruktosa, sukrosa, sorbitol, 3-inositol dan galaktosa, komposisi kimianya bervariasi tergantung pada jenis kelapa dan lingkungan hidupnya. Air kelapa memiliki kandungan serat 1.1g *dietary fibre* per 100g. Sejumlah kecil manitol terdapat dalam air kelapa basi yaitu air kelapa yang tersimpan selama beberapa waktu setelah dikeluarkan dari buahnya; 2) Vitamin, Air kelapa dari buah matang mengandung sejumlah kecil vitamin yaitu asam askorbat (vitamin C) 0,7-3,7 /100 g air buah, asam nikotinat 0,64 g/ml, asam panthotenat 0,52 g/ml, biotin 0,02 g/ml, riboflavin 3,01 gr/ml dan asam folat 7,003 g/ml.; selain itu terdapat sejumlah kecil tiamin dan piridoksin; 3) Trace elements, yang terdapat dalam air kelapa selain K adalah: Na, Ca, Mg, Fe, Cu, P, S dan Cl; 4) protein,di dalam air kelapa adalah 0.72 protein per 100g, 5) Lemak; dan 6) Asam Amino, Asam amino bebas dalam air kelapa sebanyak 4,135 g/100 mg (www.untukku.com).

Limbah cair tahu dan air kelapa bisa difermentasi menjadi makanan berserat tinggi melalui proses fermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Sifat spesifik dari bakteri ini adalah kemampuannya untuk membentuk selaput tebal pada permukaan cairan fermentasi, yang ternyata adalah

komponen selulosa yang lebih lanjut disebut nata (Rahayu dkk, 1993). *Acetobacter xylinum* mampu mensintesa selulosa dengan menggunakan glukosa dan fruktosa sebagai sumber karbon. Kondisi yang dibutuhkan adalah kondisi aerob (membutuhkan oksigen). Asam glukonat dan gliserol merupakan prekusor dalam pembuatan selulosa (Bergery's, 1984). Menurut Alaban (1992), percusor (penciri *nata*) dalam pembentukan selulosa oleh *Acetobacter xylinum* ialah Urasil Difosfoglukosa (UDPG). Bakteri ini dalam kondisi yang optimum memiliki kemampuan yang luar biasa untuk memproduksi slime sehingga slime tersebut terlepas dari sel vegetatif bakteri dan terapung-apung di permukaan medium. Gelembung-gelumbang CO₂ yang dihasilkan selama fermentasi mempunyai kecenderungan melekat pada jaringan selulosa ini sehingga menyebabkan jaringan tersebut terangkat ke permukaan cairan.

III. METODA PENELITIAN

Percobaan dilakukan pada skala laboratorium yang disusun menggunakan rancangan faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan yang diuji adalah jenis bahan, meliputi limbah cair tahu 100%, limbah cair tahu 75% dan air kelapa 25%; limbah cair tahu 50% dan air kelapa 50%, limbah cair tahu 25% dan air kelapa

75%, serta air kelapa 100%; dengan kadar gula yang terdiri dari 0 %, 5 %, 10 % dan 15 %. Parameter yang dianalisis yakni tebal, berat basah, kadar serat dan kadar protein nata yang terbentuk. Data pengamatan dianalisis statistik memakai analisis keragaman dengan α 1 % dan α 5 %, dilanjutkan uji DMRT α 5 % bila ada perbedaan yang nyata.

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan melalui percobaan pembuatan nata yang berbahan limbah cair tahu dan air kelapa, baik masing-masing bahan maupun campuran keduanya dalam berbagai konsentrasi. Pada proses fermentasi, bakteri *Acetobacter xylinum* memerlukan gula sebagai sumber energinya. Sehubungan hal tersebut, maka pada penelitian ini juga ditambahkan gula pada berbagai kadar, untuk menentukan kadar optimal bagi proses produksinya.

A. Tebal nata

Pada hakekatnya *nata* adalah *slime* (menyerupai kapsul) dari sel bakteri yang kaya selulosa yang diproduksi dari glukosa oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dalam kondisi aerob. Tebal nata yang terbentuk pada masing-masing perlakuan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata tebal nata (mm) dari berbagai perlakuan

Kadar gula (%)	Limbah cair tahu (%) : air kelapa (%)				
	A (100:0)	B (75:25)	C (50:50)	D (25:75)	E (0:100)
0	2,33a	4,67d	8,67h	9,67j	11,67m
5	3,67b	6,67f	9,33i	10,67l	13,00n
10	4,30c	6,30e	8,00g	8,67h	10,33k
15	4,30c	6,00e	6,67f	7,33f	7f

Catatan: huruf kecil yang sama di belakang nilai rerata menunjukkan tidak ada beda antara satu dengan yang lain berdasar uji DMRT α 5%.

Berdasar analisis keragaman α 1%, jenis bahan dan gula berpengaruh sangat sigifikan terhadap pembentukan nata. Tabel 1 menunjukkan bahwa air kelapa merupakan bahan pembuatan nata yang lebih baik daripada limbah cair tahu. Artinya, air kelapa bisa menjadi medium fermentasi yang menyediakan kondisi lebih sesuai bagi bakteri *Acetobacter xylinum* dibanding air kelapa, karena di dalam air kelapa terkandung berbagai macam gula yang menjadi sumber energi bagi bakteri. Hal ini terlihat pada perlakuan E, dengan pemakaian gula sebesar 5% telah menghasilkan nata paling tebal (13 mm). Namun pada perlakuan A,

penggunaan gula 10% belum memacu bakteri untuk membentuk nata. Pada perlakuan ini tebal nata hanya mencapai 4,3 mm. Untuk perlakuan yang berbahan campuran, terlihat bahwa penambahan gula ke dalam limbah cair tahu sangat membantu fermentasi nata. Makin besar persentase air kelapa, makin tebal nata yang terbentuk.

B. Berat nata

Ketebalan nata yang terbentuk dari fermentasi limbah cair tahu dan air kelapa ternyata diikuti dengan berat basahnya. Semakin tebal, maka berat basah nata semakin besar pula.

Table 2. Rata-rata berat basah nata (mg) pada berbagai perlakuan

Kadar gula (%)	Limbah cair tahu (%) : air kelapa (%)				
	A (100:0)	B (75:25)	C (50:50)	D (25:75)	E (0:100)
0	4,67a	76,67b	200,00f	261,67j	291,67k
5	7,00a	118,33d	230,00h	293,33k	321,67l
10	10,33b	165,00d	200,00f	213,33g	253,33ij
15	14,33b	173,33de	183,33e	128,33c	126,67c

Catatan: huruf kecil yang sama di belakang nilai rerata menunjukkan tidak ada beda antara satu dengan yang lain berdasar uji DMRT α 5%.

Berdasarkan perhitungan statistik yang dilanjutkan uji DMRT α 5%, bahan serta kadar gula memberikan hasil yang berbeda sangat nyata terhadap berat basah nata. Pada Tabel 2 tampak bahwa berat basah nata yang terbuat dari 100% limbah cair tahu (A) berkisar antara 4,67 g – 14,33 g, pada penambahan gula yang bervariasi. Hal ini menggambarkan bahwa nata tersebut hanya terdiri dari sangat sedikit slime, sehingga sebagian besar masih berupa air. Kondisi ini terjadi karena limbah cair tahu mengandung karbohidrat yang sangat sedikit, tidak ada sumber energi bagi bakteri untuk memfermentasi limbah. Penambahan gula sebesar 15% terbukti belum mampu meningkatkan pembentukan slime, karena masih menunjukkan hal yang sama dengan perlakuan tanpa penambahan gula.

Hasil yang sangat berbeda terjadi pada perlakuan menggunakan 100% air kelapa. Bakteri *Acetobacter xylinum* memperoleh sumber nutrisi dan energi yang cukup, yang berasal dari kandungan air kelapa. Tanpa penambahan gulapun, nata yang terbentuk telah memiliki berat basah yang tinggi, yaitu rata-rata 291,67 g. Berat basah maksimum terjadi pada perlakuan 100% air kelapa (E) dengan penambahan gula 5%, yaitu rata-rata 321,67 g, sejalan dengan

ketebalan nata yang maksimum pula. Penambahan gula yang lebih banyak lagi justru menghambat proses fermentasi bakteri. Gula yang berlebihan menyebabkan air kelapa menjadi lebih pekat/kental. Kepekatan air kelapa ini mengakibatkan sel-sel bakteri lisis sehingga banyak yang mati.

Bahan campuran antara limbah cair tahu dan air kelapa juga berpengaruh sangat signifikan terhadap berat basah nata. Campuran yang berbahan air kelapa lebih banyak menghasilkan nata yang lebih berat.

C. Kadar serat

Serat dalam *nata de soya* yang terbanyak adalah selulosa, yang membentuk lapisan padat, berwarna putih (seperti air susu), kenyal, terapung di permukaan médium fermentasi. Fermentasi limbah cair tahu tanpa penambahan gula ternyata mangandung kadar serat yang rendah, rata-rata 0,0090%, ini menunjukkan bahwa karbohidrat yang terkandung di dalam limbah cair tahu belum cukup digunakan sebagai sumber energi oleh bakteri. Penambahan gula berdampak positif bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri sampai batas tertentu.

Table 3. Rata-rata kadar serat (%) pada berbagai perlakuan

Kadar gula (%)	Limbah cair tahu (%) : air kelapa (%)				
	A (100:0)	B (75:25)	C (50:50)	D (25:75)	E (0:100)
0	0,0090a	0,0394d	0,5350e	0,8327g	0,9984h
5	0,0360b	0,5070e	0,6269f	0,9345h	1,2858i
10	0,0549c	0,4891d	0,6682f	0,7473g	1,0003i
15	0,0908d	0,5042e	0,5866f	0,6938g	0,9997h

Catatan: huruf kecil yang sama di belakang nilai rerata menunjukkan tidak ada beda antara satu dengan yang lain berdasar uji DMRT α 5%.

Perhitungan statistik menggunakan analisis keragaman α 5% menunjukkan ada pengaruh sangat nyata antara gula dan nata pada perlakuan 100% limbah cair tahu (A). Makin banyak gula yang ditambahkan ke dalam bahan, makin tinggi kandungan kadar serat dalam nata. Kadar gula 5% telah meningkatkan kadar serat dalam nata sebesar 0,0270% dari kontrol (0,0090%) menjadi 0,0360%; kadar gula 10% mencapai 0,0549% (ada kenaikan 0,0459% dari control) dan kadar 15% mengandung 0,0908% (selisih 0,0818%).

Serat kasar terbanyak dikandung oleh nata yang berbahan baku 100% air kelapa. Uji DMRT α

5%. Penggunaan gula 15% menghasilkan kadar serat nata yang sama dengan kontrol (tanpa gula/0%). Hal ini memperlihatkan bahwa pertumbuhan dan aktivitas bakteri pada kedua perlakuan ini sama. Gula sebanyak 15% membuat bakteri mengalami lisis, sehingga jumlah bakteri yang bisa hidup tinggal sedikit, kurang lebih sama dengan jumlah bakteri yang bertahan di perlakuan 0% gula. Kandungan serat dalam nata untuk perlakuan gula 0% dan 15% adalah 0,998% dan 0,999%. Selisih kadar serat antara nata berbahan 100% air kelapa dan 100% limbah cair kelapa tanpa penambahan gula mencapai 0,9894%.

D. Kadar protein

Table 4. Rata-rata kadar protein (%) pada berbagai perlakuan

Kadar gula (%)	Limbah cair tahu (%) : air kelapa (%)				
	A (100:0)	B (75:25)	C (50:50)	D (25:75)	E (0:100)
0	0,0067a	0,0409b	0,0682b	0,0924e	0,1009f
5	0,0089a	0,0584b	0,0790c	0,1485h	0,3761 i
10	0,0366b	0,0657b	0,0713b	0,1075e	0,1115 g
15	0,0494b	0,0716b	0,0564b	0,0812d	0,0746b

Catatan: huruf kecil yang sama di belakang nilai rerata menunjukkan tidak ada beda antara satu dengan yang lain berdasar uji DMRT α 5%.

Kadar gula optimum yang ditambahkan ke dalam air kelapa adalah 5%. Penambahan gula lebih banyak lagi (10%) tidak berpengaruh nyata terhadap kadar serat, masing-masing 2,2858% dan 1,0003%. Penambahan gula sebesar 5% (dari 5% menjadi 10%) ke dalam air kelapa tidak mensuplai kebutuhan energi secara signifikan bagi bakteri, sehingga aktivitasnya relatif sama dengan bakteri yang tumbuh pada médium fermentasi dengan gula 5%. *Nata* selain mengandung selulosa, juga mengandung protein yang sangat bermanfaat bagi tubuh. Hasil analisis kadar protein selengkapnya ditampilkan dalam Tabel 4. Limbah cair tahu dan air kelapa serta gula mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar protein dalam nata yang terbentuk (berdasar analisis keragaman α 5%).

Pada Tabel 4 tampak jelas bahwa kadar protein dalam nata yang terbuat dari bahan limbah cair tahu 100% sangat rendah dengan nilai rata-rata antara 0,0067% - 0,0366%. Berbeda dengan perlakuan yang menggunakan air kelapa 100%, nata yang terbentuk mengandung protein yang cukup tinggi, seiring dengan jumlah gula yang dimasukkan ke dalam bahan. Medium fermentasi yang berupa campuran kedua bahan, perlakuan D (limbah cair tahu 25% dan air kelapa 75%) merupakan kombinasi bahan yang paling baik diantara kombinasi lainnya. Hal ini bisa dipahami karena makin besar persetase air kelapa, makin banyak kandungan gula, sehingga fermentasi berjalan makin cepat. Oleh karenanya nata yang terbentuk makin banyak termasuk protein.

Limbah cair tahu dan air kelapa bisa difermentasi menjadi makanan berserat tinggi melalui proses fermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Sifat spesifik dari bakteri ini adalah kemampuannya untuk membentuk selaput tebal pada permukaan cairan fermentasi, yang ternyata adalah komponen selulosa yang lebih lanjut disebut nata (Rahayu dkk, 1993). Kondisi yang dibutuhkan adalah kondisi aerob (membutuhkan oksigen). Asam glukonat dan gliserol merupakan prekusor dalam pembuatan selulosa (Bergey's, 1984). Menurut Alaban (1992), percusor (penciri *nata*) dalam pembentukan selulosa oleh *Acetobacter xylinum* ialah Ursil Difosfoglukosa (UDPG). Bakteri ini dalam kondisi yang optimum memiliki kemampuan yang luar biasa untuk memproduksi slime sehingga slime tersebut terlepas dari sel vegetatif bakteri dan terapung-apung di permukaan médium. Gelembung-gelembung CO₂ yang dihasilkan selama fermentasi mempunyai kecenderungan melekat pada jaringan selulosa ini sehingga menyebabkan jaringan tersebut terangkat ke permukaan cairan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian, analisis statistik dan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Jenis limbah dan gula berpengaruh sangat signifikan terhadap pembentukan nata, dan terjadi interaksi antara keduanya.

2. Air kelapa menghasilkan nata lebih baik dibanding limbah cair tahu.
3. Kadar gula optimum pada perlakuan air kelapa adalah 5%, menghasilkan nata dengan tebal 13 mm, berat 321,67 mg, kadar serat 1,2858%, kadar protein 0,3761%, sedangkan pada perlakuan limbah cair tahu kadar gula optimum adalah 15%, mampu membentuk nata dengan tebal 4,3 mm, berat 14,33 mg, kadar serat 0,0908% dan kadar protein 0,0494%.
4. Pada perlakuan dengan kombinasi kedua bahan, ternyata makin banyak persentase air kelapa, maka nata yang terbentuk makin tebal dan berat dengan kadar serat dan kadar protein yang lebih tinggi.

B. Saran

Masih perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kadar gula yang dibutuhkan bakteri *Acetobacter xylinum*untuk memfermentasi limbah cair tahu agar terbentuk nata yang tebal dengan kadar serat maupun kadar protein lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Alaban, C.A. 1962. *Studies on the optimum condition for nata de cocoo bacterium or nata formation coconut water.* Philipine Agriculture, Manila

- Anonim. 1998. Program produksi bersih di Indonesia. BAPEDAL. Jakarta
- Bergey's Manual. 1984. *Bergey's manual of systematic bacteriology* volume 1. Williams and Wilkins, Baltimor/London.
- Brastasida, L. 1999. Strategi Bapedal dalam pelaksanaan produksi bersih. Dinas Perindagkop Propinsi DIY. Yogyakarta.
- Budiyanto, M.A.K. 2003. *Mikrobiologi terapan.* UMM Press Malang
- Metcalf & Eddy. 1991. *Wastewater engineering treatment, disposal, and reuse.* Third edition. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Panderson *et al.*, 1971. *Microbiology of food fermentations.* The Avi Publishing Company.Inc New York.
- Potter, C. 1994. *Limbah cair berbagai industri di Indonesia. Sumber pengendalian dan baku mutu.* EMDI BAPEDAL. Jakarta
- Purwanto. 2003. Produksi bersih untuk daya saing Indonesia. Training of the trainers (TOT).Dinas Perindagkop Propinsi DIY. Yogyakarta.
- Rahayu, E.S, Retno, I, Tyas, U, Enis, H, & C. Nur. 1993. *Bahan pangan hasil fermentasi.* PAU pangan dan Gizi UGM Yogyakarta.
www.untukku.com.

**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH**

Judul: Pemanfaatan Kembali (Reuse) Limbah Cair Tahu dan Air Kelapa Untuk Produksi Makanan Berserat Tinggi

Penulis Jurnal Ilmiah : Dewi Rahyuni, Nasirudin

Identitas Jurnal Ilmiah : a. Nama Jurnal : Jurnal Rekayasa Lingkungan Volume 13/ No.1/2013
 (ISSN :1411-3244)
 b. Nomor/Volume : 1/13
 c. Edisi (bulan/tahun) : April 2013
 d. Penerbit : STTL
 e. url dokumen :

Penilaian *peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah					Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional Bereputasi	Internasional	Nasional Terakreditasi	Nasional Tidak Terakreditasi	Nasional Terindeks DOAJ	
a. Kelengkapan unsur isi buku (10%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
c. Kecukupan dan kemutahiran data/informasi dan metodologi (30%)				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
d. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit (30%)				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Total = (100%)						40% x 10
Kontribusi Pengusul (Penulis						4
Komentar Peer Review	1.Tentang kelengkapan unsur isi buku <i>Standar Sesuai harap</i>	2.Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan <i>Terpenuhi Sesuai topik</i>	3.Tentang kecukupan dan kemutahiran data/informasi dan metodologi..... <i>Informatif dan Valid</i>	4.Tentang Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit..... <i>Diterbitkan dalam jurnal yang baik</i>		

Yogyakarta, Desember 2020

Reviewer 1

(Irene Arum A.S, ST, MT)

NIK/NIDN : 95091/0512057001

Jabatan : Lektor-300 AK

Unit kerja : Institut Teknologi Yogyakarta

**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : JURNAL ILMIAH**

Judul: Pemanfaatan Kembali (Reuse) Limbah Cair Tahu dan Air Kelapa Untuk Produksi Makanan Berserat Tinggi

Penulis Jurnal Ilmiah : Dewi Rahyuni, Nasirudin
 Identitas Jurnal Ilmiah : a. Nama Jurnal : Jurnal Rekayasa Lingkungan Volume 13/ No.1/2013
 (ISSN :1411-3244)
 b. Nomor/Volume : 1/13
 c. Edisi (bulan/tahun) : April 2013
 d. Penerbit : STTL
 e. url dokumen :

Penilaian *peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Jurnal Ilmiah					Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional Bereputasi <input type="checkbox"/>	Internasional <input type="checkbox"/>	Nasional Terakreditasi <input type="checkbox"/>	Nasional Tidak Terakreditasi <input checked="" type="checkbox"/>	Nasional Terindeks DOAJ <input type="checkbox"/>	
a. Kelengkapan unsur isi buku (10%)				1		1
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)				3		3
c. Kecukupan dan kemutahiran data/informasi dan metodologi (30%)				3		3
d. Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit (30%)				3		3
Total = (100%)						40% x 10
Kontribusi Pengusul (Penulis						A
Komentar Peer Review	1.Tentang kelengkapan unsur isi buku <i>Buku Yang digunakan Sudah Sesuai</i>	2.Tentang ruang lingkup dan kedalaman pembahasan <i>Sesuai dengan Topik Yang digunakan</i>	3.Tentang kecukupan dan kemutahiran data/informasi dan metodologi..... <i>Penulisan Sudah Sesuai</i>	4.Tentang Kelengkapan unsur dan kualitas penerbit..... <i>Berkualitas ada Pakar Lingkungan</i>		

Yogyakarta, Desember 2020

Reviewer 2

(Retno Suseyanyingsih, ST, MP)
 NIK/NIDN : 95090/0510037101
 Jabatan : Lektor 300 AK
 Unit kerja : Institut Teknologi Yogyakarta

