

KAJIAN AWAL PEMANFAATAN LIMBAH TEPUNG TAPIOKA SEBAGAI SUBSTRAT PEMBUATAN NATA

*(Pre-eliminary Study of Useful of Cassava Flour Waste as Substrat in
Nata de cassava Production)*

Ender Puspawiningtiyas^{1,2}, Anwar Ma'ruf¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuh waluh PO Box 202 Purwokerto 53182
Telp. (0281)636751 ext 130

²Email: endartyas@yahoo.com

ABSTRAK

*Proses pengolahan singkong menjadi tepung tapioka menghasilkan limbah sekitar 2/3 bagian atau sekitar 75% dari bahan mentahnya. Limbah yang dihasilkan dapat berupa limbah cair dan limbah padat. Beberapa fakta menunjukkan bahwa limbah tapioka menimbulkan dampak pencemaran lingkungan yang serius. Nadiyah dkk, 2005 melaporkan kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk mengubah karbohidrat pada limbah padi (bekatul) menjadi selulosa nata. Limbah tepung tapioka mengandung 67.93 – 68.30% karbohidrat. Hal ini menjadikan limbah tapioka juga mempunyai potensi sebagai bahan baku nata. Tujuan dari penelitian ini adalah membuktikan kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk mengubah karbohidrat pada limbah tapioka menjadi nata dan menjajaki potensi dua jenis limbah tapioka yaitu limbah padat dan cair sebagai substrat pembuatan nata. Dari hasil pengamatan tebal nata yang dihasilkan pada proses fermentasi limbah tapioka menunjukkan bahwa bakteri *Acetobacter xylinum* mampu mengubah karbohidrat menjadi nata. Limbah cair tapioka memberikan produk nata yang lebih tebal dibandingkan dengan limbah padat maupun campuran antara limbah cair padat. Pembuatan nata dari limbah padat tapioka dapat langsung melalui proses fermentasi tanpa dipecah dahulu menjadi glukosa melalui proses hidrolisis seperti yang dilaporkan Lubis, 2009 dan Badger, P, 2002*

Kata Kunci : *Nata de cassava, *Acetobacter xylinum*, nata*

ABSTRACT

*Cassava processing to be its flour produces waste for 2/3 from its raw material. That wastes are liquid and solid. In fact shows that tapioca waste gives impact enviromental seriously. Nadiyah, 2005 report about *Acetobacter xylinum* capable to convert karbohidrat in rice waste (Bekatul) into nata cellulose. Tapioca waste content 67.93 – 68.30% carbohydrate. It can be tapioca waste has potency as raw material of nata. The aims of this research are to prove the ability of *Acetobacter xylinum* convert Carbohydrate into nata cellulose and probe capacity two type of tapioca waste as nata processing substrate. The result of this research is *Acetobacter xylinum* has ability to convert Carbohydrate into nata*

cellulose. Liquid tapioca waste produces the thickest Nata (25,2 mm). Nata making processing can be occur by fermentation process directly without broken down into glucose before by hydrolysis process as was reported Lubis, 2009 and Badger,P, 2002.

Keyword : *Nata de cassava, Acetobacter xylinum, nata*

PENDAHULUAN

Terjadinya krisis lingkungan yang disebabkan oleh limbah tapioka telah sering dilaporkan. Pencemaran limbah pabrik tapioka PT. Sinar Intan Tapioka Kabupaten Serdang Bedagai dilaporkan oleh Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Kabupaten Serdang Bedagai (PEDAL Serdang Bedagai, 2009). Pabrik Tapioka PT Alfa Abadi Industri yang terletak di Kampung/Desa Cilember, Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, dinyatakan positif telah melakukan pencemaran yakni membuang limbah pabrik ke Kali Ciesek. Pencemaran yang terjadi pada sungai Cianten Desa Cigawir Kec. Selawi Kab. Garut diakibatkan oleh limbah dua pabrik aci (tepung tapioka) di Desa Cigawir Kecamatan Selaawi dan di Desa Lebakjaya Kecamatan Balubur Limbangan. Akumulasi limbah organik diakibatkan oleh limbah dari delapan industri di hulu Bendungan Sutami, Malang. Keempat dari delapan industri tersebut merupakan industri tapioka.

Proses pengolahan singkong menjadi tepung tapioka menghasilkan limbah sekitar 2/3 bagian atau sekitar 75% dari bahan mentahnya. Limbah yang dihasilkan dapat berupa limbah cair dan limbah padat. Limbah ini biasa disebut onggok. Beberapa fakta menunjukkan bahwa limbah tapioka menimbulkan dampak pencemaran lingkungan yang serius. Kajian mengenai pengolahan limbah tapioka

yang siap buang telah banyak dilakukan. Industri tapioka yang berorientasi ekonomis dan konsekuensi biaya yang harus dikeluarkan pada pengolahan limbah membuat industri harus berfikir ulang untuk menerapkan pengolahan limbah menjadi siap buang. Hal ini mengindikasikan dibutuhkan metode pengolahan limbah tapioka yang efektif dan efisien.

Pada penelitian ini akan dikaji potensi limbah tapioka berupa limbah cair dan padat sebagai substrat/ bahan baku pembuatan nata. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh industri tapioka sebagai upaya untuk mengatasi limbah yang dihasilkan sekaligus memberikan nilai ekonomis yang lebih. Selain itu menjadi dasar pemikiran penelitian selanjutnya mengenai optimasi proses dan perhitungan masa kadaluarsa nata yang dihasilkan.

Dari rumusan masalah di atas, dapat dirumuskan tujuan dari penelitian ini adalah Membuktikan kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk mengubah karbohidrat pada limbah tapioka menjadi nata dan menjajaki potensi dua jenis limbah tapioka yaitu limbah padat dan cair sebagai substrat pembuatan nata.

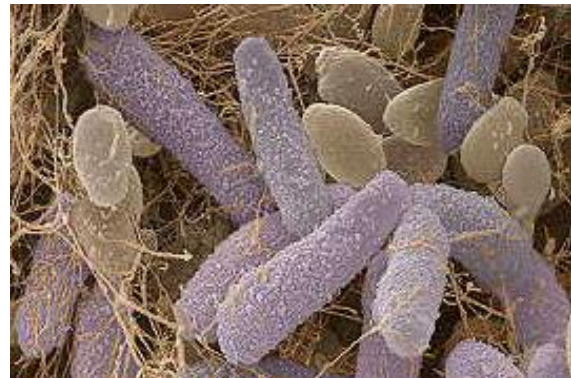
Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah berupa pengetahuan teknologi tepat guna pemanfaatan limbah tapioka sebagai bahan baku nata, yang dapat diterapkan di industri tepung tapioka

sebagai salah satu upaya pemecahan masalah yang ditimbulkan oleh limbah yang dihasilkan.

Limbah tepung tapioka mengandung 67.93 – 68.30 % karbohidrat. Melalui proses hidrolisis akan menghasilkan larutan gula berkadar 6,1 % (Teerapatr S, dkk, 2008). Hal ini menjadi dasar pemanfaatan limbah tapioka sebagai bahan baku pembuatan nata, karena salah satu penciri bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan nata adalah bahan dasar mengandung glukosa 6-7%. Bakteri yang berperan dalam proses pembuatan nata adalah *Acetobacter xylinum*. Nadiyah dkk, 2005 melaporkan kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk mengubah karbohidrat pada limbah padi (bekatul) menjadi selulosa nata. Hal ini juga yang menjadi dasar penelitian ini, Limbah tepung tapioka mengandung 67.93 – 68.30% karbohidrat, merupakan potensi limbah tapioka sebagai substrat dalam pembuatan nata. Selulosa yang dihasilkan melalui proses fermentasi oleh bakteri sering disebut sebagai selulosa mikrobial. Selulosa mikrobial yang dihasilkan dari limbah tapioka biasa disebut *nata de cassava*. Ruang lingkup dari penelitian ini adalah mengkaji dua jenis limbah tapioka yaitu limbah padat dan cair sebagai substrat pembuatan nata.

Nata berasal dari bahasa Spanyol, yang berarti krim (cream). Nata adalah padatan berwarna putih, tidak larut, bersifat seperti gelatin yang merupakan lapisan tipis dari sel dan polisakarida yang dibentuk oleh bakteri *Acetobacter xylinum* (Mendoza, 1961). Menurut Thimann (1962), pembuatan nata terjadi karena proses pengambilan glukosa dari larutan gula dalam larutan oleh sel-sel *Acetobacter*

xylinum. Kemudian glukosa tersebut digabungkan dengan asam lemak membentuk prekursor pada membrane sel. Prekursor ini selanjutnya dikeluarkan dalam bentuk ekskret dan bersama enzim yang disekresikan membentuk polimerisasi glukosa menjadi selulosa di luar sel. Gambar 1. Menunjukkan bakteri *Acetobacter xylinum*.



Gambar 3.1. *Acetobacter Xylinum*

Menurut Lapuz (1967) dan Ramos (1977), kontrol proses dari Bakteri *Acetobacter Aceti* sub spesies *xylinum* tumbuh pada pH antara 3,5 sampai 7,0 dengan pH optimum 5,0 serta tidak terbentuk dibawah pH 3,0. Nata dari air kelapa hanya terbentuk pada suhu 20 - 31°C dengan suhu optimum 28 - 30°C. Sukrosa pada kadar 10 % menghasilkan pertumbuhan yang tertinggi. Pertumbuhan mikrobial dapat meningkat pada media yang berisi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang merupakan sumber nitrogen dengan konsentrasi optimum sebesar 0,5 % (Ramos, 1977).

Beberapa penelitian yang telah dilaksanakan dalam mempelajari dan mengkaji beberapa bahan yang dapat di gunakan sebagai bahan baku pembuatan nata adalah :

1. Lina S, 2006 melaporkan mengenai perbedaan jenis kulit pisang terhadap kualitas nata,

dan memperoleh hasil bahwa pada uji inderawi pada kulit nata, kulit pisang raja nangka menghasilkan nata dengan kualitas yang paling baik.

2. Nurfiningsih, 2009 melaporkan kajiannya mengenai pembuatan nata menggunakan jagung (nata de corn). Dari kajiannya diperoleh variabel yang berpengaruh pada pembuatan nata adalah pH, penambahan starter, dan waktu fermentasi. Kondisi optimum untuk pembuatan nata de corn adalah pada konsentrasi starter 15%, pH 5 dan waktu fermentasi 14 hari.
3. Prokarimah, 2007 melaporkan bahwa air cucian beras dapat digunakan sebagai bahan pembuatan nata (nata de leri).
4. Nadiyah dkk, 2005 melaporkan kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk mengubah karbohidrat pada limbah padi (bekatul) menjadi selulosa (nata). Pada pembuatan nata dari bekatul disimpulkan bahwa setiap peningkatan 5 g bekatul sampai kadar 10 g/ L terjadi peningkatan serat antara 2 – 6 %.
5. Adha panca W, 2009 melaporkan potensi pemanfaatan limbah nenas sebagai bahan baku dalam pembuatan nata de pina.

Pada dasarnya, setiap bahan baku yang mengandung gula dapat digunakan untuk membuat nata. Dalam pembuatan nata dibutuhkan bahan dasar berkadar gula 6-7%. Pada pembuatan nata de coco, membutuhkan penambahan gula karena air kelapa memiliki kadar gula

1,5%-2%. Limbah tepung tapioka memiliki karbohidrat yang tinggi, yang bisa diolah melalui proses hidrolisis dan menghasilkan gula berkadar 5% - 7%. (Lubis, 2009). Nata yang terbuat dari limbah tepung tapioka biasa disebut dengan nata de cassava.

Nata de Cassava dibuat dengan fermentasi bertingkat secara mikrobiologis. Bahan baku yang digunakan dapat berupa ketela, limbah padat maupun limbah cair. Pada limbah cair untuk pembuatan nata dapat langsung ditambahkan sedikit gula dan starter *Acetobacter xylinum* karena sudah mengandung gula (glukosa). (Margianto, 2004)

Sedangkan untuk limbah padat terlebih dahulu melalui tahap hidrolisis untuk mengkonversi selulosa menjadi glukosa. Menurut Badger, P, 2002 terdapat 2 teknologi yang dapat digunakan untuk menghidrolisis selulosa menjadi glukosa yaitu hidrolisis enzimatis dan hidrolisis larutan asam yang telah mengandung kadar gula 5-7% sudah dapat digunakan untuk fermentasi lebih lanjut menjadi nata de cassava selama 7 hari.

Kemajuan penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti lain :

1. Rina, S. 2009 melaporkan tentang kualitas nata de cassava limbah cair tapioka dengan penambahan gula aren dan lama fermentasi yang berbeda.

2. Erlina & Nirma, 2009 melaporkan kajiannya mengenai pengaruh penambahan air limbah tapioka pada proses pembuatan nata. Pada penelitiannya Erlina & Nirma menggunakan limbah cair tapioka dengan campuran air kelapa. Kondisi optimum untuk pembuatan nata de cassava adalah pada penambahan

gula 10 %, pH 4, dimana pada kondisi tersebut dihasilkan nata de cassava dengan ketebalan paling besar yaitu 12 mm dan nata dari air dengan ketebalan 8 mm pada waktu fermentasi selama 12 hari.

Dari literatur yang didapatkan, penelitian tentang nata de cassava masih sangat terbatas. Penelitian yang telah dikaji mengenai nata de cassava masih merupakan campuran dengan substrat yang lain, sedangkan penggunaan limbah padatnya juga belum banyak dikaji. Sehingga perlu dikaji mengenai penggunaan limbah tapioka sebagai bahan baku pembuatan nata, tanpa tambahan substrat yang lain. Hal ini sangat mempermudah bagi industry tapioka untuk dapat mempraktekannya.

Kemajuan penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti adalah mengenai Optimasi Tebal dan Berat Nata de Coco dengan Variasi Luas Media Fermentasi dan Jumlah Nutrien UMP (Puspa, 2004). Penelitian lain adalah Kajian Sifat Film Tipis nata de Soya sebagai Membran Ultrafiltrasi. Pada penelitian ini diketahui bahwa salah satu aplikasi dari film tipis nata de soya dapat digunakan sebagai membran ultrafiltrasi. Hal ini mengindikasikan bahwa jika nata de cassava pun punya potensi yang sama dalam aplikasinya.

METODE PENELITIAN

Penetapan Variabel dan Rancangan Percobaan

a. Variabel berubah : jenis limbah tapioka :

- (1) Limbah padat,
- (2) limbah cair dan
- (3) campuran antara limbah padat dan cair.

b. Variabel tetap :

- (1) Jumlah limbah cair tapioka = 250 ml
- (2) Jumlah starter = 30 ml
- (3) Jumlah asam cuka = 10 ml
- (4) Jumlah Gula pasir = 25 gr
- (5) Lama fermentasi = 14 hari

c. Respon yang diamati :

- (1) Berat nata
- (2) Tebal nata

d. Rancangan percobaan :

Melakukan percobaan dengan 3 variabel berubah dan tetap yang telah ditentukan sebanyak 5 kali replikasi. Kemudian akan diamati berat dan nata yang dihasilkan.

Peralatan dan bahan

a. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Limbah tapioka cair dan padat, diperoleh dari pabrik tepung tapioka di Desa Nangkod Kecamatan Kejobong Kabupaten Purbalingga.
2. Gula pasir, berfungsi sebagai sumber tambahan glukosa pada limbah cair tapioka
3. Ammonium sulfat (ZA), berfungsi sebagai nutrisi untuk bakteri acetobacter xylinum terutama sebagai sumber nitrogen.
4. Asam cuka, berfungsi untuk mengkondisikan suasana asam pada substrat karena kondisi lingkungan untuk acetobacter xylinum cenderung asam.
5. Starter acetobacter xlinum, merupakan pembiakan dari biakan murni acetobacter xylinum
6. Aquades

b. Prosedur dan teknik percobaan.

Percobaan ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Penyiapan substrat

Substrat yang digunakan merupakan limbah tapioka cair dan padat, keduanya dipisahkan dari kotoran-kotoran yang ada didalamnya.

2. Proses Fermentasi Limbah Tapioka menjadi nata

Limbah tapioka sebanyak 250 ml dipanaskan, kemudian masukan gula, ZA, dan asam cuka, didihkan. Setelah itu memasukannya ke dalam nampan dan tutup dengan koran yang telah disterilkan. Biarkan dingin sampai suhu kamar, kemudian masukan starter acetobacter xylinum, dan fermentasikan selama 14 hari. Setelah fermentasi 14 hari, panenlah nata yang dihasilkan.

3. Pemurnian nata de cassava

Nata yang didapatkan dibersihkan dari sisa-sisa bakteri dan pengotor lainnya, kemudian dicuci dengan larutan NaOH 2 % untuk menghilangkan sifat asamnya.

4. Analisa Hasil

Nata yang telah dihasilkan dilakukan analisa :

- (a). Berat nata, dengan mengukur berat basah dan berat kering kering dari nata. Untuk mengukur berat basah nata, keringkan nata dengan tisu kemudian ditimbang. Untuk mengukur berat kering, nata yang sudah dimurnikan dipanaskan dalam oven pada suhu 65°C selama 1 hari, kemudian ditimbang berat konstananya.

- (b). Tebal, merupakan tebal rata-rata nata yang diukur di beberapa sisi

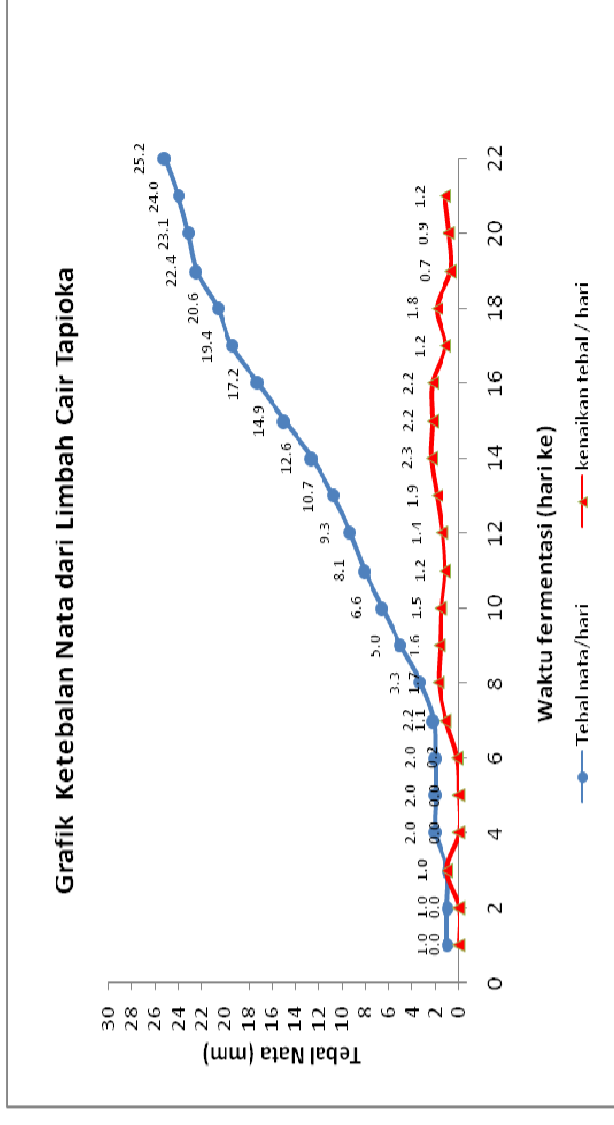
c. Analisis data :

Respon yang diamati si adalah berat dan tebal nata. Analisis data yang akan dilakukan untuk menjawab tujuan dari penelitian ini adalah dengan menganalisa hasil respon yang dipresentasikan dalam bentuk grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kemampuan Bakteri *Acetobacter xylinum* untuk Mengubah Karbohidrat Menjadi Nata

Beberapa pustaka melaporkan bahwa bakteri *acetobacter xylinum* mampu mengubah glukosa menjadi nata. Nadiyah dkk, 2005 melaporkan kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk mengubah karbohidrat pada limbah padi (bekatul) menjadi selulosa (nata). Untuk menyelidiki kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam mengubah karbohidrat yang terkandung pada limbah tapioka, maka dilakukan perlakuan pada limbah tapioka sebagaimana bahan berglukosa sebagai bahan dasar pembuatan nata. Kemampuan bakteri dalam mengubah karbohidrat menjadi nata akan diselidiki pada 3 substrat yaitu limbah cair, padat dan campuran padat cair.



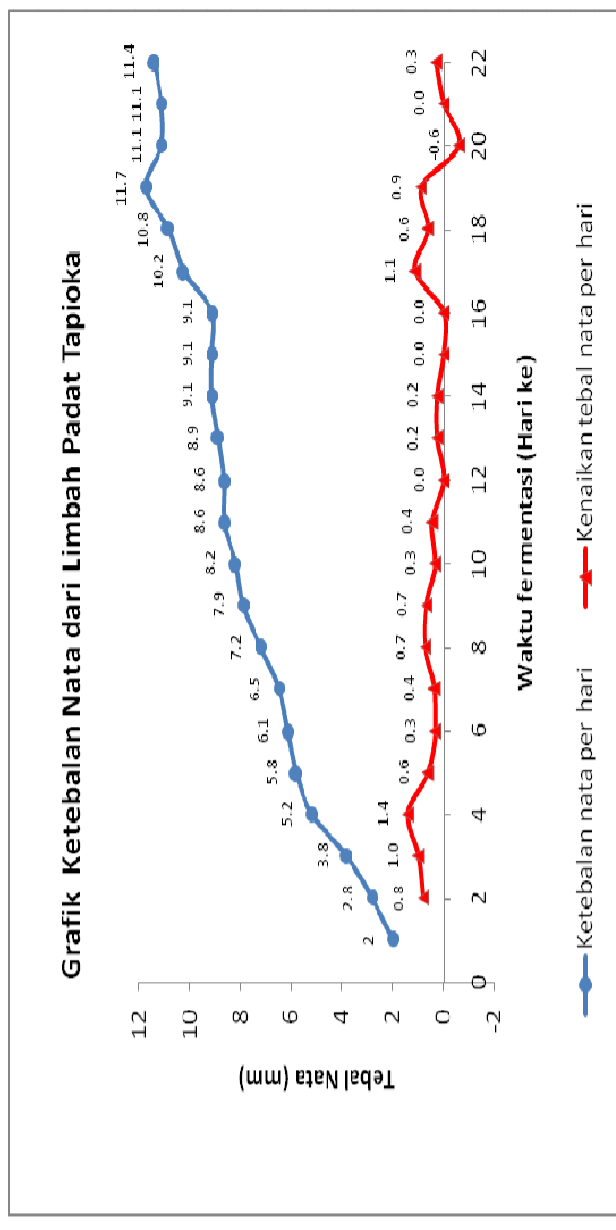
Gambar 1. Grafik ketebalan nata Limbah cair Tapioka

Gambar 1. menampilkan proses pembentukan nata per hari pada limbah cair tapioka melalui proses fermentasi menggunakan *Acetobacter xylinum*. Sampai pada hari ke 22 terlihat bahwa ketebalan nata mencapai 25,2 mm.

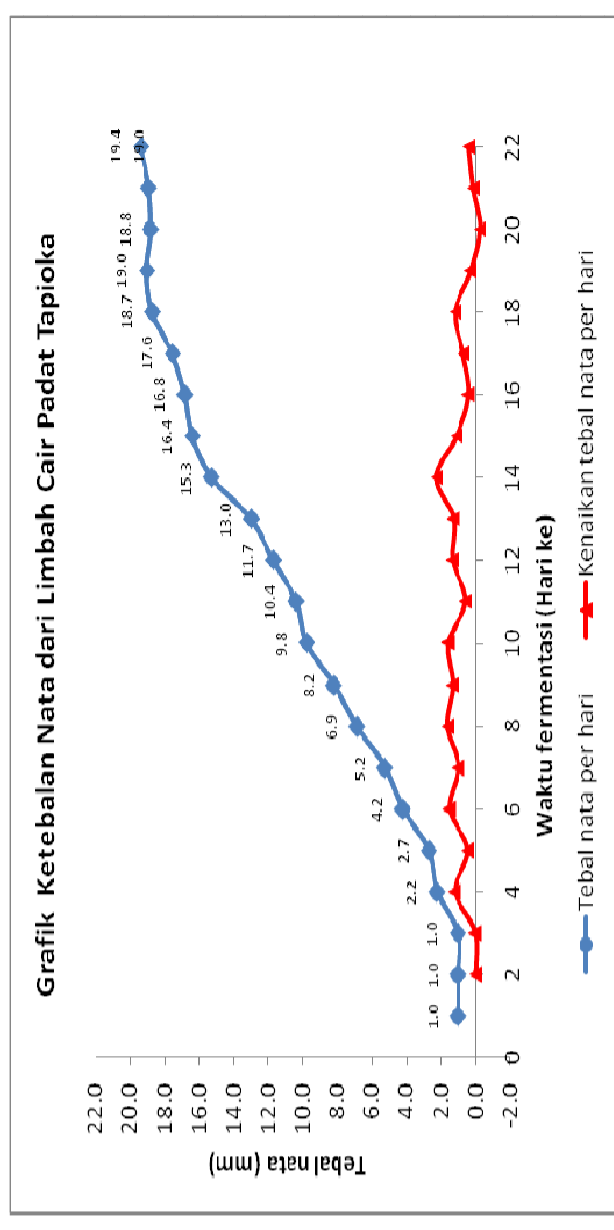
Meninjau kandungan limbah cair tapioka yang didominasi oleh karbohidrat sebanyak 8,14 % dan sebagian kecil glukosa 1.72 % (BBLK dalam Ni Ketut Sari,2012) serta hasil analisa tebal nata yang dihasilkan menunjukkan bahwa Bakteri *acetobacter xylinum* mampu mengubah karbohidrat menjadi nata.

Gambar 2. menampilkan ketebalan nata yang terbentuk dari limbah padat tapioka dengan proses fermentasi oleh bakteri *acetobacter xylinum*. Sampai hari ke 22 tebal nata yang dihasilkan adalah 11,4 mm. Lubis, 2009 dan Badger,P, 2002

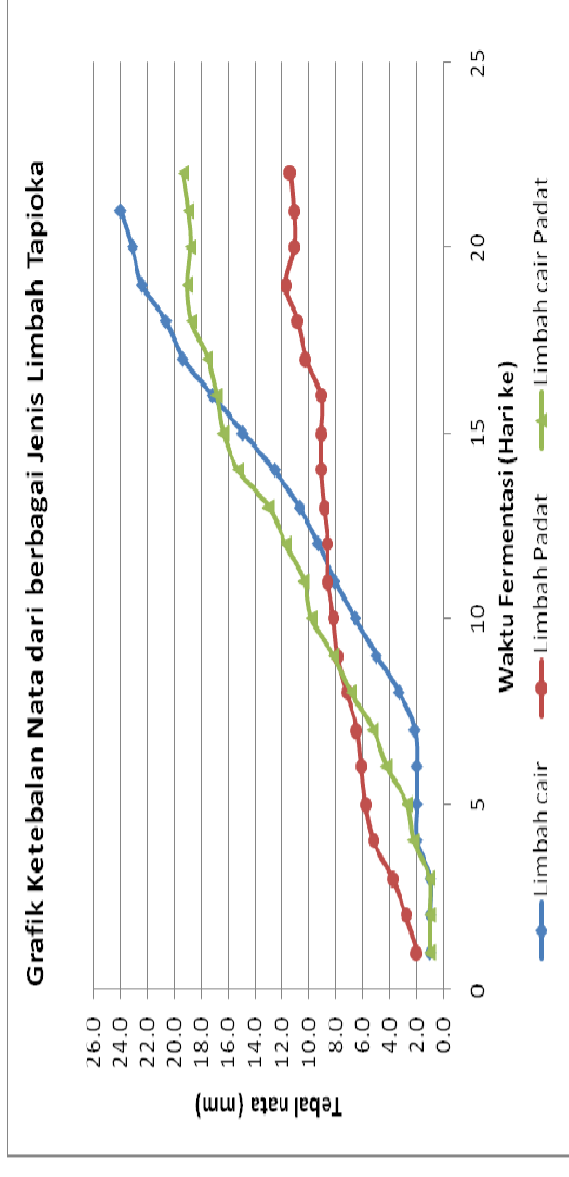
melaporkan bahwa limbah padat tapioka memerlukan proses hidrolisis sehingga menghasilkan glukosa dan selanjutnya baru di fermentasi menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk dapat menjadi nata de cassava. Kandungan karbohidrat dalam limbah padat tapioka adalah 67.93 – 68.30 (BPPI Semarang, 1997). Meninjau kandungan karbohidrat tersebut, dari hasil analisa nata yang diperoleh menunjukkan bahwa bakteri *Acetobacter xylinum* mampu merubah karbohidrat yang terkandung di dalam limbah padat tapioka menjadi nata. Hal ini menunjukkan pula bahwa pembuatan nata dari limbah padat tapioka dapat langsung melalui proses fermentasi tanpa dipecah dahulu menjadi glukosa melalui proses hidrolisis seperti yang dilaporkan Lubis, 2009 dan Badger,P, 2002.



Gambar 2. Grafik Ketebalan Nata Limbah Padat Tapioka



Gambar 3. Grafik ketebalan limbah cair padat tapioka



Gambar 4 Grafik ketebalan dari nata limbah cair, limbah padat, dan campuran antara limbah cair padat Tapioka.

Gambar 3. menampilkan tebal nata yang dihasilkan dari campuran limbah cair dan padat tapioka. Sampai hari ke 22 tebal nata yang dihasilkan adalah 19,4 mm. Pada percobaan limbah cair dan limbah padat tapioka yang menghasilkan nata menunjukkan

bahwa bakteri acetobacter xylinum mampu merubah karbohidrat menjadi nata. Gambar 3. memperkuat hipotesis tersebut. Terlihat bahwa campuran limbah padat dan cairpun dapat menghasilkan nata.

B. Potensi Dua Jenis Limbah Tapioka yaitu Limbah Cair dan Padat Sebagai Substrat Pembuatan Nata.

Gambar 4 menampilkan tebal nata yang dihasilkan dari tiga tipe limbah tapioka yaitu limbah cair, padat dan campuran cair padat. Berdasarkan hasil analisa tebal nata yang ditampilkan pada gambar 4, terlihat bahwa kenaikan tebal nata yang dihasilkan oleh limbah cair sampai hari ke 7 lebih besar dibandingkan dengan limbah padat dan campuran antara cair padat. Namun pada hari ke 10,

nata dari limbah cair padat mempunyai ketebalan yang lebih dibandingkan 2 tipe limbah tapioka lainnya. Pada hari ke 13, nata dari limbah cair mempunyai ketebalan lebih dibandingkan limbah padat, akan tetapi masih lebih rendah dibandingkan limbah cair padat, baru pada hari ke 16, nata dari limbah cair mempunyai ketebalan lebih dibandingkan limbah padat dan cair padat sampai pada hari ke 22. Pada hari ke 22 terlihat bahwa nata yang dihasilkan oleh limbah cair mempunyai ketebalan 25,2 mm, limbah padat 11,4 mm dan campuran limbah cair adalah 19,4 mm.

Secara teori pembentukan nata berasal dari pengambilan glukosa atau karbohidrat yang ada di dalam substrat. Sifat bakteri *Acetobacter xylinum* yang aerob membutuhkan oksigen dalam hidupnya. Oksigen yang diperlukan oleh *Acetobacter xylinum* awalnya diperoleh dari oksigen terlarut yang terdapat dalam substrat, setelah terbentuk lapisan yang semakin tebal dan habisnya oksigen yang terdapat di dalam substrat, maka oksigen y dibutuhkan *acetobacter xylinum* diperoleh dari luar substrat yang secara teknis *acetobacter xylinum* lebih sulit untuk mendapatkannya karena posisinya yang ada dibawah lapisan nata yang terbentuk, hal ini yang menyebabkan grafik kenaikan tebal nata menuju ke keadaan konstan.

Jika ditinjau dari kandungan karbohidrat yang terdapat didalam limbah, maka seharusnya potensi yang lebih besar untuk mendapatkan nata yang lebih baik adalah limbah padat tapioka karena mempunyai kandungan karbohidrat yang lebih tinggi . Namun dari gambar 4 ternyata yang mempunyai ketebalan paling besar adalah nata yang dihasilkan dari limbah cair dibandingkan dengan nata dari limbah padat dan cair padat. Hal ini terjadi karena prosedur pembuatan nata pada limbah padat yang melewati proses pelarutan limbah dan penyaringan, sehingga dimungkinkan masih banyak karbohidrat yang masih terbawa di dalam ampas limbah. Sehingga tebal nata paling besar dihasilkan oleh limbah cair tapioka dibandingkan dengan limbah padat yang menggunakan proses pelarutan dan campuran antara limbah cair padat.

KESIMPULAN

1. Bakteri *Acetobacter Xylinum* mampu mengubah karbohidrat menjadi nata
2. Limbah cair tapioka memberikan produk nata yang lebih baik dibandingkan limbah padat maupun campuran antara limbah cair padat.
3. Pembuatan nata dari limbah padat tapioka dapat langsung melalui proses fermentasi tanpa dipecah dahulu menjadi glukosa melalui proses hidrolisis seperti yang dilaporkan Lubis, 2009 dan Badger,P, 2002

DAFTAR PUSTAKA

- Erlina & Nimra,2008 "Pengaruh Penambahan Air Limbah Tapioka Pada Proses Pembuatan Nata", Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kimia UNDIIP. Semarang
- Ighuci,2000. *Review Bacterial Cellulose-A Masterpiece of Nature's Arts*, J. Material Science Lina S.2006, "Perbedaan Penggunaan Jenis Kulit Pisang Terhadap Kualitas Nata", Laporan Penelitian. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.Semarang
- Naufalin R & Wibowo C, 2004,"Pemanfaatan Hasil Sampung Pengolahan Tepung Tapioka untuk Pembuatan nata de cassava: kajian Penambahan sukrosa dan Ekstrak Kecambah", Jurnal Teknol dan Industri Pangan Vol.XV.No.2, Fak. Pertanian UNSOED
- Nadiyah dkk, 2005, "Kemampuan Bakteri *Acetobacter Xylinum* Mengubah Karbohidrat Pada Limbah Padi (Bekatul) Menjadi

- Sellulosa, *Bioscientiae* Vol 2 No 2 Hal 37-47, Unlam Banjarmasin
- Ni ketut Sari, 2012, "Pemanfaatan Limbah cair Tepung Tapioka Sebagai Ethanol",
- Puspa E, 2004, *Optimasi Tebal dan Berat Nata de Coco dengan Variasi Luas Media Fermentasi dan Jumlah Nutrien*. F Teknik UMP
- Rina S, 2009, "Kualitas Nata de Cassava limbah Cair Tapioka dengan Penambahan Gula Aren dan Lama Fermentasi yang Berbeda". Skripsi. Prodi
- Pendidikan Biologi. FKIP .UMS. Surakarta.
- Teepatr dkk, 2008, "Approach of Cassava waste Pretreatments for Fel Ethanol Production in Thailand", Biotechnology Department Thailand Institut of Science and Technological Research, Pathumthani, Thailand
- Y. Kiswanto & S.Saryanto, "Pengaruh Suhu dan Lama Penyimnanan Air terhadap Produksi Nata de Coco", 2010

