

PENGARUH PENAMBAHAN AMMONIUM SULFAT TERHADAP KADAR SERAT DAN KETEBALAN PADA NATA DE SOYA DARI LIMBAH CAIR TAHU

Ismawanti, Maswati Baharuddin, Wahyu Rizandi
Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: isma.yaya@gmail.com

Abstract: The research aimed to know the production of cellulose in tofu liquid waste, the effect of adding ammonium sulfate to the *nata de soya*, and the quality *nata de soya* produced from Tofu Liquid Waste. The parameters used are the determination of the thickness and weight, measure of water, and fiber test of *nata de soya*. By using variations of the addition of ammonium sulfate 10 g, 15 g, 20 g, and 25 g. 35 grams of sugar in 500 mL of tofu liquid waste, starter bacteria *Acetobacter xylinum* as much 100 mL, and fermented for 14 days at a temperature of 28-30°C. The quality *nata de soya* highest of the addition 15 grams of ammonium sulfate with a thickness of 1.7 cm, weight 231.0 grams, the lowest water content of 94.23% and the highest fiber content of 2.41%.

Keywords: ammonium sulphate, nata de soya, tofu liquid waste, *Acetobacter xylinum*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri dewasa ini telah memberikan sumbangan besar terhadap perekonomian Indonesia. Salah satu industri yang saat ini banyak dikelola oleh masyarakat yaitu industri tahu. Proses pembuatan tahu menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah cairan dan limbah padatan. Umumnya, limbah padat digunakan untuk pakan ternak dan tempe gembus. Sedangkan limbah cair dibuang langsung ke lingkungan. Hal ini dapat mengakibatkan pencemaran terutama sungai yang banyak terdapat kehidupan di dalamnya (Macklin, 2009).

Untuk setiap satu kilogram bahan baku kedelai (*Glycine spp*) dibutuhkan rata-rata 45 liter air dan akan dihasilkan limbah cair tahu rata-rata 43,5 liter. Bahan-bahan organik yang terkandung dalam buangan industri tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Di antara senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemak yang jumlahnya paling besar yang mencapai 40% - 60% protein, 25% - 50% karbohidrat dan lemak 10%. Bertambah lama bahan-bahan organik ini volumenya semakin meningkat, dalam hal ini akan menyulitkan pengolahan limbah karena beberapa zat sulit diuraikan oleh mikroorganisme di dalam air limbah tahu tersebut (Pohan, 2008).

Karbohidrat yang terkandung dalam limbah tahu dapat dijadikan sebagai salah satu nutrisi yang dapat memacu pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* (Setiani, 2007). Bakteri *Acetobacter Xylinum* termasuk dalam kelompok genus *Acetobacter*, yakni genus bakteri yang memiliki kemampuan mengubah etanol menjadi asam cuka. Dalam proses itu, bakteri menggunakan oksigen. Bakteri ini berbentuk batang pendek atau kokus. Panjangnya sekitar 2 mikron dengan permukaan berlendir, dan bisa membentuk rantai pendek terdiri dari 6-8 sel.

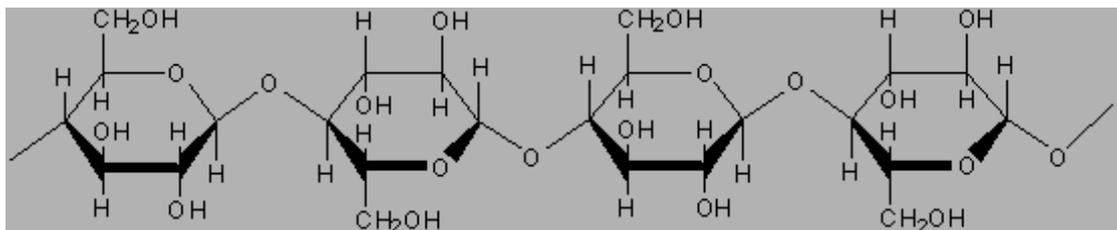
Dilihat dari caranya memperoleh oksigen maka termasuk dalam kelompok bakteri aerob, yakni bakteri yang memerlukan oksigen bebas (Putra, 2008).

Acetobacter merupakan bakteri aerob gram negatif menghasilkan serat-serat selulosa yang sangat halus. *Acetobacter xylinum* tumbuh pada suhu mesofilik, dengan suhu optimum pertumbuhan 28-30°C. Apabila di tumbuhkan pada media yang mengandung gula (glukosa), maka bakteri ini dapat memfermentasi glukosa dengan membentuk suatu polisakarida sebagai selulosa ekstraseluler (disebut *nata*) (Busyro, 2007). Klasifikasi bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai berikut:

Kerajaan : Bacteria
Filum : Proteobacteria
Kelas : Alpha Proteobacteria
Ordo : Rhodospirillales
Famili : Pseudomonadaceae
Genus : *Acetobacter*
Spesies : *Acetobacter xylinum* (Putra, 2008)

Acetobacter xylinum menghasilkan selulosa sebagai produk metabolit sekunder, sedangkan produk metabolit primernya adalah asam asetat. Semakin banyak kadar nutrisi, semakin besar kemampuan menumbuhkan bakteri tersebut maka semakin banyak *Acetobacter xylinum* dan semakin banyak selulosa yang terbentuk (Pusat Penelitian IPB, 2005).

Selulosa adalah polimer alam berupa zat karbohidrat (polisakarida) yang mempunyai serat dengan warna putih, tidak dapat larut dalam air dan pelarut organik. Selulosa mempunyai rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$, dengan (n) adalah derajat polimerisasi. Panjang suatu rangkaian selulosa tergantung pada derajat polimerisasinya. Semakin panjang suatu rangkaian selulosa, maka rangkaian selulosa tersebut mempunyai serat yang lebih kuat, lebih tahan terhadap pengaruh bahan kimia, cahaya, dan mikroorganisme.



Gambar 1. Struktur Selulosa (Yuniarba, 2012)

Selulosa yang diperoleh dari proses fermentasi adalah jenis polisakarida mikroba yang tersusun oleh serat selulosa yang dihasilkan oleh strain *xylinum*, subspecies dari *Acetobacter aceti*, suatu bakteri non pathogen dan dinamakan sebagai selulosa bakteri atau selulosa yang diperoleh dari fermentasi dengan bantuan mikroba. Selulosa bakteri memiliki struktur kimia yang sama seperti selulosa yang berasal dari tumbuhan dan merupakan polisakarida berantai lurus yang tersusun oleh molekul-molekul β D-glukosa melalui ikatan β 1-4 glikosida. Juga memiliki sifat kimia dan fisik yang sama seperti selulosa alami (Pusat Penelitian Usu, 2000).

Pada pembentukan selulosa bakteri oleh sel *Acetobacter xylinum*, yang akan mengubah glukosa dari larutan gula dan limbah cair tahu yang mengandung asam lemak membentuk prekursor (bahan untuk pembentuk selulosa bakteri). Prekursor ini selanjutnya dieksresikan bersama-sama dengan

enzim untuk mempolimerisasikan glukosa menjadi selulosa di luar sel. Selulosa yang dibentuk, diduga berasal dari pelepasan lendir bakteri *Acetobacter xylinum*, yang merupakan hasil ekskresi proses metabolisme glukosa.

Berdasarkan paparan di atas, pada penelitian ini mengambil limbah cair tahu sebagai bahan sumber serat selulosa yang dikenal dengan *nata de soya*. Dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum* limbah cair tahu dapat dimanfaatkan sebagai sumber serat selulosa. Limbah cair tahu dimanfaatkan sebagai media untuk pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*. Bakteri *Acetobacter xylinum* membutuhkan sumber karbon dan nitrogen yang terdapat dalam limbah cair tahu. Dalam penelitian ini variasi penambahan ammonium sulfat sebagai sumber nitrogen dilakukan untuk mengetahui pengaruh ketebalan, berat, kadar air dan kadar serat yang terkandung dalam *nata de soya*.

Tujuan

Mengetahui produksi selulosa pada limbah cair tahu, pengaruh penambahan ammonium sulfat pada *nata de soya*, dan kualitas *nata de soya* yang dihasilkan dari limbah cair tahu.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus-Desember 2012. Sampel limbah cair tahu diambil dari industri rumah tangga yang terletak di Kampung Jangka Kabupaten Gowa. Penelitiannya dilakukan di Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah sampel steril, rangkaian alat refluks, desikator, neraca analitik, pH meter, termometer, penangas listrik, bunsen, sendok tanduk, lemari pendingin, botol semprot, oven, pipet skala, bulf, panci stainless steel, mistar, gunting, cawan perselin, corong, statif, klem, dan alat-alat gelas yang umum dipakai di laboratorium.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu sisa dari penggumpalan tahu, starter bakteri *Acetobacter xylinum*, aquades, alkohol 70%, aluminium foil, kertas saring steril, ammonium sulfat (NH_3SO_4) asam asetat (CH_3COOH), asam sulfat (H_2SO_4) 0,255N, gula pasir, pereaksi barfoed, pereaksi benedict, natrium hidroksida (NaOH) 0,313N, kalium sulfat (K_2SO_4) 10 %, kertas lakmus, dan kertas whatman 42.

Prosedur Kerja

Uji Kualitatif

Limbah cair tahu yang dijadikan sampel penelitian diambil dari sisa hasil pengendapan tahu, sebelum diuji limbah cair tahu disaring dengan menggunakan kain katun. Limbah cair tahu diuji dengan menggunakan uji Barfoed dan uji Benedict yang menandakan adanya monosakarida dalam limbah cair tahu, yaitu dengan diambil 5 mL pereaksi Barfoed dan Benedict masing-

masing dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 1 mL limbah cair tahu. Selanjutnya tabung reaksi ditempatkan dalam air mendidih selama 30 menit. Endapan berwarna merah bata menunjukkan adanya monosakarida dalam limbah cair tahu (Winarno, 2004).

Produksi Selulosa dari Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan Bakteri *Acetobacter Xylinum*

Variasi ammonium sulfat yang digunakan untuk mendapatkan ammonium sulfat optimum yaitu 10 gram, 15 gram, 20 gram, dan 25 gram. Limbah cair tahu dengan masing-masing wadah pemanasan berbeda diisi sebanyak 500 mL, dipanaskan pada suhu 100 °C selama 15 menit sambil diaduk. Setelah mendidih tambahkan gula pasir sebanyak 35 gram untuk masing-masing wadah, tambahkan ammonium sulfat dengan variasi yang telah ditentukan, biarkan mendidih sambil ditutup. Selanjutnya tambahkan asam asetat untuk masing-masing wadah sebanyak 7 mL sampai pH 4. Kemudian didinginkan sampai suhu kamar dengan wadah yang tertutup. Limbah cair tahu yang ditambahkan gula pasir, ammonium sulfat dan asam asetat disebut sebagai media untuk pertumbuhan bakteri *Acetobacter Xylinum*. Jika suhu mencapai suhu kamar masukkan starter bakteri *acetobacter xylinum* sebanyak 100 mL untuk masing-masing wadah fermentasi. Kemudian ditutup dengan kertas saring steril dan diikat menggunakan karet steril. Selanjutnya difermentasi selama 14 hari dalam ruangan tertutup pada suhu kamar. Parameter yang digunakan untuk mengetahui penambahan ammonium sulfat optimum yaitu parameter uji ketebalan, kadar air dan kadar serat selulosa.

Pengukuran Kadar Air

Sebelum diukur kadar airnya *nata de soya* terlebih dahulu di cuci dengan air panas untuk menghilangkan bakteri dan kadar asam. Cawan perselin terlebih dahulu disterilkan dengan cara memanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 30 menit kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit selanjutnya ditimbang. Selulosa bakteri ditimbang dengan cawan porselin yang telah disterilkan kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam atau sampai didapat berat yang konstan. Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan (Sulistiyowati dan Salirawati, 2008).

Penentuan Serat Kasar

Serat kasar mengandung senyawa selulosa, lignin dan senyawa lain yang dapat diidentifikasi dengan pasti. Di dalam analisa perhitungan serat kasar mengandung pengertian sebagai banyaknya zat-zat yang tidak larut dalam asam encer ataupun basa encer dalam kondisi tertentu. Adapun prosedur penentuan kadar serat sebagai berikut: 1) Ditimbang *nata de soya* kering sebanyak 1 gram, pindahkan ke dalam labu destilasi 500 mL; 2) Ditambahkan 100 mL larutan H₂SO₄ 0,255 N dan tutup dengan pendingin balik, dididihkan selama 30 menit; 3) Disaring suspensi dengan kertas saring Whatman 42, kemudian residu yang tertinggal dicuci dengan akuades mendidih. Residu dalam kertas saring dicuci sampai tidak bersifat asam lagi (uji dengan kertas lakmus); 4) Dipindahkan residu dari kertas saring ke dalam labu destilasi dengan spatula, dan sisanya dicuci dengan larutan NaOH 0,313 N sebanyak 100 mL. Kemudian dididihkan dalam pendingin balik selama 30 menit; 5) Disaring dengan kertas saring yang sudah diketahui beratnya sambil dicuci dengan larutan K₂SO₄ 10 %. Residu dicuci

kembali dengan akuades mendidih dan 8 mL alkohol 96 %; 6) Kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu 115 °C sampai berat konstan (1/2-1 Jam), didinginkan dalam eksikator dan ditimbang; 7) Berdasarkan hasil penimbangan, maka dapat diindikasikan bahwa berat residu sama dengan berat nata kasar (Sudarmadji, dkk, 1997).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kualitatif

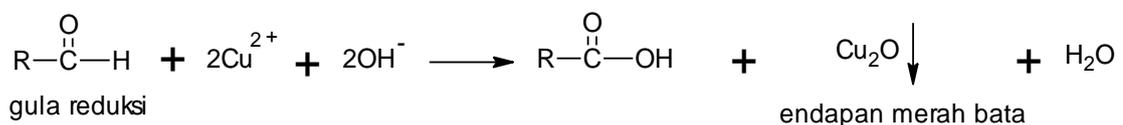
Penelitian diawali dengan analisis kualitatif yaitu uji Barfoed dan uji Benedict. Hasil analisis kualitatif dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kualitatif Limbah Cair Tahu

Uji	Reaksi	Hasil Pengamatan
Barfoed	1 mL limbah cair tahu + 5 mL pereaksi barfoed, dididihkan dalam penangas air 30 menit dan dinginkan suhu kamar	Diperoleh endapan merah bata, berarti terdapat monosakarida
Benedict	1 mL limbah cair tahu + 5 mL pereaksi benedict, dididihkan dalam penangas air 15 menit dan dinginkan suhu kamar	Diperoleh endapan merah bata, berarti terdapat glukosa

Terbentuknya endapan merah bata pada uji Barfoed dan uji Benedict menandakan adanya karbohidrat yang terdapat dalam limbah cair tahu.

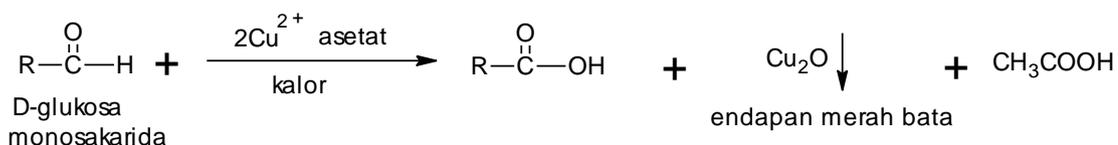
Menurut Bintang (2010) uji Benedict digunakan untuk mengidentifikasi karbohidrat melalui reaksi gula reduksi. Pereaksi Benedict mengandung kupri sulfat (CuSO_4), natrium bikarbonat (Na_2CO_3), natrium sitrat ($\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Uji benedict dilakukan pada suasana basa biasanya ditambahkan zat pengompleks, seperti sitrat untuk mencegah terjadinya pengendapan CuCO_3 dalam larutan natrium bikarbonat (Na_2CO_3). Larutan alkali dari tembaga direduksi oleh gula yang mengandung gugus aldehid atau keton bebas, dengan membentuk kupro oksida berwarna. Reduksi ion Cu^{2+} dari CuSO_4 oleh gula reduksi akan berlangsung dengan cepat dan membentuk Cu_2O yang merupakan endapan merah bata. Reaksi umum yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Reaksi antara Gula Pereduksi dengan Pereaksi Benedict

Uji Barfoed digunakan untuk mendeteksi monosakarida yang terdapat dalam disakarida. Uji ini menggunakan larutan asam, berbeda dengan pereaksi Benedict. Pereaksi Barfoed terdiri dari kupri asetat ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) yang dilarutkan dalam aquades dan ditambahkan dengan asam asetat (CH_3COOH). Disakarida juga akan memberi hasil positif dengan uji ini larutan gula dididihkan

dalam waktu yang cukup lama sehingga terjadi hidrolisis. Pada suasana asam, reaksi oksidasi akan lama terjadi sehingga hanya monosakarida yang dapat teroksidasi dengan cepat. Pereaksi Barfoed dalam suasana asam akan direduksi lebih cepat oleh gula pereduksi monosakarida daripada disakarida dan menghasilkan kupro oksida (Cu_2O) berwarna merah bata (Bintang, 2010). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Reaksi antara Gula Pereduksi dengan Pereaksi Barfoed

Produksi Selulosa dari Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan Bakteri *Acetobacter Xylinum*

Proses pembentukan selulosa (nata) meliputi persiapan substrat, persiapan media, persiapan *starter*, dan fermentasi. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu yang diperoleh dari hasil penggumpalan tahu. Limbah cair tahu merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba, dalam hal ini bakteri pembentuk nata. Limbah cair tahu dididihkan selama lima menit dan menambahkan substrat (gula pasir dan amonium sulat) yang telah ditentukan. Bakteri *Acetobacter xylinum* yang akan digunakan pada penelitian berada dalam media air kelapa, kemudian dituang ke media limbah cair tahu dan difermentasi selama 14 hari yang telah ditambahkan gula pasir, ammonium silfat, dan asam asetat.

Pemanenan nata dari limbah cair tahu pada hari ke-14 inkubasi memberikan hasil nata yang optimum. Hal ini disebabkan karena pada awal fermentasi kebutuhan nutrisi dan aerasi oksigen tercukupi dengan baik, sehingga terjadi kenaikan jumlah sel dan membentuk lapisan selulosa yang semakin lama akan mengalami penebalan ke arah bawah. Setelah proses fermentasi 14 hari kematian bakteri semakin meningkat dan jumlah bakteri pada cairan medium menurun.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan dan optimalitas produksi selulosa dari *Acetobacter xylinum* dan sifat fisiologis dalam pembentukan nata adalah ketersediaan nutrisi dalam medium seperti sumber karbon, nitrogen, derajat keasaman, temperatur, dan udara (oksigen). Medium untuk produksi selulosa harus mengandung bahan kimia yang memenuhi kebutuhan elemen massa sel dan produk serta dapat memasok energi secukupnya untuk sintesis dan pemeliharaan. Selain itu medium juga harus mengandung kebutuhan nutrisi spesifik seperti vitamin dan mineral (Edria, dkk, 2008).

Adanya gula pasir dalam medium limbah cair tahu akan dimanfaatkan oleh *Acetobacter xylinum* sebagai sumber energi, maupun sumber karbon untuk membentuk senyawa metabolit diantaranya adalah selulosa yang membentuk *nata de soya*. Senyawa peningkat pertumbuhan mikroba akan meningkatkan pertumbuhan mikroba, sedangkan adanya mineral dalam substrat akan membantu meningkatkan aktifitas enzim *kinase* dalam metabolisme di dalam sel *Acetobacter xylinum* untuk menghasilkan selulosa.

Pada saat fermentasi, perlu diperhatikan kondisi media fermentasi karena bakteri *Acetobacter xylinum* dapat tumbuh dengan baik apabila di dalam media

fermentasi terdapat nutrisi yang merupakan sumber makanan bagi bakteri. Aktivitas pembuatan nata, bakteri *Acetobacter xylinum* dapat tumbuh dengan baik pada pH 3,5-7,5 (Busyro, 2000).

Berdasarkan penelitian tentang nata diperoleh pH yang optimum yaitu pH 4, sehingga pada penelitian ini digunakan pH 4. Dengan pH yang sangat rendah atau di atas netral mengakibatkan pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* dapat terhambat, karena kondisi ini mudah menyebabkan tumbuhnya jamur atau terjadi kontaminan. Pengaruh penambahan sumber nitrogen terhadap nata yang dihasilkan menunjukkan bahwa penambahan ammonium sulfat memiliki pengaruh besar terhadap ketebalan nata dibandingkan dengan medium yang tidak diberi penambahan (Edria, dkk, 2008).

Pada penelitian ini medium yang digunakan telah difermentasi terlebih dahulu sebelum penambahan starter bakteri *Acetobacter xylinum*. Fermentasi yang dilakukan agar medium yang mengandung bahan-bahan organik mengalami penguraian yang lebih sederhana, sehingga pada penambahan starter bakteri *Acetobacter xylinum* akan mempermudah penguraian pada medium. Bakteri *Acetobacter xylinum* juga akan lebih cepat membentuk nata de soya dari medium limbah cair tahu. Setelah 24 jam, di dalam media terbentuk serat-serat halus berlendir membentuk suatu lapisan tebal atau pelikel. Terbentuknya lendir berhubungan dengan dengan salah satu sifat bakteri yang digunakan, yaitu dapat membentuk kapsul atau lapisan lendir yang merupakan penutup lindung dan sebagai tempat cadangan makanan bagi bakteri. Lapisan nata yang terbentuk mengapung di permukaan media. Pengapungan nata disebabkan oleh gas karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan secara lambat oleh *Acetobacter xylinum* sehingga nata terdorong ke atas. Lapisan tersebut makin menebal hingga nata dapat terbentuk sempurna pada hari ke lima dan penebalan yang semakin banyak pada fermentasi hari ke 14.

Hasil nata yang diperoleh limbah cair tahu memiliki ketebalan dan berat nata yang berbeda. Hasil yang diperoleh disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Ketebalan dan Berat Nata

Limbah Cair Tahu 500 mL + Amonium Sulfat (g)	Ketebalan (cm)	Berat (g)
10	1,3	200,2
15	1,7	231,0
20	0,9	142,1
25	0,1	36,5

Berdasarkan tabel 2 ketebalan dan berat nata yang diperoleh dari limbah cair tahu menunjukkan bahwa penambahan ammonium sulfat berpengaruh terhadap ketebalan dan berat nata dari limbah cair tahu. Penambahan ammonium sulfat 10 dan 15 gram mengalami peningkatan tetapi pada penambahan 20 dan 25 gram mengalami penurunan ketebalan dan berat. Karena bakteri hanya dapat bekerja dengan baik pada penambahan ammonium

sulfat 10 dan 15 gram, sedangkan pada penambahan ammonium sulfat 20 dan 25 gram bakteri bekerja tidak maksimal.

Ketebalan dan berat tertinggi nata de soya yang diperoleh pada penambahan 15 gram ammonium sulfat menandakan banyaknya kandungan kimia dari *nata de soya*, misalnya kadar air, kadar serat, dan senyawa-senyawa lain dalam *nata de soya*. Sumber karbon dan nitrogen ke dalam medium fermentasi tidak hanya mencukupi kebutuhan energi yang diperlukan bakteri, akan tetapi juga merangsang pembentukan selulosa yang lebih tebal, sehingga menghasilkan ketebalan yang tinggi (Nurika dkk, 2007).

Penurunan ketebalan dan berat *nata de soya* yang diperoleh pada penelitian ini dipengaruhi oleh penambahan amonium sulfat yang berlebihan. Bakteri mengalami denaturasi pada penambahan amonium sulfat 20 gram. Hal ini disebabkan bakteri *Acetobacter xylinum* tidak dapat memanfaatkan amonium sulfat yang berlebih sebagai sumber nitrogen, sehingga aktifitas bakteri *Acetobacter xylinum* menurun. Sedangkan pada penambahan 15 gram amonium sulfat mengalami ketebalan dan berat yang optimum.

Jumlah sumber nitrogen yang sesuai dalam medium akan merangsang mikroorganisme dalam mensintesa selulosa dan menghasilkan nata dengan ikatan selulosa yang kuat sehingga tidak mudah meluruh. Konsentrasi nitrogen (N) yang terlalu tinggi dapat menyebabkan proses pembentukan selulosa terhambat dan dapat mematikan aktifitas bakteri *Acetobacter xylinum* (Dewi, 2009).

Berat *nata de soya* yang dihasilkan semakin besar seiring dengan meningkatnya jumlah nutrisi yang ditambahkan pada medium tumbuh. Semakin banyak nutrisi yang tersedia, maka semakin banyak pula jalinan-jalinan selulosa yang dihasilkan sebagai produk metabolit sekunder. Jalinan-jalinan selulosa tersebut terus berikatan membentuk ikatan yang kokoh dan kompak. Berat *nata de soya* yang dihasilkan selain dipengaruhi oleh tebal tipisnya *nata de soya*, juga dipengaruhi oleh kekompakan ikatan. Semakin kompak ikatannya akan semakin bertambah beratnya. Hal ini disebabkan karena selama proses fermentasi, nutrisi terus menerus dipakai oleh *Acetobacter xylinum* untuk membentuk produk metabolisme. Nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri selama proses kehidupannya adalah makanan yang mengandung unsur C, H, O dan N yang berguna untuk menyusun protoplasma (Hastuti dan Hadi, 2009).

Kadar Air dan Kadar Serat

Kadar air dan kadar serat nata yang diperoleh dalam penelitian ini disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 3. Kadar Air dan Kadar Serat Nata dari Limbah Cair Tahu

Limbah Cair Tahu 500 mL + Amonium Sulfat (g)	Kadar Air (%)	Kadar Serat (%)
10	96,41	1,11
15	94,23	2,41
20	97,35	0,67
25	99,74	0,23

Berdasarkan tabel 3 kadar air dan kadar serat yang diperoleh mengalami tingkat yang berbeda-beda. Penambahan ammonium sulfat 15 gram mengalami penurunan kadar air dan peningkatan kadar serat, karena bakteri beraktivitas dengan baik sehingga kadar airnya rendah. Tetapi pada penambahan amonium sulfat 20 dan 25 gram mengalami peningkatan kadar air dan penurunan kadar serat. Hal ini disebabkan pada perlakuan ini nata dari limbah cair tahu yang dihasilkan mempunyai pori-pori besar. Sehingga kandungan air yang tinggi pada *nata de soya* diduga karena adanya komponen utama *nata de soya* yaitu air.

Kadar air terendah yang diperoleh dari penambahan ammonium sulfat 15 gram adalah 94,23% dan penambahan ammonium sulfat 10 gram diperoleh 96,41%. Nata yang terbentuk semakin tebal maka ruang yang tersedia bagi air menjadi lebih sedikit sehingga kadar air menjadi rendah. Penurunan kadar air berkaitan dengan kadar serat yang semakin meningkat karena serat berstruktur rapat maka air yang terperangkap dalam nata semakin manurun dengan demikian kekenyalan yang dihasilkan semakin keras.

Kadar serat tertinggi diperoleh pada penambahan amonium sulfat 15 gram 2,41% dan 10 gram amonium sulfat diperoleh 1,11%. Penambahan ammonium sulfat yang berlebihan akan menurunkan pH medium secara drastis sehingga menyebabkan kondisi fermentasi menjadi terlalu asam. Dengan adanya penambahan ammonium sulfat yang merupakan sumber nitrogen maka aktivitas dari bakteri *Acetobacter xylinum* menjadi lebih sempurna sehingga ketebalan lapisan nata de soya meningkat, tetapi penambahan sumber nitrogen yang terlalu banyak akan menurunkan kembali kadar serat (Edria dkk, 2008).

Begitu pula dengan penambahan ammonium sulfat yang sesuai dengan kebutuhan bakteri *Acetobacter xylinum* dapat meningkatkan *nata de soya* yang segar, kadar serat yang tinggi dan kadar air yang rendah. Namun pada penambahan ammonium sulfat yang terlalu banyak akan menghambat pembentukan *nata de soya*. Sehingga *nata de soya* yang dihasilkan menjadi kurang baik. Pada penelitian ini penambahan ammonium sulfat yang sesuai pada kebutuhan bakteri *Acetobacter xylinum* yaitu pada penambahan 15 gram ammonium sulfat.

Bakteri *Acetobacter xylinum* dapat mengubah gula menjadi selulosa. Selulosa yang terbentuk dalam media berupa benang-benang yang bersama-sama dengan polisakarida membentuk jaringan terus menerus menebal menjadi lapisan nata (Djajati dkk, ____). Besar kecilnya kadar serat dipengaruhi oleh kandungan nitrogen (N) dalam medium. Semakin besar kadar nitrogen (N) maka semakin besar pula kadar serat dalam *nata*. Nitrogen dalam medium akan dimanfaatkan oleh Bakteri *Acetobacter xylinum* untuk pembentukan sel-sel baru. Semakin banyak sel yang terbentuk akan memungkinkan pembentukan serat *nata* yang lebih banyak (Souisa dkk, 2007).

Tetapi pada hasil kadar serat pada penelitian ini tidak menunjukkan semakin besar kadar nitrogen (N) semakin besar pula kadar serat. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* mengalami penurunan aktivitas yang diberikan nitrogen berlebih. Secara keseluruhan hasil penelitian ini telah berhasil membuktikan bahwa limbah cair tahu yang selama ini hanya dibuang, ternyata dapat diubah menjadi sumber serat bagi tubuh kita dengan menjadikan sebagai bahan baku pembuatan nata.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tujuan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Produksi selulosa diperoleh dari media limbah cair tahu dilakukan penambahan gula pasir dan ammonium sulfat, sebagai pembentuk selulosa pada limbah cair tahu dan difermentasi selama 14 hari. Penambahan ammonium sulfat sangat berpengaruh terhadap pembentukan *nata de soya*. Dimana ketebalan, berat, kadar air, dan serat kasar yang dihasilkan bervariasi pada masing-masing penambahan amonium sulfat.
2. Kualitas *nata de soya* terbaik pada penambahan 15 gram ammonium sulfat dengan ketebalan 1,7 cm, berat 231,0 gram, kadar air terendah 94,23% dan kadar serat tertinggi 2,41%.

Saran

Penelitian selanjutnya dapat melanjutkan potensi penggunaan *nata de soya* sebagai bahan baku pembuatan kertas dan dapat menambahkan bekatul sebagai pengganti gula pasir.

DAFTAR PUSTAKA

- Bintang, M., 2010, *Biokimia Teknik Penelitian*, Jakarta: Erlangga.
- Dewi, S., 2009, *Pengaruh Jenis Gula dan Lama Inkubasi Terhadap Kualitas Nata De Milko Ditinjau dari Serat Kasar, Rendamen, dan Kadar Air*, Skripsi, Malang: Fakultas Peternakan Brawijaya
- Djajati, S., Sarofa, U., dan Syamsul A. *Pembuatan Nata De Manggo (Kajian: Konsentrasi Sukrosa dan Lama Fermentasi)*. Laporan hasil Penelitian Pusat Penelitian UPN "Veteran," Jawa Timur.
- Edria, D., Wibowo, M., dan Elvita K, *Pengaruh Penambahan Kadar Gula dan Kadar Nitrogen Terhadap Ketebalan, Tekstur dan Warna Nata De Coco*, Laporan Hasil Penelitian, Bogor: Pusat Penelitian IPB.
- Hastuti, B. dan Hadi, S., 2009, *Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gula Terhadap Kualitas Nata De Soya dari Limbah Cair Tahu*, Laporan Hasil Penelitian, Yogyakarta: Pusat Penelitian UNY.
- Macklin, B., 2009, *Limbah Tahu Cair Tahu Menjadi Biogas*, Bandung: Universitas Padjadjaran, (Online), <http://www.onlinebuku.com>, diakses pada 15 Juni 2011.
- Muzhoffar, B., 2000, *Isolasi Bakteri Acetobacter Xylinum dari Media Cair Fermentasi*, Laporan Hasil Penelitian, Sumatera Utara: Pusat Penelitian USU.
- Nurika, Hidayat, I. N., dan Anggraeni, Y., 2007, *Produksi Selulosa Menggunakan Kultur Kombucha Dari Limbah Cair Industri Tahu (Kajian Penambahan Sukrosa Dan Amonium Sulfat Serta Analisis Biaya Produksinya)*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol, 8 No.2, <http://isid.pdii.lipi.go.id>, diakses pada 10 Oktober 2012
- Pohan, N., 2008, *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Aerobik*, Tesis, Medan: Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Pusat Penelitian IPB, 2005, *Acetobacter Xylinum*, Laporan Hasil Penelitian, Bogor: Pusat Penelitian IPB.

- Pusat Penelitian USU, 2000, *Pembuatan Nata De Coco*, Laporan Hasil Penelitian, Sumatera Utara: Pusat Penelitian USU.
- Putra, B. P., 2008, *Karakteristik Selulosa Bakteri*, Laporan hasil penelitian Pusat Penelitian USU, Sumatera Utara.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 1997, *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, Yogyakarta: Liberty.
- Sulistyowati, E., dan Salirawati, D., 2008, *Pembuatan Nata dari Limbah Buah-buahan sebagai Alternatif Keaneka-ragaman Makanan*, (Laporan hasil penelitian Pusat Penelitian FMIPA UNY, Yogyakarta, 2008), h. 19-20.
- Winarno F. G., 2004, *Kimia Pangan dan Gizi*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, h. 46.
- Yuniarba, A. F., *Karbohidrat*, (Makalah Biokimia yang disajikan pada Kementrian Pendidikan Nasional di Universitas Brawijaya, Malang, 27 Maret 2012).