

**POTENSI LIMBAH CAIR TAHU SEBAGAI SUMBER NITROGEN PADA PRODUKSI SELULOSA BAKTERI****THE POTENTIAL OF TOFU LIQUID WASTE AS A NITROGEN SOURCE IN PRODUCTION OF BACTERIAL CELLULOSE**

Nur Arfa Yanti*, Sri Ambardini, Wa Ode Isra, Vidya Nur Riska Parakkasi

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo

Kampus Hijau Bumi Tridharma, Anduonohu, Kendari Sulawesi Tenggara, 93231

Corresponding author : nur.yanti@uho.ac.id

Received, 30 September 2019; Published 5 Januari 2020

Abstrak

Produksi selulosa bakteri (nata) pada umumnya menggunakan pupuk ZA (Amonium sulfat) atau urea sebagai sumber nitrogen. Penggunaan sumber nitrogen alami seperti limbah cair tahu dalam produksi selulosa bakteri, merupakan alternatif pengganti pupuk ZA yang lebih aman untuk dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen pada produksi selulosa bakteri. Produksi selulosa bakteri dilakukan menggunakan substrat air kelapa yang ditambahkan limbah cair tahu dengan perlakuan perbandingan antara air kelapa dan limbah cair tahu adalah 1 : 1; 1 : 3 dan 3 : 1. Fermentasi selulosa bakteri dilakukan dengan metode statis (diam) selama 14 hari menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Parameter yang diukur meliputi ketebalan, rendemen, kadar serat kasar dan kadar air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selulosa bakteri dapat diproduksi pada perlakuan perbandingan air kelapa dan limbah cair tahu 1 : 1 dan 3 : 1, namun perlakuan substrat dengan perbandingan air kelapa dan limbah cair tahu 1 : 3 tidak menghasilkan selulosa bakteri. Selulosa bakteri yang diproduksi menggunakan substrat air kelapa dan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen dengan perbandingan 1 : 1 memiliki ketebalan 15,03 mm, rendemen 13,25%, kadar serat 0,29% dan kadar air 86,76%, sedangkan selulosa bakteri dari substrat dengan perbandingan air kelapa dan limbah cair tahu 3 : 1 memiliki ketebalan 16,69 mm, rendemen 12,89%, kadar serat 0,28%, dan kadar air 87,11%. Dengan demikian, limbah cair tahu berpotensi digunakan sebagai sumber nitrogen untuk memproduksi selulosa bakteri.

Kata kunci : Selulosa bakteri, Limbah cair tahu, sumber nitrogen, nata.

Abstract

Production of bacterial cellulose (nata) generally uses ZA (ammonium sulphate) or urea as a nitrogen source. Utilization of natural nitrogen sources such as tofu liquid waste in the production of bacterial cellulose, is an alternative substitute for ZA which is safe for consumption. This study aims to determine the potential of tofu liquid waste as a source of nitrogen in the production of bacterial cellulose. The production of bacterial cellulose was carried out using a coconut water substrate added with tofu liquid waste by comparison treatment between coconut water and tofu liquid waste was 1: 1; 1: 3 and 3: 1. Bacterial cellulose fermentation was carried out by the static method for 14 days using *Acetobacter xylinum*. The parameters were measured include of thickness, yield, crude fiber content and moisture content. The results showed that bacterial cellulose could be produced in the ratio of coconut water and tofu liquid waste 1: 1 and 3: 1, but the treatment with ratio of coconut water and tofu liquid waste 1: 3 did not produce bacterial cellulose. Bacterial cellulose produced using coconut water substrate and tofu wastewater as a nitrogen source with a ratio of 1: 1 has a thickness of 15.03 mm, a yield of 13.25%, a fiber content of 0.29% and a moisture content of 86.76%, whereas bacterial cellulose from the substrate with a ratio of coconut water and tofu liquid waste 3: 1 has a thickness of 16.69 mm, yield of 12.89%, fiber content of 0.28%, and moisture content of 87.11%. Therefore, tofu liquid waste has the potential to be used as a source of nitrogen to produce bacterial cellulose.

Keywords : Bacterial cellulose, tofu liquid waste, nitrogen source, nata

Pendahuluan

Produksi selulosa bakteri dari air kelapa yang lebih dikenal dengan nata de coco, pada umumnya menggunakan pupuk ZA (ammonium sulfat) atau urea sebagai sumber nitrogen. Penggunaan ZA dalam produk makanan, seperti nata de coco sebenarnya tidak berbahaya bagi kesehatan apabila senyawa yang digunakan adalah ZA *food grade*, serta penggunaan yang tidak melebihi ambang batas maksimum yakni 0,5 % dari seluruh bahan (Widiyaningrum dkk., 2017). Namun, penggunaan pupuk ZA dalam pembuatan nata de coco tidak memenuhi standar pangan karena ZA tersebut lebih dikhususkan untuk pupuk tanaman, selain itu ZA merupakan sumber nitrogen yang bukan berasal dari bahan alami (Widiyaningrum dkk., 2017). Oleh karena itu, diperlukan sumber nitrogen dalam pembuatan nata de cocoyang bersifat alami dan lebih aman bagi kesehatan.

Salah satu bahan organik yang mengandung protein tinggi adalah limbah cair tahu yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nitrogen pengganti ZA. Menurut Hikmah (2016), kandungan protein limbah cair tahu mencapai 40-60 %, karbohidrat 25-50 %, lemak 10 %, vitamin B terlarut dalam air, lesitin dan oligosakarida, dan kandungan nitrogennya sebesar 0,0742% (Mulyaningsih dkk., 2013). Kandungan nutrisi limbah cair tahu, khususnya nitrogen yang cukup tinggi sangat potensial sebagai substrat pertumbuhan bakteri termasuk bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai bakteri penghasil selulosa bakteri. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen pada produksi selulosa bakteri dari air kelapa (nata de coco).

Metode Penelitian

Bahan dan Alat

Bahan utama dalam pembuatan selulosa bakteriadalah limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen yang diperoleh dari industri tahu di desa Belatu kecamatan Pondidaha kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. Inokulum bakteri *Acetobacter xylinum* yang digunakan adalah bakteri asam asetat lokal yang diisolasi dari limbah kulit nenas dan dipersiapkan dalam bentuk inokulum cair (starter) menggunakan air kelapa sebagai substratnya.

Peralatan dalam pembuatan selulosa bakteri (nata de coco) meliputi toples kaca untuk wadah fermentasi dengan diameter = 6 cm, tinggi = 9 cm dan luas permukaan 56.4 cm², kertas lakmus untuk mengukur pH. Alat untuk analisa kadar serat, rendemen dan kadar air selulosa adalah neraca analitik dan oven, sedangkan untuk mengukur ketebalan menggunakan jangka sorong.

1. Produksi Selulosa Bakteri

Produksi selulosa bakteri dilakukan menggunakan substrat air kelapa dan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen dengan perlakuan perbandingan antara air kelapa dan limbah cair tahu yaitu 1 : 1; 3 : 1 dan 1 : 3., dan sebagai kontrol digunakan ZA sebagai sumber nitrogen sebanyak 0,5% (b/v). Asam asetat glasial digunakan untuk mengatur pH media sekitar 4-5. Inokulum bakteri *A.xylinum* ditambahkan pada media produksi sebagai starter sebanyak 10% (v/v). Fermentasi dilakukan selama 14 hari pada suhu ruang menggunakan wadah kaca danditutup menggunakan koran. Lapisan selulosa yang terbentuk setelah akhir fermentasi, diangkat dari wadah fermentasi dan dicuci dengan air hingga bersih. Selanjutnya, dilakukan pengukuran parameter selulosa bakteri yang meliputi ketebalan, rendemen, kadar serat dan kadar air yang dilakukan sebanyak 3 ulangan.

2. Pengukuran Parameter

Ketebalan selulosa bakteri diukur menggunakan jangka sorong pada 5 tempat yang berbeda. Nilai ketebalan selulosa bakteri yang diperoleh, merupakan rata-rata hasil pengukuran dari lima tempat yang berbeda.

Penentuan rendemen selulosa bakteri diperoleh dengan cara : lapisan selulosa bakteri yang terbentuk dinetralkan dan dicuci dengan air beberapa kali lalu ditiriskan selama ± 30 menit hingga jumlah air minimum dan ditimbang untuk mengetahui berat basah. Selanjutnya, perhitungan Rendemen bioselulosa dilakukan berdasarkan rumus yang dilaporkan oleh Goh et al. (2012):

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat basah selulosa bakterial } \left(\frac{g}{L}\right)}{\text{Volume substrat (mL)}} \times 100\%$$

Penentuan kadar serat kasar selulosa bakteri dilakukan menggunakan metode gravimetri seperti yang dilaporkan oleh Sudarmadji dkk. (1997).

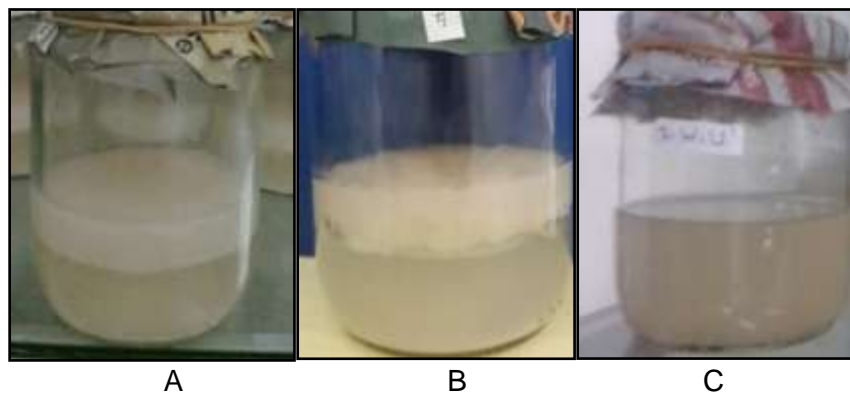
Kadar air selulosa bakteri yang dihasilkan diukur berdasarkan berat basah dan berat kering. Berat basah ditentukan seperti yang dijelaskan pada analisis rendemen selulosa. Berat kering selulosa ditentukan dengan cara lapisan selulosa yang telah ditimbang berat basahnya, dilakukan pengepresan untuk mengurangi kadar air dengan tekanan 300 Psi, lalu dioven pada suhu 125°C selama 10 menit. Kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit sampai tercapai berat yang konstan. Kadar air dihitung dengan rumus yang dilaporkan oleh Iskandar dkk. (2010) :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat basah}} \times 100$$

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Produksi selulosa bakteri pada substrat air kelapa menggunakan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen dilakukan selama 14 hari. Pembentukan selulosa bakteri (nata) ditandai dengan terbentuknya lapisan selulosa di permukaan media, seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Produksi selulosa bakteri air kelapa (nata de coco) dengan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen. A. 1 : 1, B. 3 : 1, C. 1 : 3.

Gambar 1 menunjukkan bahwa selulosa bakteri terbentuk pada media dengan perbandingan air kelapa dan limbah cair tahu 1 : 1 (A) dan 3 : 1 (B), sedangkan media dengan perbandingan air kelapa dan limbah cair tahu 1 : 3 (C) tidak terbentuk lapisan selulosa. Lapisan selulosa bakteri yang tidak terbentuk pada media dengan perbandingan air kelapa dan limbah cair tahu 1 : 3, mungkin disebabkan karena kadar nitrogen pada media, melebihi yang

dibutuhkan untuk sintesis selulosa oleh bakteri. Kadar nitrogen pada media dengan berbagai perlakuan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar nitrogen pada media produksi selulosa bakteri dengan perlakuan perbandingan air kelapa dan limbah cair tahu

| Perlakuan media produksi air kelapa : limbah cair tahu | Kadar Nitrogen (%) |
|--------------------------------------------------------|--------------------|
| A (1 : 1) | 2,00 |
| B (3 : 1) | 1,87 |
| C (1 : 3) | 2,48 |

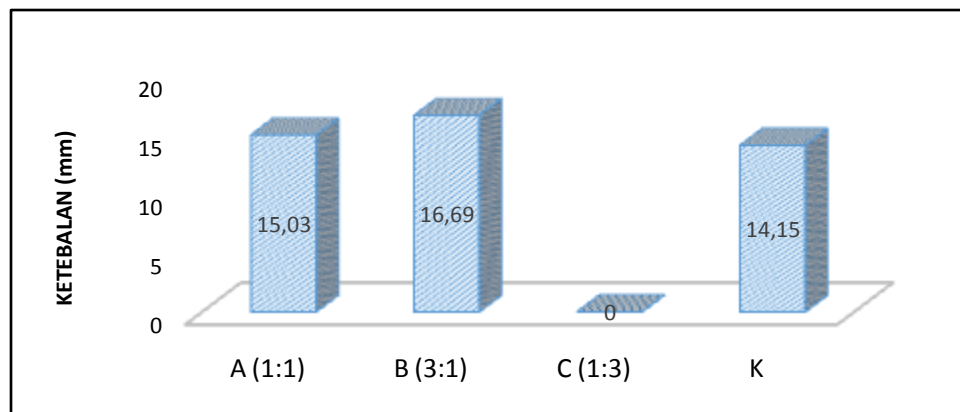
Berdasarkan kadar nitrogen pada media produksi pada Tabel 1, diketahui bahwa media dengan perbandingan air kelapa dan limbah cair tahu 1 : 3, kandungan nitrogennya lebih tinggi, yaitu 2,48% dibandingkan pada perlakuan air kelapa dan limbah cair tahu 1 : 1 (2,0%) dan 3 : 1 (1,87%). Walaupun pada perlakuan media 1 : 3 kadar nitrogennya paling tinggi dibandingkan 2 perlakuan lainnya (Tabel 1), namun kondisi media tersebut tidak mendukung pembentukan selulosa oleh bakteri.

Parameter selulosa bakteri yang diukur meliputi ketebalan, rendemen, kadar serat dan kadar air. Pengukuran parameter tersebut dilakukan untuk mengetahui produksi dan kualitas selulosa yang dihasilkan.

Ketebalan Selulosa Bakteri

Ketebalan maksimal selulosa yang dihasilkan dari air kelapa dengan limbah cair tahu sebagai sumber N dicapai setelah diinkubasi selama 14 hari. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ahmad dkk. (2019), juga melaporkan bahwa selulosa bakteri dari limbah cair sagu mencapai ketebalan maksimal pada hari ke-14 inkubasi. Ketebalan selulosa bakteri dari air kelapa yang menggunakan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen ditampilkan pada Gambar 2.

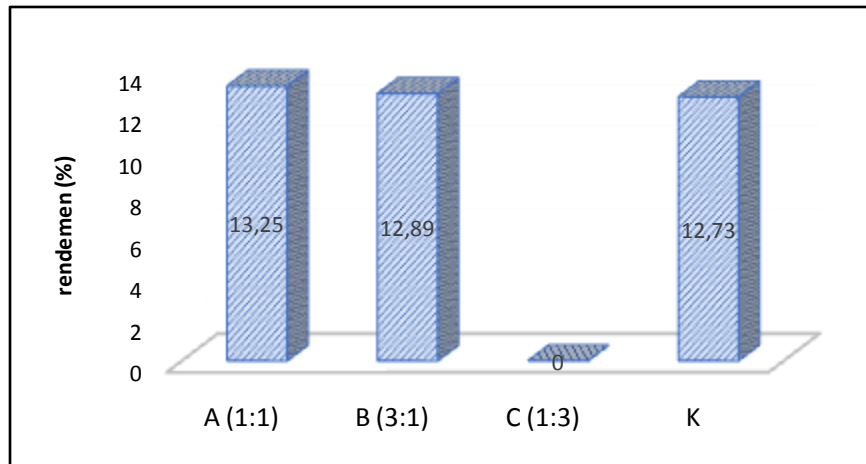
Gambar 2 menunjukkan bahwa ketebalan selulosa bakteri yang terbentuk pada media yang menggunakan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen lebih tinggi dibandingkan ketebalan selulosa bakteri pada kontrol (K) yaitu media yang menggunakan ZA sebagai sumber nitrogennya. Hal ini mengindikasikan bahwa limbah cair tahu sangat potensial digunakan sebagai sumber nitrogen pengganti ZA pada produksi selulosa bakteri dari media air kelapa (nata de coco).



Gambar 2. Ketebalan selulosa bakteri dari media air kelapa dengan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen setelah 14 hari fermentasi.

Rendemen Selulosa Bakteri

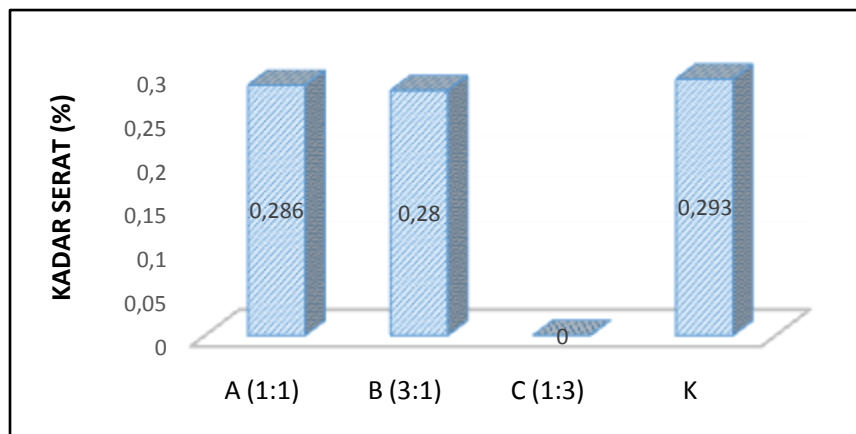
Rendemen produk menggambarkan persentase produk yang dihasilkan dalam suatu substrat. Rendemen selulosa bakteri yang diproduksi dari air kelapa dengan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen, ditampilkan pada Gambar. 3. Berdasarkan data pada Gambar 3, menunjukkan bahwa rendemen selulosa bakteri pada media yang menggunakan limbah cair tahu lebih tinggi (13,25% dan 12,89%) dibandingkan rendemen selulosa bakteri pada kontrol yang menggunakan ZA sebagai sumber N.



Gambar 3. Rendemen selulosa bakteri dari media air kelapa dengan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen.

Kadar Serat Selulosa Bakteri

Selulosa bakteri atau nata dikenal juga sebagai makanan kaya serat. Serat kasar selulosa bakteri merupakan hasil perombakan gula pada medium fermentasi oleh aktivitas *Acetobacterxylinum* (Anastasia dan Eddy, 2008). Kadar serat selulosa bakteri dari media yang menggunakan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen ditampilkan pada Gambar 4.



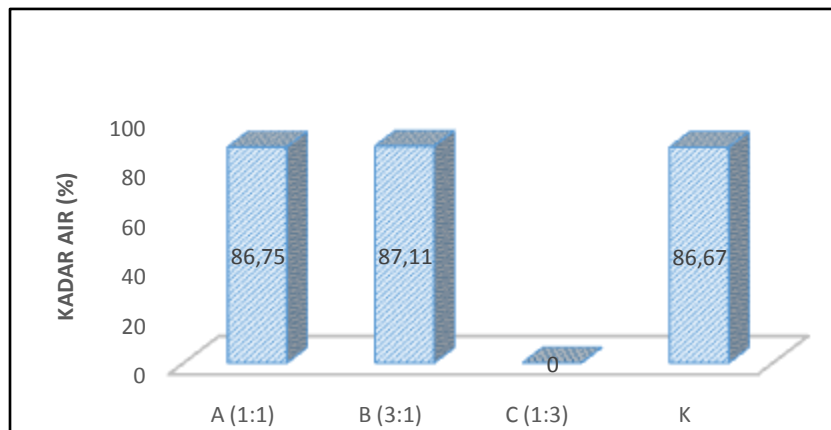
Gambar 4. Kadar serat selulosa bakteri dari media air kelapa dengan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen

Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar serat selulosa bakteri yang dihasilkan dari media air kelapa dengan ZA sebagai sumber nitrogennya (K : kontrol) lebih tinggi yakni 0,29% dibandingkan kadar serat selulosa bakteri dari media yang menggunakan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen, yakni 0,28%. Hal ini disebabkan karena kadar nitrogen media yang

menggunakan ZA lebih tinggi yaitu 9,6% dibandingkan media yang menggunakan limbah cair tahu yaitu 1,87-2% (Tabel 1), sehingga kadar serat selulosa bakteri dari media dengan ZA sebagai sumber N lebih tinggi. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Safitri dkk. (2017) dan Yanti *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi nitrogen pada media produksi maka kadar serat selulosa bakterisemakin tinggi pula. Salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah serat dalam *nata* yaitu kandungan nitrogen dalam bahan serta kerapatanjalinan selulosa bakteri *A. xylinum*.

Kadar Air Selulosa Bakteri

Kadar air selulosa bakteri menggambarkan persentase air yang terperangkap dalam selulosa. Aktivitas bakteri *A. xylinum* mengkonversi gula menjadi selulosa, menyebabkan air pada media fermentasi berkurang karena selama pembentukan lapisan selulosa, rongga-rongga yang terdapat dalam selulosa akan terisi oleh air sehingga selulosa menjadi tebal dan mengandung air kurang lebih 95-98% dan 2-5% selulosa (Chawla *et al.* 2009). Kadar air selulosa bakteri yang diperoleh dari media air kelapa dengan limbah cair tahu sebagai sumber N, disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kadar air selulosa bakteri dari media air kelapa dengan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen

Data pada Gambar 5 menunjukkan bahwa kadar air selulosa bakteri dari media yang menggunakan limbah cair tahu sebagai sumber N lebih tinggi dibandingkan kadar air selulosa dari media dengan ZA sebagai sumber N. Kadar air selulosa bakteri tertinggi diperoleh dari media dengan perbandingan air kelapa dan limbah cair tahu 3 : 1 (B), selanjutnya perlakuan 1 : 1 (A) dan terendah diperoleh dari media yang menggunakan ZA (K). Kadar air selulosa bakteri yang diperoleh pada penelitian ini (Gambar 5) berkesesuaian dengan ketebalan selulosa bakteri (Gambar 2). Pada penelitian ini diketahui bahwa semakin tebal lapisan selulosa yang terbentuk, maka kadar airnya semakin tinggi pula.

Pembahasan

Limbah cair tahu dapat digunakan sebagai sumber nitrogen pada produksi selulosa bakteri dari substrat air kelapa (*nata de coco*). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penambahan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen pada produksi *nata de coco* dengan perbandingan substrat air kelapa dan limbah cair tahu 1 : 1 dan 3 : 1 memiliki kadar nitrogen yang sesuai untuk produksi selulosa bakteri, sedangkan kadar nitrogen pada perbandingan substrat 1 : 3, telah melebihi kadar maksimum yang dibutuhkan oleh bakteri penghasil selulosa (*nata*). Hasil ini sesuai dengan penelitian Yanti dkk., (2017) yang melaporkan bahwa

kandungan nitrogen pada media produksi yang melebihi kadar maksimum, akan menurunkan produksi selulosa. Hamad & Kristiono (2013) juga menyatakan bahwa nitrogen dibutuhkan dalam produksi selulosa bakteri (nata), namun jika nitrogen dalam media berlebihan maka sisa nitrogen akan memberikan efek menurunkan produk nata yang dihasilkan.

Pelikel selulosa bakteri yang terbentuk dipermukaan media, terjadi lembaran demi lembaran yang semakin lama semakin tebal seiring dengan waktu inkubasi. Ketebalan selulosa bakteri yang terbentuk, menggambarkan produksi selulosa dari substrat tersebut. Pelikel selulosa terbentuk karena aktivitas bakteri *A. xylinum* dan pengapungan pelikel selulosa di permukaan media disebabkan oleh gas karbon dioksida yang dihasilkan secara lambat oleh bakteri tersebut (Esa *et al.* 2014).

Ketebalan selulosa bakteri yang dihasilkan pada media air kelapa dengan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen yang ditampilkan pada Gambar 2, mengindikasikan bahwa penggunaan sumber nitrogen organik (limbah cair tahu) pada media produksi lebih baik untuk membentuk lapisan selulosa dibandingkan sumber nitrogen anorganik (ZA). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilaporkan oleh Fifendy dkk. (2011) bahwa penggunaan sumber nitrogen organik ekstrak kecambah dapat menghasilkan ketebalan *nata de kakao* yang lebih baik dibanding penggunaan ZA. Widiyaningrum dkk. (2017) juga melaporkan bahwa ketebalan *nata de coco* dengan penggunaan ekstrakkecambah kacang hijau sebagai sumber nitrogen organik, tidak berbeda nyata dibanding penggunaan ZA. Produksi selulosa bakteri oleh *A.xylinum* diketahui juga berdasarkan rendemennya, selain ketebalan lapisan selulosa yang terbentuk.

Produksi selulosa bakteri yang ditunjukkan berdasarkan rendemen yang ditampilkan pada Gambar 3, mengindikasikan bahwa limbah cair tahu lebih baik digunakan sebagai sumber nitrogen untuk produksi selulosa bakteri dibandingkan ZA. Hal ini mungkin disebabkan karena limbah cair tahu mengandung nutrisi yang lebih kompleks selain nitrogen yang dapat meningkatkan aktivitas bakteri, sedangkan ZA hanya menyediakan nitrogen saja. Hasil penelitian Safitri dkk. (2017) juga melaporkan bahwa penggunaan sumber nitrogen organik, seperti kecambah kedelai menghasilkan rendemen nata yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan urea. Fifendy dkk. (2011) menyatakan bahwa penggunaan sumber nitrogen organik pada produksi nata, lebih menguntungkan dibandingkan sumber nitrogen anorganik, karena sumber nitrogen organik dapat menyediakan nutrisi lain selain nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan aktivitas bakteri mensintesis selulosa.

Kualitas selulosa bakteri yang diproduksi menggunakan limbah cair tahu, perlu diketahui untuk pemanfaatannya sebagai makanan. Karakteristik selulosa bakteri yang menggambarkan kualitasnya adalah kadar serat kasar dan kadar air. Serat kasar merupakan komponen pangan yang tidak dapat dicerna dan dapat mengikat komponen bahan makanan lain seperti protein, lemak dan gula membentuk senyawa kompleks sehingga senyawa tersebut dapat dicerna. Serat kasar yang dihasilkan oleh *nata* dapat berfungsi sebagai makanan rendah kalori yang diperlukan sebagai makanan diet yang dapat mencegah penimbunan lemak di dalam tubuh dan mencegah kanker usus (Sutanto dan Rahayu, 2013).

Kadar serat selulosa bakteri yang diproduksi dari media air kelapa dengan limbah cair tahu sebagai sumber N, berkisar 0,28%, tidak berbeda jauh dengan kadar serat selulosa bakteri yang dihasilkan dari media dengan ZA sebagai sumber N, yaitu 0,29% (Gambar 4). Kadar serat kasar selulosa bakteri yang dihasilkan pada media air kelapa dengan limbah cair tahu sebagai sumber N, memenuhi standar nasional Indonesia (SNI) untuk digunakan sebagai makanan kaya serat (nata) yakni kurang dari 4,5%. Patria dkk. (2013) menyatakan bahwa kandungan serat kasar melebihi 4,5%, akan menyebabkan kekenyalan nata tinggi sehingga tidak mudah putus pada saat dikonsumsi.

Kadar air selulosa bakteri juga merupakan karakter penting yang diperlukan untuk mengetahui kualitasnya sebagai makanan diet, selain kadar serat. Selulosa bakteri (nata) yang memiliki kadar air tinggi sangat baik digunakan untuk keperluan diet (Esa *et al.*, 2014). Kadar

air selulosa bakteri yang dihasilkan dari media dengan limbah cair tahu sebagai sumber N, berkisar 86-87% (Gambar 5). Berdasarkan standar nata de coco yang ditetapkan oleh Puslitbang LIPI (2012), bahwa kadar air nata de coco yang baik untuk dikonsumsi adalah $\geq 80\%$, maka selulosa bakteri yang dihasilkan dengan menggunakan limbah cair tahu sebagai sumber N, memenuhi standar untuk dikonsumsi.

Berdasarkan hasil penelitian ini juga diketahui bahwa kadar air selulosa bakteri berhubungan dengan ketebalan lapisan selulosa yang terbentuk, yakni semakin tinggi kadar airnya maka ketebalan selulosanya juga semakin tinggi. Selulosa bakteri mampu menyerap air dan menyimpan air dalam rongga/pori-pori pelikel selulosa. Air yang terperangkap dalam pelikel selulosa menyebabkan lembaran selulosa semakin tebal (Mohammad *et al.* 2014). Selulosa bakteri yang kadar airnya rendah dan ketebalan selulosanya rendah, seperti selulosa bakteri dari media kontrol (menggunakan sumber nitrogen ZA) pada Gambar 5, mengindikasikan bahwa jaringan selulosanya terjalin rapat sehingga tidak terbentuk rongga tempat air terperangkap. Chawla *et al.* (2009) menyatakan bahwa pertumbuhan bakteri yang optimum akan membuat bakteri mengubah glukosa menjadi selulosa lebih optimal dan mengakibatkan selulosa yang terbentuk semakin tebal dan jaringan selulosa akan semakin rapat sehingga air yang terperangkap semakin kecil yang mengakibatkan kadar air selulosa menjadi rendah.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka disimpulkan bahwa limbah cair tahu sangat potensial digunakan sebagai sumber nitrogen untuk produksi selulosa bakteri dari substrat air kelapa. Perbandingan substrat air kelapa dan limbah cair tahu yang terbaik dalam produksi selulosa bakteri adalah 1 : 1.

Daftar Pustaka

- Ahmad, SW., Yanti, NA. & Muhiddin, NH., 2019. Pemanfaatan Limbah Cair Sagu untuk memproduksi Selulosa Bakteri, *Jurnal Biologi Indonesia* 15(1) : 33-39.
- Anastasia, N.& Eddy, A., 2008, Mutu Nata De Seaweed dalam Berbagai Konsentrasi Sari Jeruk Nipis, *Prosiding*, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Balai Mikrobiologi Puslitbang Biologi LIPI Bogor, 2012, Produksi Bioteknologi Pangan, Bogor.
- Chawla, PR., Bajaj, IB., Survase, SA. & Singhal, RS., 2009. Microbial Cellulose: Fermentative Production and Applications, *Food Technol. Biotechnol.* 47(2) : 107–124
- Esa, F., Tasirin, ST. & Rahman, NA. 2014., Overview of Bacterial Cellulose Production and Application, *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 2 : 113 – 119.
- Fifendy, M., Putri, DH. dan Maria, SS., 2011, Pengaruh Penambahan Touge sebagai Sumber Nitrogen terhadap Mutu Nata De Kakao, *Jurnal Sainstek*, 3 (2): 165-170
- Goh, WN., Rosma A., Kaur, B., Fazilah, A., Karim AA. & Rajeev Bhat., 2012. Fermentation of black tea broth (Kombucha): I. Effects of sucrose concentration and fermentation time on the yield of microbial cellulose. *International Food Research Journal*, 19 (1): 109-117.
- Hamad, A. dan Kristiono. 2013, Pengaruh Penambahan Sumber Nitrogen terhadap Hasil Fermentasi Nata De Coco, *Jurnal Momentum*, 9(1) : 62-65
- Hikmah, N., 2016, Pengaruh Pemberian Limbah Tahu terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.), *Jurnal Agrotropika Hayati*, 3(3) : 46-52
- Iskandar, Zaki, M., Mulyati, S., Fathanah, U., Sari, I. & Juchairawati. 2010. Pembuatan Film Selulosa dari Nata de Pina, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7 (3) : 105-111.
- Mulyaningsih, R., Sunarto, W., dan Presetya AT., 2013, Peningkatan NPK Pupuk Organik Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tepung Tulang Ayam, *Jurnal Teknologi Sains*, 11 (1): 73-82.

- Mohammad, SM., Rahman, NA., Khalil, MS. & Abdullah, SRS. 2014. An Overview of Biocellulose Production Using *Acetobacter xylinum* Culture. *Advances in Biological Research*, 8 (6): 307-313.
- Patria, A., Muzaifa, M. & Zurrahmah, 2013. Pengaruh Penambahan Gula dan Amonium Sulfat terhadap Kualitas Nata de Soya. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 5 (3) : 1-5.
- Safitri, MP., Caronge, MW. & Kadirman, 2017, Pengaruh Pemberian Sumber Nitrogen dan Bibit Bakteri *Acetobacter xylinum* terhadap Kualitas Hasil Nata De Tala, *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3 : 95-106
- SNI 01-2881-1996, *Standar Mutu Produk Nata dalam Kemasan*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Sudarmadji, S., Haryono, B. & Suhardi, 1997, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, Liberty, Yogyakarta.
- Sutanto, RS., & Rahayu, A., 2013, Pengaruh Pemberian pH Substrat terhadap Kadar Serat, Vitamin C dan Tingkat Penerimaan *Nata De Cashew (Anacardium occidentale L.)*, *Jurnal Perguruan Tinggi Gizi*, 2 (1): 200-206
- Widyaningrum, P., Mustikamungtyas, D. dan Prayono, B., 2017, *Evaluasi Sifat Fisik Nata De Coco dengan EkstrakKecambah sebagai Sumber Nitrogen*, Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains dan Teknologi FMIPA, Universitas Muhammadiyah Semarang
- Yanti, NA., Ahmad, SW., Tryaswati, D. & Nurhana, A. 2017. Pengaruh Penambahan Gula dan Nitrogen pada Produksi Nata de coco, *BioWallacea* 4(1) : 540-545.
- Yanti, NA., Ahmad, SW., & Muhiddin, NH. 2019. Characteristics of Biocellulose from Sago Liquid Waste with Different Ammonium Sulfate Concentration, *International journal of ecophysiology* 1 (1) : 54-62.