

ISSN: 2442 - 2622

BioWallacea

Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi

Vol.3 No. 1 Januari 2017



ISSN: 2442-2622

BioWallacea

Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi

Vol. 1 No. 1 Januari 2015

Ketua Dewan Editor

Faturrahman (~2017)

Editor Pelaksana

Immy Suci Rohyani (~2017)

Dewan Editor

I Made Sudarma (~2017), Surya Hadi (~2017), Islamul Hadi (~2017), I Wayan Suana (~2017), Galuh Tresnani (~2017), Aida Muspiah (~2017), Suropto (~2017), Evy Aryanti (~2017), Hilman Ahyadi (~2017), Mursal Ghazali (~2017), Sukiman (~2017), dan Sri Puji Astuti (~2017)

Teknik Editor

Muhsinul Ihsan (~2017), Lalu Achmad Tantilar WSK. (~2017), Supriadi (~2017), dan Novita Hidayatun Nufus (~2017)

Menejer Bisnis

Rina Kurnianingsih (~2017)

Penerbit

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram

Alamat Redaksi

Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram;
Telp/Fax : 0370-646506; Email : biologi.fmipa@unram.ac.id; Twitter : biologifmipaunram;
Fb : biologifmipa universitas mataram

DAFTAR ISI

BioWallacea

Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi
Vol. 3 No. 1 Januari 2017

Artikel

- | | | |
|--|---|-------|
| IDENTIFIKASI MAKROFUNGI <i>EDIBLE</i> DI KAWASAN HUTAN TWA SURANADI KABUPATEN LOMBOK BARAT | Ahmad Hapiz, Faturrahman, Sukiman | 1-6 |
| STRUKTUR POPULASI KERUING (<i>Dipterocarpus Retusus</i> Blume) DI TAMAN NASIONAL GUNUNG RINJANI | Kenny Aprilliani | 7-11 |
| AKTIVITAS HARIAN MONYET EKOR PANJANG (<i>Macaca fascicularis</i>) DI KAWASAN PURA GUNUNG PENGSONG LOMBOK BARAT | I Gusti Made Aryama, Jelantik, Islamul Hadi, Galuh Tresnani | 12-17 |
| TUMBUHAN BERBAHAYA DAN BERACUN CAGAR ALAM JAWA BARAT | Harni Mutia Sari, Joko Kusmoro | 18-28 |
| FENOMENA “NYALÉ” (<i>Eucine veridis</i>) SEBAGAI BIO INDIKATOR SIFAT HUJAN BERBASIS KEARIFAN LOKAL MASYARAKAT LOMBOK | Mahrup, Mansur Ma'shum, Muhamad Husni Idris, Ismail Yasin | 29-37 |
| PENDEKATAN DIAGNOSIS MOLEKULER AVIAN INFLUENZA VIRUS DAN NEWCASTLE DISEASE VIRUS PADA KASUS LAPANGAN | Maya Ekaningtias, Hastari Wuryastuty, Raden Wasito | 38-46 |
| KEMAMPUAN PRODUKSI SELULOSA ISOLAT <i>Gluconacetobacter xylinus</i> ANG-29 DALAM MEDIA DASAR AIR KELAPA DAN LIMBAH CAIR TAHU | Sarkono, Ernin Hidayati, Aida Muspiah, Faturrahman | 47-52 |
| IDENTIFIKASI JENIS-JENIS BENALU (LORANTHACEAE) DI RESORT KEMBANG KUNING TAMAN NASIONAL GUNUNG RINJANI LOMBOK TIMUR | Baiq Sukma Arianti, Tri Mulyaningsih, Evy Aryanti | 53-58 |



KEMAMPUAN PRODUKSI SELULOSA ISOLAT *Gluconacetobacter xylinus* ANG-29 DALAM MEDIA DASAR AIR KELAPA DAN LIMBAH CAIR TAHU

Sarkono¹, Ernin Hidayati¹, Aida Muspiah¹, Faturrahman¹

¹Program Studi Biologi Fakultas MIPA Universitas Mataram. Jln Majapahit No 62 Mataram. Telp: +6281328076610, e-mail: sarkonobiologi@gmail.com

ABSTRAK

Produksi selulosa pada bakteri dipengaruhi banyak faktor, diantara yang terpenting adalah kemampuan strain bakteri starter dalam memproduksi selulosa. Penelitian mengenai eksplorasi strain bakteri asam asetat penghasil selulosa (nata) telah dilakukan oleh banyak peneliti, namun demikian penelitian semacam ini masih senantiasa diperlukan untuk mendapatkan strain produser selulosa yang unggul. Penelitian terdahulu telah berhasil mengisolasi strain bakteri asam asetat dari inokulum nata dan buah tropis. Dari penelitian tersebut didapatkan beberapa isolat bakteri produser selulosa potensial diantaranya *Gluconacetobacter xylinus* ANG-29. Isolat ini telah dikarakterisasi secara fenotipik dan molekular berdasarkan sequen gen 16S rRNA. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari kemampuan pertumbuhan dan produksi selulosa (nata) isolat bakteri asam asetat strain lokal *Gluconacetobacter xylinus* ANG-29 pada medium dasar air kelapa dan limbah cair tahu. Isolat diambil dari kultur stok dan ditumbuhkan pada media Hestrin-Schramm, selanjutnya ditumbuhkan pada media starter. Kultur starter selanjutnya digunakan sebagai inokulum pada 5 kombinasi medium dasar yang disuplementasi sumber karbon gula pasir 5% dan sumber nitrogen ammonium sulfat 0,5%. Faktor lingkungan dikondisikan seragam yakni pH awal 5, suhu inkubasi 30°C, konsentrasi inokulum 10% dan metode fermentasi statis. Semua perlakuan diukur dengan parameter yang sama yaitu ketebalan, berat basah dan berat kering selulosa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selulosa yang diproduksi dengan 5 macam medium kombinasi air kelapa dan limbah cair tahu tidak berbeda morfologi tetapi berbeda ketebalan, berat basah dan berat kering. Limbah cair tahu dapat mensubstitusi 50% air kelapa sebagai medium dasar produksi selulosa bakteri.

Kata Kunci: *Gluconacetobacter xylinus*, air kelapa, limbah cair tahu, bakteri selulosa

PENDAHULUAN

Selulosa merupakan homopolimer yang tidak bercabang dari residu glukosa yang terhubung dengan ikatan β -1,4 glikosidik. Unit berulang pada sintesis polimer ini terdiri dari dua molekul glukosa yang berikatan dimana salah satu molekulnya berotasi 180 derajat terhadap molekul yang lain. Selain dihasilkan oleh tumbuhan, selulosa juga dihasilkan oleh mikrobia, utamanya bakteri. Selulosa yang diproduksi oleh bakteri mempunyai kelebihan dari kemurnian struktur kimianya, berbeda dengan selulosa tumbuhan yang biasanya berasosiasi dengan lignin dan hemiselulosa (Brown Jr. *et al.*, 1976). Sifat unik selulosa bakteri terutama kemurniannya telah menarik banyak peneliti untuk menerapkan selulosa bakteri pada berbagai aplikasi seperti pembuatan kertas (Nishi *et al.*, 1990), membran (Shibashaki

et al., 1993; Iguchi *et al.*, 2000), industri makanan (Miranda *et al.*, 1965) dan sebagai biomaterial untuk aplikasi pengobatan (Cienchanska, 2004). Selain kemurniannya, selulosa bakteri memiliki indeks kristanilitas, derajat polimerisasi, daya renggang, dan daya serap air tinggi (Shoda dan Sugana, 2005; Chawla *et al.*, 2009).

Efisiensi produksi selulosa (nata) untuk berbagai aplikasi selain ditentukan oleh kemampuan strain bakteri dalam menghasilkan selulosa, juga ditentukan oleh tersedianya medium yang murah secara kontinyu. Penggunaan limbah air kelapa sebagai media dasar saat ini menjadi kurang efisien dengan semakin banyaknya kompetitor pengguna air kelapa untuk keperluan lainnya, sehingga berakibat harga air kelapa menjadi mahal. Oleh karena itu penggunaan bahan lain sebagai

medium dasar produksi selulosa bakteri harus senantiasa dilakukan. Di wilayah Nusa Tenggara Barat salah satu limbah yang potensial digunakan sebagai alternatif adalah limbah cair tahu. Sejauh ini limbah cair tahu masih dibuang begitu saja ke lingkungan, sehingga tidak bermanfaat dan bahkan menimbulkan permasalahan lingkungan, terutama di Kota Mataram.

Penelitian terdahulu telah dilakukan untuk mengisolasi bakteri produser selulosa dari inokulum nata dan berbagai jenis buah seperti anggur, salak, jambu biji, jeruk, nanas dan manggis dan menghasilkan beberapa isolat potensial yang sudah diidentifikasi secara fenotipik maupun molekular berdasarkan sekuen gen 16S rRNA. Diantara isolat yang potensial adalah isolat *Gluconacetobacter xylinus* ANG-29 yang diisolasi dari buah Anggur (Sarkono *et al.*, 2014). Isolat ini mampu memproduksi selulosa sebesar 1,59 gram berat kering per 100 ml pada medium dasar air kelapa dengan suplementasi sumber karbon berupa gula pasir 5% dan sumber nitrogen ammonium sulfat sebanyak 0,5%. Kondisi lingkungan yang optimal adalah pH awal 5, suhu inkubasi 30°C dalam waktu inkubasi sela 7 hari dengan metode fermentasi statis. Sebagai langkah lanjutan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya adalah dengan menguji kemampuan tumbuh dan produksi selulosa isolat ini pada berbagai substrat, terutama substrat yang murah dan tersedia sepanjang waktu. Berbagai macam limbah pengolahan pangan yang banyak mengandung bahan organik diduga merupakan substrat yang potensial untuk diuji sebagai substrat dasar untuk memproduksi selulosa bakteri, sekaligus menjadi solusi atas permasalahan lingkungan yang ditimbulkannya. Salah satu jenis limbah yang potensial adalah limbah cair tahu.

Limbah cair tahu (whey) merupakan limbah cair pada produksi tahu dengan bahan baku kedelai. Kandungan gizi terutama kandungan gula, dan protein terlarutnya masih tinggi. Apabila tidak ditangani limbah whey akan mencemari lingkungan dan menimbulkan bau busuk. Timbulnya bau busuk disebabkan oleh terjadinya penguraian protein terlarut oleh bakteri proteolitik. Pemanfaatan whey sebagai media pembuatan selulosa bakteri merupakan cara memanfaatkan limbah atau hasil samping produksi tahu sekaligus menghasilkan produk yang memiliki nilai tambah yaitu produk Nata de Soya.

Penelitian ini akan menguji kemampuan pertumbuhan dan produksi selulosa isolat

Gluconacetobacter xylinus ANG-29 pada medium dasar air kelapa dan limbah cair tahu dan kombinasi keduanya. Penelitian ini penting dilakukan selain untuk mendapatkan substrat yang murah dan melimpah sepanjang waktu untuk produksi selulosa bakteri, juga menjadi solusi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pembuangan limbah cair tahu ke lingkungan perairan di sekitar pemukiman penduduk.

METODE PENELITIAN

Penumbuhan isolat bakteri dan pembuatan starter

Isolat bakteri asam asetat penghasil selulosa *Gluconacetobacter xylinus* ANG-29 diambil dari kultur stok dan ditumbuhkan pada medium Hestrin-Schramm (HS) cair yang tersusun dari D-glukosa 2.0%, Pepton 0.5%, Yeast extract 0.5%, Na₂HPO₄ 0.27% dan asam sitrat 0.115%. Setelah tumbuh dengan baik dan menunjukkan produksi selulosa yang stabil, kemudian dipindahkan ke medium starter untuk digunakan sebagai inokulum pada tahap produksi selulosa bakteri.

Produksi selulosa bakteri dengan medium dasar air kelapa dan limbah cair tahu

Perlakuan dalam penelitian ini adalah 5 (lima) jenis medium yang berbeda komposisi medium dasar yaitu kombinasi air kelapa dan limbah cair tahu. Kelima jenis medium dasar tersebut yakni (1) Medium dasar air kelapa 100%; (2) Medium dasar air kelapa 75% dan limbah cair tahu 25%; (3) Medium dasar air kelapa 50% dan limbah cair tahu 50%; (4) Medium dasar air kelapa 25% dan limbah cair tahu 75%; dan (5) Medium dasar limbah cair tahu 100%. Setiap unit produksi terdiri dari medium produksi selulosa volume 100 ml dengan suplementasi sumber karbon berupa gula pasir 5% (w/v) dan sumber nitrogen berupa ammonium sulfat 0,5%. Kondisi awal fermentasi yang lain dibuat seragam yaitu pH 5, suhu 30°C dan konsentrasi inokulum 10%. Untuk mengkondisikan pH digunakan asam asetat glasial sampai mencapai nilai pH 5. Larutan media produksi ini selanjutnya disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C pada tekanan 2 atm selama 10 menit. Media yang telah steril dibiarkan dingin, selanjutnya diinokulasi dengan starter isolat *Gluconacetobacter xylinus* ANG-29 sebanyak 10% (v/v) dan diinkubasi pada 30°C (suhu ruang) selama 7 hari pada kondisi fermentasi statis. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali

sehingga secara keseluruhan ada 60 unit produksi (5x4x3).

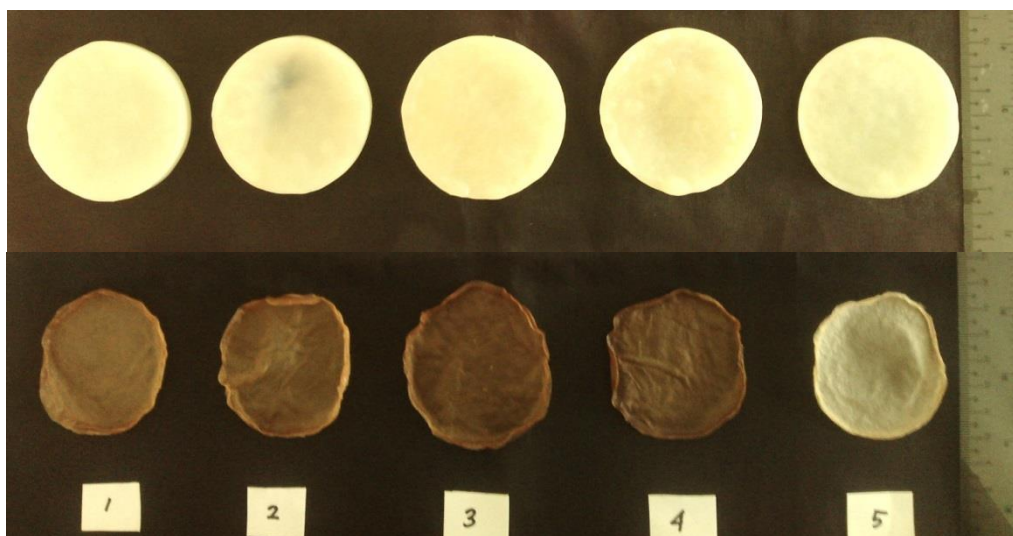
Pemanenan dan pengukuran parameter produksi selulosa

Gel selulosa bakteri dipanen kemudian dibersihkan dengan air mengalir, selanjutnya diukur ketebalan selulosa dengan penggaris berskala milimeter dan berat basah selulosa dengan timbangan analitis. Selulosa kemudian direndam dalam air mendidih selama kurang lebih 15 menit untuk membersihkan selulosa dari sisa medium. Selanjutnya selulosa bakteri diperlakukan dengan larutan NaOH 1% dan CH₃COOH pada temperatur ruangan selama satu malam. Setelah itu dicuci lagi dengan air mengalir, dikeringanginkan dan kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C selama 12 jam/ sampai berat konstan (Ishihara *et al.*, 2002), selanjutnya ditimbang berat kering selulosa dengan timbangan analitis. Ketebalan dan berat selulosa kemudian diperbandingkan antar perlakuan, sehingga dapat diketahui

perlakuan yang memberikan hasil produksi yang paling baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi selulosa bakteri oleh *G. xylinus* ANG 29 dengan perlakuan 5 medium dasar menghasilkan produk selulosa basah berupa lembaran yang secara morfologi tidak ada perbedaan (gambar 1). Namun demikian nampak adanya perbedaan ketebalan diantara kelima perlakuan. Adanya perbedaan warna teramati pada lembaran selulosa setelah dikeringkan. Selulosa kering yang dihasilkan dari medium 1, medium 2, medium 3 dan medium 4 berwarna coklat, sedangkan medium 5 menghasilkan selulosa berwarna krem. Hal ini disebabkan selulosa basah yang dihasilkan medium 5 sangat tipis, sehingga ketika dilakukan proses pembersihan dan perendaman dengan air dan NaOH memungkinkan sisa medium yang ada di dalam matriks selulosa lebih banyak keluar dan saat selulosa dikeringkan dengan proses pemanasan dengan suhu 80°C selama 12 jam tidak terjadi reaksi pencoklatan.

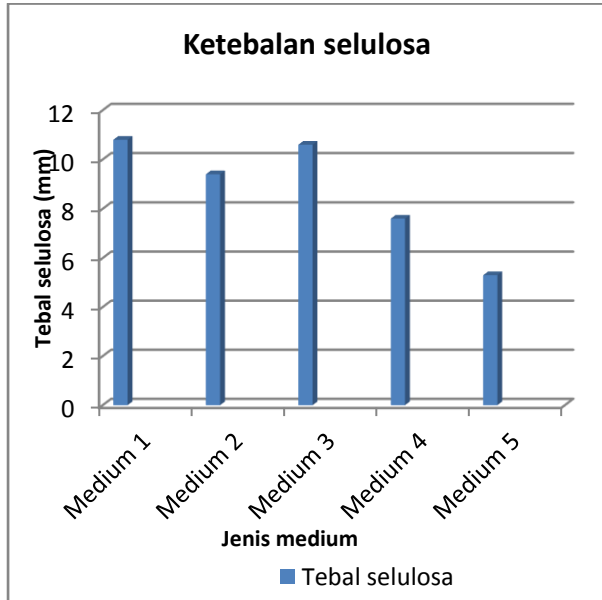


Gambar 1. Morfologi selulosa basah (atas) dan selulosa kering (bawah) yang dihasilkan oleh isolat *G. xylinus* ANG 29 dengan perlakuan 5 medium dasar.

Ketebalan selulosa bakteri yang diproduksi oleh isolat *G. xylinus* ANG 29 dipengaruhi oleh kombinasi medium dasar yang menjadi perlakuan. Selulosa bakteri yang diproduksi dengan medium 1 (100% air kelapa), medium 2 (75% air kelapa dan 25% limbah cair tahu), medium 3 (50% air kelapa dan 50% limbah cair tahu), medium 4 (25% air kelapa dan 75% limbah cair tahu) dan medium 5 (100% limbah cair tahu) mempunyai ketebalan

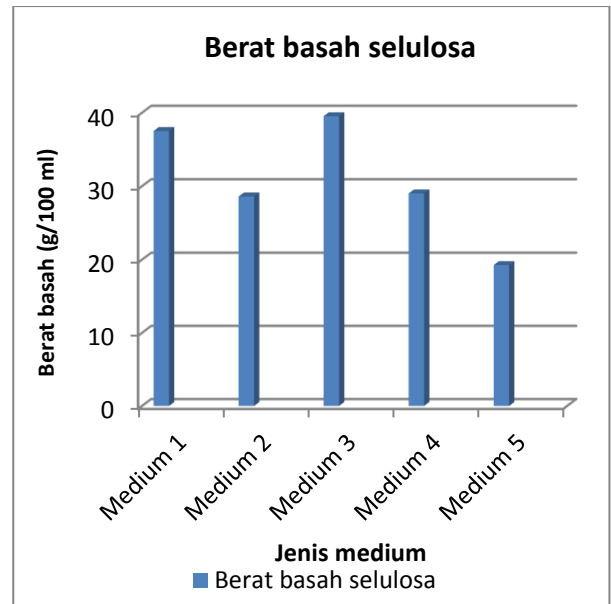
berturut-turut sebesar 10,8 mm; 9,4 mm; 10,6 mm; 7,6 mm dan 5,3 mm (Gambar 1). Data ini memperlihatkan bahwa isolat *G. xylinus* ANG 29 memproduksi selulosa dengan ketebalan optimal pada medium dasar air kelapa 100% dan menunjukkan penurunan produksi pada saat air kelapa dikombinasi dengan limbah cair tahu. Hal ini menjelaskan bahwa produksi selulosa pada isolat ini lebih optimum dilakukan menggunakan medium dasar air kelapa tanpa

kombinasi. Namun demikian, terdapat medium kombinasi yang memberikan ketebalan selulosa mendekati medium air kelapa yakni medium 3 (kombinasi 50% air kelapa dan 50% limbah cair tahu).



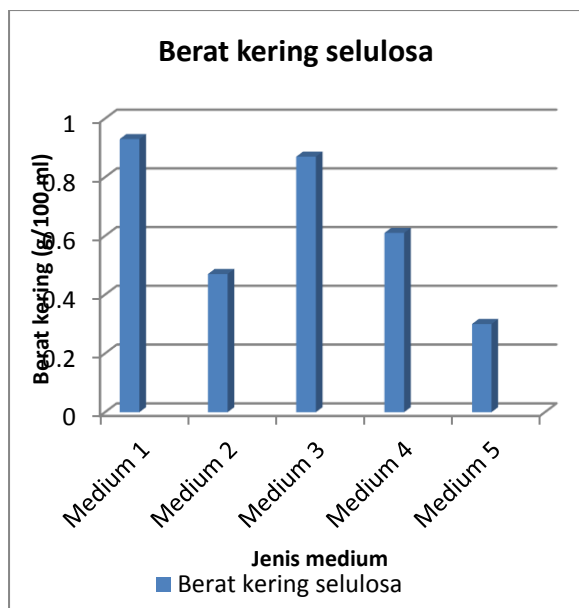
Gambar 1. Ketebalan selulosa yang diproduksi oleh *G. xylinus* KRE-65 pada lima jenis medium produksi.

Parameter berat basah selulosa tidak memberikan kecenderungan yang linier dengan ketebalan selulosa. Berat basah tertinggi dicapai berturut-turut oleh medium 3, medium 1, medium 4, medium 2 dan medium 5 sebesar 39,53 g/100 ml; 37,52 g/100 ml; 29,02 g/100 ml; 28,6 g/100ml; dan 19,25 g/100 ml (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa ketebalan selulosa belum tentu berkorelasi linier dengan berat basah selulosa, karena berat basah lebih banyak ditentukan oleh banyaknya molekul air yang terperangkap di dalam matriks selulosa daripada berat selulosanya sendiri.



Gambar 2. Berat basah selulosa yang diproduksi oleh *G. xylinus* KRE-65 pada lima jenis medium produksi.

Fenomena menarik ini diperkuat dengan data parameter berat kering selulosa yang juga tidak berkorelasi secara linier dengan data ketebalan selulosa maupun berat basah selulosa. Berat kering selulosa dari yang tertinggi sampai terendah pada kelima medium berturut-turut medium 1, medium 3, medium 4, medium 2 dan medium 5 sebesar 0,93 g/100 ml; 0,87 g/100 ml; 0,61 g/100 ml, 0,47 g/100 ml dan 0,30 g/100 ml. Hal ini semakin menegaskan bahwa matriks selulosa yang terbentuk dari berbagai kombinasi medium dasar mempunyai daya serap air yang berbeda-beda hingga menyebabkan ketebalan dan berat basah selulosa tidak berbanding linier dengan berat keringnya. Oleh karena itu, parameter yang lebih sering dipakai untuk mengukur produksi selulosa bakteri adalah berat kering.



Gambar 3. Berat kering selulosa yang diproduksi oleh *G. xylinus* KRE-65 pada lima jenis medium produksi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peranan air kelapa sebagai medium dasar untuk produksi selulosa bakteri dapat disubstitusi dengan limbah cair tahu yang selama ini belum dimanfaatkan oleh pengrajin tahu. Namun demikian, substitusi sepenuhnya dari air kelapa menjadi limbah cair tahu menghasilkan produksi selulosa yang rendah. Substitusi yang menghasilkan produksi selulosa yang hampir sama dengan air kelapa adalah substitusi 50% seperti pada perlakuan medium 3 pada penelitian ini yang merupakan kombinasi dari 50% air kelapa dan 50% limbah cair tahu.

Peneliti sebelumnya umumnya menggunakan media standar Hestrin-Schramm untuk menguji produktivitas isolate bakteri asam asetat dalam memproduksi selulosa. Seperti penelitian yang dilakukan Nguyen *et al.* (2008) yang melaporkan produksi selulosa sebesar $0,28 \pm 0,01 \text{ gL}^{-1}$ oleh strain *Gluconacetobacter xylinus* yang diisolasi dari kultur *Kombucha*. Demikian pula Park *et al.* (2003) telah melaporkan produksi selulosa sebesar $0,35 \text{ gL}^{-1}$ pada hari inkubasi ke empat oleh strain *Gluconacetobacter hansenii* yang diisolasi dari buah apel. Sementara itu Aydin and Aksoy (2009) melaporkan produksi selulosa tertinggi dicapai oleh isolat AS14 sebesar $0,263 \text{ gL}^{-1}$ yang diisolasi dari limbah fermentasi asam cuka setelah tujuh hari inkubasi. Seperti diperlihatkan pada gambar 3, kemampuan produksi selulosa isolate *G. xylinus* ANG 29 dalam penelitian ini jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan strain

produser selulosa yang sudah ada dalam literatur dengan menggunakan media Hestrin-Schramm sebagai media produksi. Selain faktor genetik, faktor yang sangat berpengaruh terhadap produksi selulosa adalah faktor media produksi. Media Hestrin-Schramm hanya mengandung glukosa sebagai sumber karbon tunggal, sementara media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media produksi dengan sumber karbon kompleks yang berasal dari medium dasar air kelapa dan limbah cair tahu serta dan gula pasir. Bahan organik kompleks seperti air kelapa, limbah cair tahu dan gula pasir selain merupakan sumber karbon juga mengandung factor tumbuh bagi pertumbuhan bakteri produser selulosa. Keshk *et al.* (2006) membuktikan bahwa penggunaan molase sebagai sumber karbon menghasilkan produksi selulosa yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan glukosa sebagai sumber karbon tunggal pada strain *Gluconacetobacter xylinus* ATCC 10245. Kurosumi *et al.* (2009) melaporkan penggunaan beberapa juice buah untuk memproduksi selulosa bakteri dan produksi selulosa tertinggi dicapai dengan media utama juice jeruk dengan produksi selulosa hingga $6,9 \pm 0,2 \%$. Bahkan produksi selulosa (berat basah) oleh strain *A. xylinum* (*G. xylinus*) TISTR 998 mencapai 520 gL^{-1} pada medium juice nanas dan mencapai $553,33 \text{ gL}^{-1}$ pada medium air kelapa (Kongruang, 2008). Produksi selulosa bakteri menggunakan media bahan organik kompleks yang biasanya berupa limbah pertanian atau industri juga lebih menguntungkan secara ekonomi karena harganya lebih murah dan tersedia secara kontinyu di alam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa selulosa basah yang dihasilkan kelima perlakuan medium dasar mempunyai bentuk morfologi dan warna yang sama. Produksi selulosa tertinggi dicapai oleh medium 1 (air kelapa 100%) dengan berat kering sebesar $0,93 \text{ g/100 ml}$, diikuti medium 3 sebesar $0,87 \text{ g/100 ml}$, medium 4 sebesar $0,61 \text{ g/100 ml}$, medium 2 sebesar $0,47 \text{ g/100 ml}$ dan medium 5 sebesar $0,30 \text{ g/100 ml}$.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Mataram yang telah mendanai penelitian ini melalui proyek Penelitian Sumber Dana Dipa BLU (PNBP), sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan

Penugasan Penelitian Nomor: 160 S/SP-BLU/UN 18.12.2/PL/2016, tanggal 04 Mei 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Aydin, Y.Y. and Aksoy, N.D., 2009, Isolation of Cellulose Producing Bacteria from Waste of Vinegar Fermentation, **Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science**, Vol I., Sun Fransisco.
- Brown, R.M. Jr., Willison, J.H., and Richardson, C.L., 1976, Cellulose biosynthesis in *Acetobacter xylinum*: Visualization of the site of synthesis and direct measurement of the in vivo process, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 73: 4565-4569.
- Chawla, P.R., I. B. Bajaj, S. A. Survase & R. S. Singhal. 2009. Microbial Cellulose: Fermentative Production & Applications. *Food Technology and Biotechnology*. 47 (2): 107–124.
- Cienchanska, D. 2004. Multifunctional bacterial cellulose/chitosan composite materials for medical applications, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 12: 69-72.
- Iguchi, M., Yamanaka, S., and Budhiono, A., 2000, Review Bacterial Cellulose, a Masterpiece of Natural,s Arts, *Journal of Material Science*, 35:261-269.
- Ishihara, M, Matsunaga, M., Hayashi, N, and Tisler, V., 2002, Utilisaton of D-xylose as carbon source for production of bacterial cellulose, *Enzyme and Microbial Technology*, 31: 986-991.
- Keshk, S.M.A.S., Razek, T.M.A., and Sameshima, K., 2006, Bacterial cellulose production from beet molasses, *African Journal of Biotechnology*, 5 (17): 1519-1523.
- Kongruang, S., 2008, Bacterial Cellulose Production by *Acetobacter xylinum* Strain from Agricultural Waste Products, *Appl. Biochem. Biotechnol*, 148:245-256.
- Kurosumi, A., Sasaki, C., Yamashita, Y., and Nakamura, Y., 2009, Utilization of various fruit juices for production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter xylinus* NBRC 13693, *Carbohydrate Polymers*, 76: 333-335.
- Miranda, B.T., S.R. Miranda, L.P. Chan & E.R. Saqueton. 1965. Some studies on nata. *National Applied Science Bulletin*, 19: 67-79.
- Nguyen, V.T., Flanagan, B., Gidley, M.J., Dykes, G.A., 2008, Characterization of Cellulose Production by a *Gluconacetobacter xylinus* Strain from Kombucha, *Current Microbiology*, 57(5):449-453.
- Nishi, Y., Uryu, M., Yamanaka, S., watanabe, K., Kitamura, N., and Iguchi, M., 1990, The Structure and Mechanical Properties of Sheet Prepared from Bacterial Cellulose, *Journal of Material Science*, 24: 3141-3145.
- Park, J.K., Park, Y.H., Jung, J.Y., 2003, Production of Bacterial Cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* PJK Isolated from Rotten Apple, *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 8(2):83-88.
- Sarkono, Moeljopawiro, S., Setiaji, A.H.B and Sembiring, L. 2014. Physico-chemical Properties of Bacterial Cellulose Produced by Newly Strain *Gluconacetobacter xylinus* ANG-29 in Static and Shaking Fermentations, *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 11(3): 1259-1265.
- Shibashaki, H., Kuga, S., Onabe, F., and Usuda, M., 1993, Bacterial Cellulose Membran as Separation Medium, *Journal of Applied Polymer Science*, 50: 965-969.
- Shoda, M. & Y. Sugano. 2005. Recent advances in bacterial cellulose production. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 10: 1-8.