

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TAPIOKA UNTUK PRODUKSI NATA DE CASSAVA OLEH *Acetobacter xylinum*

Diella Chrisantya Yudha^{1*}, Catarina Aprilia Ariestanti², Tri Yahya Budiarto³

¹Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta

*Email: diella789@gmail.com

ABSTRAK

Limbah cair tapioka merupakan limbah yang berasal dari sisa air pencucian singkong dan dapat berdampak dalam penurunan kualitas perairan, serta menimbulkan bau tidak sedap apabila dilepaskan ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu. Penambahan starter *Acetobacter xylinum* sebagai bakteri selulosa pada substrat limbah cair tapioka dapat digunakan sebagai nata de cassava dalam upaya mengurangi beban cemaran lingkungan dan sebagai inovasi dalam pemanfaatan produk nata de cassava oleh masyarakat. Bakteri selulosa akan mempolimerisasi glukosa yang terdapat dalam limbah cair tapioka untuk membentuk nata sebagai hasil dari metabolit sekunder. Dalam membuat nata diperlukan 3 tahapan, yaitu persiapan substrat fermentasi, penambahan starter *Acetobacter xylinum*, dan pemanenan nata. Pemanfaatan limbah cair tapioka sebagai nata de cassava membutuhkan adanya pengujian mutu kimia dari limbah cair tapioka dan pengujian mutu fisik, kimia, serta mikrobiologi nata de cassava untuk mengetahui kelayakan limbah cair tapioka sebagai media untuk produksi nata de cassava. Melalui hasil penelitian didapatkan hasil bahwa kondisi substrat yang dapat memberikan hasil optimal dalam pembentukan nata de cassava ditunjukkan pada hasil naman 1 dengan kondisi pH mendekati 4 dengan hasil berat basah 584 gram, ketebalan 1,2 cm, kadar serat kasar 2,825 %, dan gula yang terkonversi menjadi nata de cassava 87,14 %. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kondisi substrat limbah cair tapioka yang baik dapat memberikan hasil yang optimal dalam pembentukan nata de cassava.

Kata kunci : *Acetobacter xylinum*; fermentasi; limbah cair tapioka; mutu; nata de cassava

PENDAHULUAN

Salah satu bahan pangan yang mengandung karbohidrat tinggi dan hingga kini masih dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia dalam sektor pertanian, yaitu singkong. Beberapa contoh pemanfaatan singkong sebagai bahan olahan pangan, yaitu roti, saus, dan tepung tapioka. Dalam proses pengolahan singkong tentu akan menghasilkan limbah, salah satunya yaitu limbah cair tapioka yang didapatkan melalui air pencucian singkong dan kemudian telah mengalami pengendapan dari pati singkong. Apabila limbah cair tapioka dilepaskan ke sungai tanpa dilakukan adanya pengolahan limbah, maka akan memberikan sifat toksik bagi lingkungan. Karakteristik limbah cair tapioka, yaitu dapat menimbulkan bau tidak sedap akibat bahan organik yang terkandung dalam limbah sehingga dapat menstimulasi pembusukan oleh mikroorganisme terdapat di dalam substrat limbah cair [1].

Menurut hasil pengujian kandungan nutrisi limbah cair tapioka oleh Badan Penelitian dan Pengembangan (2011)

menunjukkan kadar keasaman yang dimiliki yaitu berkisar 5-5,5 dengan kadar nitrogen 182 mg/L, glukosa 0,185 mg/L dan karbohidrat 2,5% [2]. Kandungan nutrisi ini dapat dimanfaatkan sebagai substrat fermentasi bagi bakteri *Acetobacter xylinum* [3]. Bakteri *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri selulosa yang menghasilkan asam asetat sebagai hasil metabolit primer dan selulosa sebagai hasil metabolit sekundernya.

Contoh nutrisi yang dibutuhkan dalam proses metabolisme oleh bakteri selulosa, yaitu adanya komponen glukosa 5%-7% dalam limbah sebagai bahan baku utama nata [4]. Nata de cassava dapat digunakan sebagai inovasi dalam meminimalisir pencemaran lingkungan akibat pelepasan limbah cair tapioka. Di samping itu, adanya kandungan serat nata yang baik bagi tubuh juga dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menghasilkan produk makanan kesehatan.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa limbah cair tapioka dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioplastic [5], biofilm [6], dan bahan baku kertas [7], dan

bisnis di bidang kuliner [8]. Selain itu, nata de cassava mengandung selulosa yang bersifat menyerap air sehingga kadar kalori yang dihasilkan rendah sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai makanan yang baik bagi kesehatan [2].

Nata de cassava merupakan produk yang masih belum banyak dipasarkan di Indonesia. Untuk dapat memanfaatkan nata de cassava sebagai bahan pangan dibutuhkan adanya pengujian mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi yang didasarkan pada standar baku mutu sehingga dapat diketahui kelayakan nata de cassava sebagai produk pangan yang aman untuk dikonsumsi dan dikembangkan oleh masyarakat melalui pemanfaatan limbah cair tapioka.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian pemanfaatan limbah cair tapioka ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Industri Universitas Kristen Duta Wacana (UKDW) Yogyakarta. Adapun cara kerja yang digunakan yaitu sebagai berikut:

a. Pembuatan nata

Substrat yang digunakan dalam pembuatan nata de cassava yaitu limbah cair tapioka yang diperoleh dari PT. Bangkit Prima Sukses, Desa Nangkod, Purbalingga. Limbah cair tapioka ini telah melalui pemisahan dari sisa kotoran dan endapan padat tapioka. Dalam mendukung kandungan nutrisi dalam substrat, ditambahkan 10% gula pasir sebagai sumber karbon dan 0.5% ammonium sulfat yang digunakan sebagai sumber nitrogen. Setelah dilakukan penambahan nutrisi, kemudian limbah cair tapioka dipanaskan hingga mendidih dan diukur kadar pH larutan. Larutan dapat ditambahkan komponen asam asetat yang diperoleh dari asam cuka agar larutan bisa mencapai pH yang sesuai dengan karakteristik bakteri selulosa, yaitu kondisi pH 3,5 – 4,5. Kemudian digunakan nampan yang telah disterilisasi sebagai wadah larutan. Untuk menghindari kotoran dapat diberikan penutup kertas koran pada bagian atas nampan. Setelah larutan dingin, ditambahkan starter *Acetobacter xylinum* ± 10% (v/v) limbah. Proses fermentasi dibiarkan berlangsung selama 13-14 hari

hingga pembentukan nata mencapai hasil yang optimal.

b. Fisik

Pengujian fisik yang dilakukan, yaitu meliputi uji bau, warna, tekstur, dan rasa nata de cassava.

c. Kimia

Pengujian kimia yang dilakukan meliputi pengujian kandungan limbah cair tapioka dan nata de cassava. Pada limbah cair tapioka diuji kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat, nitrogen, total gula, dan phosphor. Sedangkan, pada nata de cassava diukur kadar berat basah, ketebalan, keasaman, gula reduksi, dan serat. Penentuan gula reduksi diukur dengan menggunakan reagen DNSA. Diambil 2.5 ml supernatant sampel nata de cassava dan 1 ml DNSA, kemudian larutan dipanaskan ke dalam *beaker glass* hingga glukosa bereaksi dengan DNSA. Larutan didinginkan dan diukur absorbansi pada panjang gelombang 540 nm dengan menggunakan spektrofotometer.

Pengujian serat diawali dengan menghaluskan nata de cassava dengan menggunakan blender, kemudian direaksikan dengan larutan H_2SO_4 dan NaOH untuk memisahkan kandungan serat dengan kandungan lainnya dalam nata de cassava. Kemudian larutan disaring dan dilakukan 4 kali proses pencucian berturut-turut pada kertas saring untuk mendapatkan residu. Urutan larutan pencuci yang diberikan, yaitu 50 ml akuades panas, 25 ml H_2SO_4 0.3 N, 50 ml akuades panas, 25 ml etanol 96%. Kemudian dilakukan penimbangan pada kertas saring yang telah dioven.

d. Mikrobiologi

Sampel nata de cassava dihaluskan secara aseptis lalu diencerkan dalam air pepton 0,1%. Untuk uji angka lempeng total digunakan medium *Potato Dextrose Agar* (PDA), sedangkan medium *Chromocult Coliform Agar* (CCA) digunakan untuk uji coliform. Kemudian petri diinkubasi pada suhu kamar selama 48 jam dan dilakukan pengamatan serta perhitungan jumlah koloni.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil pengujian kandungan limbah cair tapioka yang telah dianalisis di Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta :

Tabel 1. Hasil analisis kandungan limbah cair tapioka

Parameter Uji	Hasil Analisis
Air	99,78 %
	88,78 %
Abu	0,039 %
	0,036 %
Lemak	0,049 %
	0,053 %
Protein	0,047 %
	0,048 %
Karbohidrat by different	0,085 %
	0,083 %
Nitrogen	0,0072 %
	0,0072 %
Total Gula	0,581 %
	0,524 %
Phospor	13,481 mg/L
	13,728 mg/L

Substrat limbah yang diteliti merupakan limbah cair yang telah mengalami pemisahan dari endapan tapioka. Kandungan rata-rata glukosa dalam limbah yaitu 0,553 % sehingga dibutuhkan adanya penambahan gula pasir sebanyak 10% untuk dapat mencapai kondisi optimum media fermentasi dengan kandungan glukosa 5-7% [3]. Selain itu, adanya kandungan mineral pada hasil uji kandungan limbah cair tapioka, seperti lemak, protein, dan phosphor digunakan untuk membantu pembentukan lapisan nata dan meningkatkan kekenyalan nata melalui hasil metabolisme *Acetobacter xylinum* [9].

Sifat Fisik

Tabel 2. Hasil uji sifat fisik nata de cassava

Sifat Fisik	Nata de cas sava
Warna	Putih kekuningan
Bentuk	Lembaran
Tekstur	Kenyat, licin
Bau	Asam

Kondisi warna putih kekuningan tanpa jamur pada pada lembaran nata de cassava menunjukkan adanya kualitas fisik nata yang

baik. Dalam pelaksanaan proses metabolisme, bakteri *Acetobacter xylinum* akan menghasilkan asam asetat sebagai hasil metabolit primer [10]. Hal inilah yang menyebabkan nata memiliki rasa dan bau yang asam. Rasa asam tersebut dapat diminimalisir dengan melakukan perebusan pada nata de cassava setelah berakhirnya proses fermentasi.

Berat Basah dan Ketebalan

Tabel 3. Data berat basah dan ketebalan nata de cassava

Nampan	Berat basah (gram)	Ketebalan nata (cm)
1	584	1,2
2	431	1,1
3	364	0,8

Pada penelitian ini didapatkan ketebalan nata dengan rata-rata 1,03 cm dimana ketebalan ini telah memenuhi ketebalan nata yang baik yaitu berkisar 1-1,5 cm. Pembentukan ketebalan nata dapat dipengaruhi oleh keasaman substrat, kandungan nutrisi, kondisi lingkungan, dan kemampuan metabolisme *Acetobacter xylinum* dalam menghasilkan metabolit sekunder berupa selulosa [11].

Kadar Serat

Tabel 4. Data kadar serat nata de cassava

Nampan	Pengulangan	Kadar Serat (%)	Rata-rata
1	I	2,84	2,825
	II	2,81	
2	I	2,50	2,595
	II	2,69	
3	I	1,93	2,150
	II	2,37	

Serat kasar yang diukur pada nata de cassava, yaitu serat yang dihasilkan dari aktivitas *Acetobacter xylinum* dalam merombak sumber karbon dan nitrogen yang terdapat dalam substrat. Penambahan glukosa dan nitrogen pada limbah cair berfungsi untuk mengoptimalkan metabolisme bakteri selulosa dalam membentuk serat selulosa [12].

Berdasarkan hasil penelitian pada nampan 1, 2, dan 3 memiliki rata-rata kandungan serat 2,523% dimana hasil ini sesuai dengan penelitian Bernanetha (2018) bahwa kandungan serat nata de cassava yang berasal dari limbah cair tapioka memiliki kandungan serat yang berkisar 2%-4% [13]. Selain itu,

kandungan serat ini memenuhi persyaratan kadar serat pada SNI 01-2881-1992 tentang Syarat Mutu Nata dalam Minuman Kemasan, yaitu dengan batas maksimum 4,5% kandungan serat makanan [14]. Pada hasil dari nampam 1 menunjukkan hasil kandungan serat tertinggi, yaitu 2,825% dengan pH substrat yang paling mendekati pH optimum fermentasi bakteri selulosa, yaitu pada pH 4. Hal ini menyebabkan serat selulosa sebagai hasil metabolit sekunder dapat mencapai hasil yang paling optimal dibandingkan dengan nampam lainnya.

Kadar Keasaman (pH)

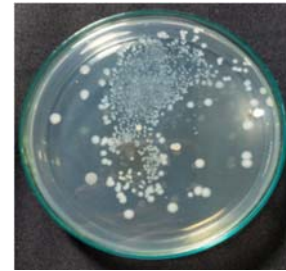
Tabel 5. Data kadar pH nata de cassava

Nampam	pH
1	3,89
2	3,74
3	3,78

Adanya proses penguraian bahan organik dapat dipengaruhi oleh kadar pH media fermentasi. *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri mesofilik dan memiliki kondisi pertumbuhan yang optimal dengan kadar keasaman 3,5 – 4,5 [1]. Berdasarkan hasil pengujian pH didapatkan bahwa nampam 1 memiliki kandungan pH tertinggi, yaitu 3,89. Dalam penelitian menyatakan bahwa pH mendekati 4 merupakan kadar keasaman yang baik bagi bakteri selulosa dalam membentuk nata dimana nampam 1 memiliki pH yang paling mendekati pH 4. Sedangkan pada kondisi pH 3 substrat tidak dapat melakukan fermentasi dengan optimal karena substrat yang bersifat terlalu asam dapat menghidrolisis selulosa yang dihasilkan oleh *Acetobacter xylinum* [15]

Angka Lempeng Total

Angka lempeng total menunjukkan adanya tingkat kontaminasi makanan/minuman. Pada penelitian dilakukan adanya pengenceran yang untuk mengurangi jumlah populasi mikroorganisme agar lebih mudah dalam melakukan perhitungan total koloni. Pada angka lempeng total dilakukan dengan metode agar tuang (pour plate) ke dalam agar dan kemudian dihitung setelah diinkubasikan pada suhu 37°C selama 24-48 jam.



Gambar 1. Kenampakan koloni bakteri pada media PCA

Perhitungan total mikroorganisme dalam angka lempeng total dipilih pada petri yang memiliki jumlah koloni berkisar 25-250. Hasil angka lempeng total ketiga nampam pada pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} menunjukkan jumlah koloni >250 koloni (*spreader*). Hal ini menandakan bahwa pengenceran yang dilakukan masih terlalu rendah dan terdapat banyak mikroba yang tumbuh dengan jarak kerapatan yang sangat kecil sehingga total koloni sulit untuk dilakukan penghitungan.

Coliform

Tabel 6. Pola distribusi coliform pada medium CCA

Sampel	Jumlah Koloni (CFU/ml)		Jumlah coliform (CFU/ml)
	Merah: <i>Citrobacter</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Enterobacter</i>	Putih: <i>Staphylococcus</i>	
Nampam 1	$1,9 \times 10^5$	0	$1,9 \times 10^5$
Nampam 2	$5,0 \times 10^4$	$3,3 \times 10^5$	$3,8 \times 10^5$
Nampam 3	$3,9 \times 10^5$	4×10^4	$4,3 \times 10^5$

Berdasarkan hasil uji coliform dengan menggunakan media CCA menunjukkan adanya kenampakan koloni coliform merah. Koloni merah menunjukkan adanya kelompok bakteri terduga *Citrobacter* sp, *Klebsiella* sp, dan *Enterobacter* sp [16].



Gambar 2. Kenampakan kolonibakteri pada media CCA

Bakteri terduga yang terdapat pada hasil uji coliform umumnya dijumpai pada air dan makanan, memiliki sifat pathogen, dan dapat menyebabkan penyakit nosocomial apabila dikonsumsi atau terinfeksi pada kulit. Oleh karena itu, berdasarkan hasil enumerasi masih diperlukan adanya upaya dalam meminimalisir populasi bakteri coliform apabila hendak dilakukan pemanfaatan limbah cair tapioka sebagai bahan pangan.

Gula Reduksi

Tabel 7. Data kadar gula reduksi nata de cassava

Nampan	Yield Gula yang terkonversi menjadi nata de cassava (%)
1	87,14 %
2	69,98 %
3	74,01 %

Pada penelitian ini digunakan adanya penambahan kandungan gula sebesar 10% dimana pada kandungan tersebut merupakan kandungan yang paling optimal dalam sintesis glukosa oleh *Acetobacter xylinum* untuk pembentukan nata [17]. Adanya penambahan gula kurang dari 10% dapat menghambat pertumbuhan dan metabolisme bakteri selulosa akibat ketersediaan sumber karbon yang tidak cukup. Sedangkan, penambahan gula di atas 10% mengakibatkan media fermentasi menjadi terlalu pekat sehingga proses metabolisme tidak dapat berjalan dengan optimal [18].

Berdasarkan hasil uji gula reduksi, dapat dilihat bahwa nampan 1 memiliki tingkat konversi glukosa paling optimal dalam menghasilkan nata de cassava. Glukosa dimanfaatkan sebagai sumber karbon yang akan mendukung hasil metabolit bakteri selulosa yang ditunjukkan dengan adanya hasil serat selulosa pada nampan 1 memiliki kandungan serat tertinggi dibandingkan dengan nampan lainnya [19].

Cemaran Logam

Logam berat merupakan komponen yang dapat terakumulasi dalam organ manusia dan dapat mengakibatkan dampak negatif bagi tubuh apabila melebihi batas yang dapat ditoleransi oleh tubuh. Jenis logam yang diujikan pada nata de cassava yaitu arsen, timbal, tembaga, seng, dan timah. Berikut

merupakan hasil cemaran logam yang terdapat dalam nata de cassava :

Tabel 8. Hasil Analisis Cemaran Logam pada Nata de Cassava

Jenis Logam	Hasil (mg/kg)	Persyaratan (mg/kg)
Arsen (As)	Negatif	Maks 0,1
Timbal (Pb)	0,0741	Maks 0,2
Tembaga (Cu)	0,0773	Maks 2,0
Seng (Zn)	0,0830	Maks 5,0
Timah (Sn)	0,8693	Maks 40,0

Arsen merupakan jenis logam berat yang paling beracun dan umumnya ditemui pada komponen tanah, air, dan udara karena arsen tergolong ke dalam mineral dari batuan bumi [20]. Namun, pada hasil penelitian cemaran logam dalam nata de cassava menunjukkan hasil arsen negatif yang menandakan tidak adanya kandungan arsen dalam nata de cassava.

Untuk hasil uji cemaran tembaga, seng, dan timah ditemukan adanya kadar cemaran yang masih berada di bawah syarat baku mutu. Ketiga jenis logam ini merupakan kandungan logam yang ditemukan dalam komponen ZA dimana ZA merupakan komponen nitrogen yang ditambahkan dalam pembuatan nata de cassava. ZA mengandung adanya logam Zn yang berfungsi menjadi katalis dalam penyusunan ZA sehingga memungkinkan adanya kandungan Zn pada nata de cassava yang didapatkan melalui penambahan komponen ZA. Logam Cu, Zn, dan Sn dapat terperangkap dalam nata dan tidak mampu dikeluarkan selama proses fermentasi sehingga mengakibatkan nata memiliki hasil cemaran logam Cu, Zn, dan Sn. Selain itu, Cu dapat berasal dari adanya penggunaan peralatan industri, seperti pipa pengairan.

Untuk kandungan timbal yang ditemukan dalam nata de cassava memiliki kandungan cemaran yang masih berada di bawah batas baku mutu. Pb bisa ditemui pada kertas koran yang digunakan sebagai penutup nampan nata de cassava. Kertas koran merupakan salah satu sumber Pb yang dimana Pb merupakan salah satu logam yang memiliki sifat mudah larut terutama dalam kondisi asam sehingga dapat mengontaminasi nata de cassava yang memiliki pH asam.

Untuk parameter Sn pada hasil cemaran logam menunjukkan hasil yang cukup rendah dan masih berada di bawah batas maksimum cemaran logam. Berdasarkan kelima hasil cemaran logam menunjukkan bahwa cemaran logam dalam nata de cassava masih memenuhi persyaratan cemaran logam berdasarkan SNI 01-2881-1992 sehingga kandungan cemaran logam masih dapat ditoleransi oleh tubuh apabila nata hendak dijadikan sebagai bahan pangan yang akan dikonsumsi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa limbah cair tapioka mengandung sumber karbon, mineral, dan nitrogen yang dapat dimanfaatkan sebagai media untuk produksi nata de cassava. Hasil dari uji fisik, kimia, dan mikrobiologi nata de cassava menunjukkan parameter yang memenuhi persyaratan nata antara lain parameter ketebalan, berat basah, kandungan serat, pH, gula reduksi, dan cemaran logam. Sedangkan, pada hasil parameter mikrobiologi masih melewati batas maksimum persyaratan dikarenakan nata yang digunakan dalam pengujian mikrobiologi masih merupakan nata mentah sehingga masih dibutuhkan adanya proses perebusan nata agar bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shobib, A., Fatarina, E., & Prasetyo, J. A. 2019. Nata De Cassava From Rengginang Liquid Waste Using *Acetobacter Xylinum*. *Jurnal Neo Teknika*, 5 (2), 2–7.
- [2] Badan Litbang Pertanian. 2011. *Produksi Nata de Cassava dengan Substrat Limbah Cair Tapioka*. Sinartani, 3430, 6–10.
- [3] Masri, M., Irhamniah, Ulfa, T. A. L., Rusny. 2020. Comparison of Nata Quality from Cassava Peels (*Manihot esculenta*), Ladyfinger Bananas Peels (*Musa acuminata Colla*), and Durian Peels (*Durio zibethinus*). *Journal of Islamic Science and Technology*, Vol. 6, Nomor 1. Makassar: Alauddin University.
- [4] Endar Puspawiningtiyas, A. M. 2013. Kajian Awal Pemanfaatan Limbah Tepung Tapioka sebagai Substrat Pembuatan Nata. *Jurnal Techno*, 14(2), 42–52.
- [5] Wikurendra, E. A., Yekti, A., & Asih, P. 2020. Pemanfaatan Limbah Padat dan Cair Tapioka sebagai Bahan Baku Plastik Mudah Terurai (*Biodegradable*). *Jurnal MTPH*, Vol. 4(1), 25–31.
- [6] Syamsu, K., & Kuryani, T. 2014. Cellulose acetate biofilm production from microbial cellulose nata de cassava. *E-Jurnal Agroindustri Indonesia*, 3(1), 126–133.
- [7] Syamsu, K., Puspitasari, R., & Roliadi, H. 2012. Penggunaan Selulosa Mikrobial dari Nata de Cassava dan Sabut Kelapa sebagai Pensusstitusi Selulosa Kayu dalam Pembuatan Kertas. *E-Jurnal Agroindustri Indonesia*, Vol. 1 No. 2, p 118 – 124.
- [8] Permatasari, A. S., Winaningsih, I., & Prasetyo, J. A. 2019. Inovasi Limbah Cair Singkong Menjadi Nata de Cassava Sebagai Bisnis Kuliner. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 5(3), 398.
- [9] Cesaria, R. Y., Wirosodarmo, R., & Suharto, B. 2014. Pengaruh Penggunaan Starter terhadap Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka sebagai Alternatif Pupuk Cair. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1(2), 8–14.
- [10] Mayang, Yenti., Asnurita., I Ketut Budaraga. 2017. Pengaruh Konsentrasi Starter *Acetobacter xylinum* terhadap Mutu Nata de Cucumber. *Jurnal Pertanian UMSSB*, Vol. 1, Nomor 2.
- [11] Putriana, I. 2013. Mutu Fisik, Kadar Serat dan Sifat Organoleptik Nata de Cassava Berdasarkan Lama Fermentasi Physical quality, Dietary Fiber and Organoleptic Characteristic from Nata de Cassava Based time of Fermentation. *Jurnal Pangan dan Gizi*, Vol. 04 No. 07.
- [12] Steffie, Ratuca., Rahayuni, Arintina. 2013. Pengaruh Pemberian pH Substrat terhadap Kadar Serat, Vitamin C, dan Tingkat Penerimaan Nata de Cashew. *Journal of Nutrition College*, Volume 2, Nomor 1.
- [13] Bernanetha, Prilly N., Diananto P. 2018. Pembuatan Plastik Biodegradable Nata de Cassava sebagai Bahan Edible Film Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa*

- Lingkungan*, Vol. 18, Nomor 1. Yogyakarta: Institut Teknologi Yogyakarta.
- [14] Badan Standarisasi Nasional. 1992. *Syarat Mutu Nata dalam Minuman Kemasan* (SNI 012881-1992). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [15] Sutanto, A. 2012. Pineapple Liquid Waste as Nata de Pina Raw Material. Makara, *Jurnal Teknologi*, 16 (1), 63-67.
- [16] Utami, Sri., Siti., dan Susanti. 2018. Deteksi *Escherichia coli* pada Jamu Gendong di Gunungpati dengan Medium Selektif Diferensial. *Journal Life Science*. 7(2), 73–81.
- [17] Afrizal, Agung Purwanto. 2011. Pemanfaatan Selulosa Bakterial Nata de coco sebagai Adsorban Logam Cu (II) dalam Sistem Berpelarut Air. *Jurnal Mesomeri*, 1, 27-32.
- [18] Hamad, A., Andriyani, N. A., Wibisono, H., & Sutopo, H. 2011. Pengaruh Penambahan Sumber Karbon Terhadap Kondisi Fisik Nata De Coco. *Jurnal Techno*, 12(2), 74–77.
- [19] Marwati, H, S. dan Ratri H. 2013. Pengaruh Konsentrasi Gula dan Starter terhadap Mutu Teh Kombucha. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 08 (02):49-53.
- [20] Maryati, Sri. 2012. Verifikasi dan Evaluasi Penerapan Cara Uji Cemarkan Arsen dalam Makanan Metode Spektrofotometri Biru Molybdenum. *Jurnal Standardisasi*, Vol. 14 No. 23 (228-236).