



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 7 Nomor 2 (2022)



SINTA Accreditation
Number 28/E/KPT/2019

Pengaruh Variasi Sumber Nitrogen pada Produksi Selulosa Bakteri dari Limbah Kulit Pisang

(The Effect of Nitrogen Source Variations in Bacterial Cellulose Production from Banana Peel Waste)

Jabosar Ronggur Hamonangan Panjaitan*, Adhitia Wibowo

Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sumatera, Lampung 35365, Indonesia

Inti Sari

Pisang merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang paling banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia sehingga mengakibatkan meningkatnya limbah kulit pisang. Limbah kulit pisang memiliki banyak kandungan yang masih belum dimanfaatkan. Salah satu produk yang dapat diproduksi dengan bahan baku limbah kulit pisang adalah selulosa bakteri atau nata. Pada penelitian ini akan diteliti pengaruh pemberian bahan alami yang mengandung nitrogen seperti tauge, santan kelapa dan urea dalam pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk menghasilkan bakteri selulosa dari bahan baku kulit pisang. Dari hasil penelitian diperoleh urea sebagai sumber nitrogen alami memberikan hasil produksi nata yang paling tinggi pada waktu fermentasi 10 hari dengan nilai rendemen 46,90%, kadar air 17,38%, dan berat natanya 190,18 gram. Sedangkan sumber nitrogen alami dari santan kelapa dengan waktu fermentasi 5 hari memberikan hasil nata yang paling rendah dengan nilai rendemen 6,53%, kadar air 51,72%, dan berat natanya 5,57 gram. Fermentasi selulosa bakteri selama 10 hari menghasilkan selulosa yang paling tinggi dibandingkan dengan 5 hari.

Kata Kunci: Kulit pisang;
Nitrogen; Selulosa bakteri

Key Words : Banana peel;
Nitrogen; Bacterial cellulose.

Abstract

Banana is one of the most widely consumed food in Indonesia, resulting an increased in banana peel waste. Banana peel waste has a lot of content that is still not utilized. One of the products that can be produced using banana peel waste is bacterial cellulose or nata. This research investigated the effect of nitrogen from some products such as bean sprouts, coconut milk and urea in the growth of *Acetobacter xylinum* bacteria to produce cellulose bacteria from banana peel waste as raw material. From the results of the study, it was found that urea produced the highest nata at 10-days fermentation with 46.90% yield, 17.38% water content, and 190.18 grams bacterial cellulose. On the other side, coconut milk with 5-days fermentation produced the lowest nata with 6.53% yield,

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :

jcpe@umi.ac.id

*Corresponding Author

jabosar.panjaitan@tk.itera.ac.id



Journal History

Paper received : 30 Juni 2022

Received in revised : 25 November 2022

Accepted : 30 November 2022

51.72% water content, and 5.57 grams bacterial cellulose. Bacterial cellulose fermentation for 10-days fermentation produced higher cellulose compared to 5-days fermentation.

PENDAHULUAN

Tanaman pisang merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang paling banyak ditemukan di Indonesia. Pada tahun 2019 Indonesia memproduksi buah pisang terbesar ke-3 didunia dengan total 7.280.659 ton [1]. Melimpahnya produksi pisang di Indonesia menjadikan komoditas pisang yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat baik secara langsung maupun diolah menjadi produk lainnya seperti keripik pisang, biskuit, jus, dan lain – lain. Tingkat konsumsi buah pisang yang tinggi mengakibatkan meningkatnya limbah kulit pisang yang dibuang sebagai sampah ataupun pupuk organik sehingga pemanfaatan kulit pisang masih sangat rendah. Kandungan pada kulit pisang terdiri dari lemak, karbohidrat, protein, fosfor, kalsium, zat besi, vitamin C, vitamin B dan air. Kandungan nutrisi tersebut, dapat digunakan bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai sumber energi untuk menghasilkan selulosa bakteri (nata) [2].

Selulosa bakteri (nata) adalah produk kaya serat yang dibuat dari berbagai media dengan komponen utama yang diperlukan adalah karbon dan nitrogen dengan komposisi yang cukup [3]. Nata banyak diaplikasikan pada industri makanan, kertas, farmasi, kosmetika, industri komposit, industri energi hingga material konstruksi. Akan tetapi, sebagian besar aplikasi nata yang masih dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan minuman. Nata dapat diproduksi melalui fermentasi dengan menggunakan mikroba *Acetobacter xylinum* [4].

Acetobacter xylinum merupakan jenis bakteri anaerob fakultatif yang dapat berkembang dengan baik pada media yang kaya akan kandungan air, protein, lemak, karbohidrat, dan nitrogen. *Acetobacter xylinum* sangat umum digunakan dalam bidang bioteknologi karena bakteri ini sangat menguntungkan bagi manusia dalam menghasilkan produk salah satunya adalah nata.

Penambahan sumber nitrogen memiliki peranan penting dalam pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk menghasilkan nata. Sumber nitrogen nantinya berperan dalam membentuk protein. Protein dapat mempercepat pertumbuhan sel serta

pembentukan enzim oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dalam menghasilkan nata [5]. Penelitian variasi sumber nitrogen pada produksi nata de coco telah dilakukan [5]. Selain itu, penelitian tentang produksi nata dari kulit pisang juga sudah dilakukan [2]. Akan tetapi, penelitian tentang pengaruh variasi sumber nitrogen pada produksi nata dari limbah kulit pisang belum dilakukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diteliti pengaruh pemberian bahan yang mengandung nitrogen dalam pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk menghasilkan bakteri selulosa (nata) dengan menggunakan kulit pisang kepek sebagai bahan baku.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi blender, neraca analitik, wadah fermentasi, termometer, oven, pH meter, desikator, *Hot plate*, dan *Autoclave*. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kulit pisang kepek matang, *Acetobacter xylinum* (Biotechno), akuades, NaOH (Merck), urea (*food grade*), santan kelapa, tauge, dan gula pasir. Kulit pisang, tauge, dan santan kelapa yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari pasar tradisional di Lampung Selatan.

Pembuatan Bakteri Selulosa

Metode pembuatan nata ini dikutip dari Sijabat [6] dengan modifikasi. Kulit pisang bagian dalam dikerok dengan menggunakan sendok setelah itu ditimbang dan ditambahkan akuades dengan perbandingan sari kulit pisang dan akuades sebesar 1:3. Campuran larutan kulit pisang kemudian dihaluskan menggunakan blender dan disaring menggunakan kain. Filtrat kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga mendidih. Gula pasir dengan komposisi 10% dari filtrat ditambahkan kedalam filtrat. Selanjutnya penambahan variasi nitrogen (urea, tauge, dan santan kelapa) sebanyak 1% dimasukkan ke dalam filtrat sambil diaduk. Filtrat larutan sari kulit pisang diangkat dan didiamkan hingga suhu ruang (27°C). Setelah itu, tuang filtrat ke dalam wadah fermentasi steril sebanyak 400 mL. Selanjutnya tambahkan bakteri

Acetobacter xylinum sebanyak 10% (40 ml) dan tutup menggunakan kain atau kertas koran. Penimbangan berat medium fermentasi diperoleh sebesar 416,92 gram. Fermentasi untuk produksi nata dilakukan selama 5 hari dan 10 hari untuk setiap sampel yang menggunakan variasi nitrogen urea, tauge, dan santan kelapa.

Analisis Rendemen

Analisis rendemen dikutip dari Purwanto [2]. *Nata* ditiriskan selama 10 menit dan di timbang beratnya. Kemudian akan dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat nata (gram)}}{\text{berat medium (gram)}} \times 100\% \dots (1)$$

Analisis Berat Nata

Pengukuran berat nata dikutip dari Zahan [7] *Nata* yang telah terbentuk dibilas menggunakan aquades dan direndam dengan menggunakan 200 mL larutan NaOH 2M selama 2 jam untuk menghilangkan bakteri yang berlebih. *Nata* yang telah direndam lalu dicuci menggunakan air bersih sampai residu NaOH pada nata hilang atau sampai pH menjadi netral, kemudian dikeringkan menggunakan tisu. Setelah itu *nata* kemudian ditimbang untuk menentukan berat nata.

Analisis Kadar Air Nata

Pengukuran kadar air nata diambil dari Ramdani [8] dengan menggunakan metode *gravimetri* sebagai berikut. Cawan porselin dipanaskan dalam oven pada suhu 100°C selama 15 menit lalu didinginkan pada desikator dan catat bobot kosongnya (W_o). *Nata* kemudian ditimbang sebanyak 5 - 10 gram dalam cawan porselin (W_s). *Nata* lalu dipanaskan dalam oven bersuhu 105°C selama satu jam. Cawan berisi *nata* yang telah dioven akan didinginkan kedalam desikator. Cawan berisi *nata* yang telah dikeringkan dioven akan ditimbang sampai bobot tetap (W_R). Kadar air dalam *nata* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kandungan Air (\%)} = \frac{W_R - W_o}{W_s - W_o} \times 100\% \dots (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Selulosa Bakteri

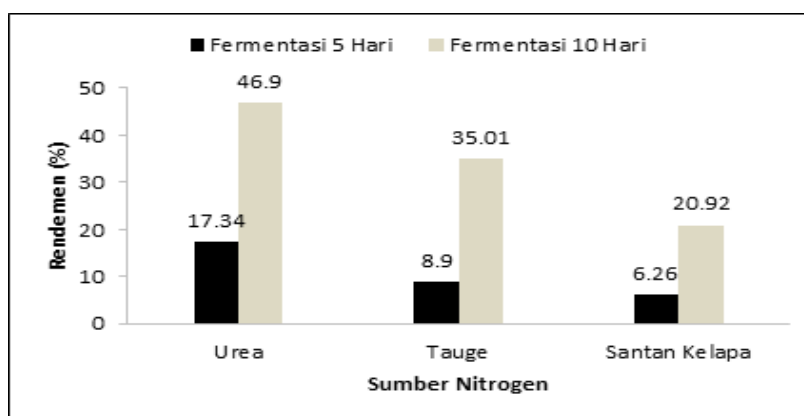
Nata de banana peel merupakan hasil fermentasi dari pengelolaan kulit pisang dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*. Bakteri ini dapat hidup pada media rebusan kulit pisang,

dikarenakan kulit pisang memiliki kandungan karbohidrat tinggi sebesar 18,50%. Kandungan tersebut nantinya akan dimanfaatkan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk sumber energi dalam membentuk selulosa [9].

Rendemen nata adalah hasil persentase pembagian berat nata yang dihasilkan dengan berat medium nata. Semakin banyak nutrisi yang cukup untuk bakteri *Acetobacter xylinum* maka nilai persentase rendemen akan meningkat [10]. Berdasarkan Gambar 1 hasil analisis rendemen dapat diketahui bahwa adanya perbedaan perolehan nata dari setiap sumber nitrogen dan waktu fermentasi. Nilai persentase rendemen fermentasi 5 hari yang paling tinggi berasal dari urea sebesar 17,34% dan yang paling rendah dihasilkan pada santan kelapa 6,26%. Sedangkan pada waktu fermentasi 10 hari, nilai persentase rendemen yang dihasilkan paling tinggi yaitu dari urea sebesar 46,90% dan yang paling rendah yaitu santan kelapa sebesar 20,92%.

Perbedaan nilai persentase rendemen yang dihasilkan disebabkan karena kandungan nitrogen pada urea, tauge, dan santan kelapa yang berbeda beda. Kandungan nitrogen pada urea, tauge, dan santan kelapa telah diteliti yang menghasilkan nilai kandungan nitrogen sebesar 46% [11], 21% [12] dan 5% [13]. Kandungan nitrogen yang cukup akan memberikan nutrisi yang baik pada bakteri *Acetobacter xylinum*, sehingga meningkatkan aktivitas untuk pertumbuhan dan pembentukan selulosa yang tinggi. Semakin tinggi persentase rendemen yang dihasilkan menunjukkan bahwa nutrisi selama proses fermentasi pada bakteri *Acetobacter xylinum* terpenuhi

Perbedaan waktu fermentasi akan berpengaruh terhadap kenaikan jumlah sel bakteri dan lapisan selulosa yang terbentuk. Menurut Lusi [14] semakin lama waktu fermentasi maka lapisan nata akan semakin tebal dan berat, dikarenakan bakteri *Acetobacter xylinum* memanfaatkan nutrisi pada media secara maksimal sehingga produksi selulosa meningkat. Akan tetapi apabila terlalu lama waktu fermentasi yang dilakukan bakteri akan mengalami fase kematian dikarenakan persediaan nutrisi akan berkurang bahkan habis. Pada fase kematian bakteri akan mengalami kehabisan nutrisi dan persaingan antar bakteri untuk bertahan hidup yang menyebabkan bakteri akan mati [15].



Gambar 1. Rendemen Selulosa Bakteri

Berat dan Kadar Air Selulosa Bakteri

Berat nata merupakan salah satu indikator yang menunjukkan banyaknya pembentukan selulosa oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Menurut Murtius [16] berat nata yang dihasilkan sejalan dengan jumlah rendemen yang dihasilkan. Hasil pengukuran berat selulosa bakteri dapat dilihat pada Gambar 2.

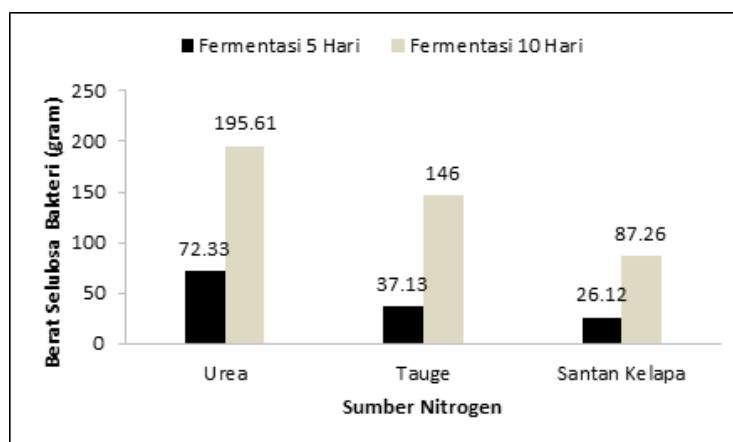
Pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa variasi sumber nitrogen (urea, tauge, dan santan kelapa) mempengaruhi terhadap berat nata yang dihasilkan. Sumber nitrogen jenis urea dengan waktu fermentasi 10 hari menghasilkan ketebalan tertinggi yaitu 190,19 gr, sedangkan sumber nitrogen jenis santan kelapa dengan waktu 5 hari menghasilkan nilai berat terendah yaitu 5,57 gr. Kandungan sumber nitrogen yang cukup akan meningkatkan berat nata yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan ketersediaan kandungan nitrogen yang cukup akan memberikan nutrisi pada bakteri *Acetobacter xylinum* sehingga semakin banyak selulosa bakteri yang terbentuk.

Menurut Alexander [17] jumlah kandungan nitrogen yang tinggi akan menghalangi perkembangbiakan bakteri. Sedangkan jika jumlah kandungan nitrogen yang rendah akan mengakibatkan proses pembentukan selulosa akan melambat dikarenakan bakteri mengalami kekurangan sumber nutrisi dalam pertumbuhan. Selain itu, menurut Rossi [18] penggunaan nitrogen yang terlalu berlebihan dalam media yang sama akan menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi dalam media. Hal ini karena peningkatan konsentrasi pada nitrogen tidak sejalan dengan peningkatan konsentrasi zat-zat lainnya, yang mengakibatkan banyak nitrogen yang tidak dimanfaatkan. Penentuan

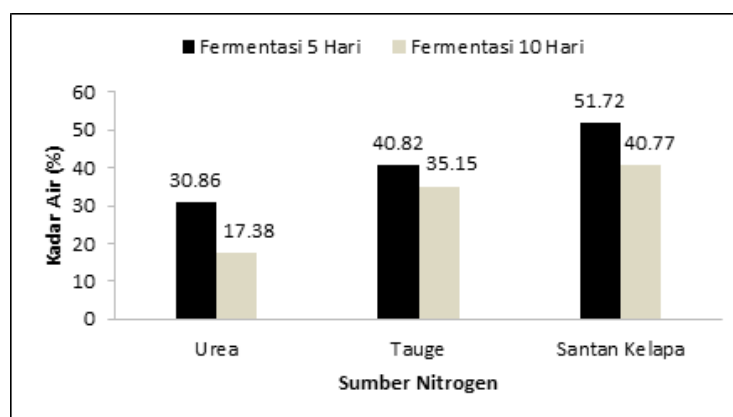
kadar air nata diperoleh dari persentase berat air nata yang hilang dengan berat nata mula-mula. Perbedaan persentase kadar air pada nata bergantung pada kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam merombak gula dalam media menjadi selulosa.

Berdasarkan Gambar 3 dihasilkan nilai kadar air yang tinggi yaitu pada santan kelapa sebesar 51,72 % dengan waktu fermentasi selama 5 hari, dan kadar air terendah dihasilkan pada urea dengan waktu fermentasi selama 10 hari.

Perbedaan sumber nitrogen dan waktu fermentasi mempengaruhi kadar air nata yang dihasilkan. Ketersediaan sumber nitrogen dan lama waktu fermentasi yang cukup dapat memenuhi kebutuhan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam membentuk selulosa. Hal ini dikarenakan komponen polisakarida (selulosa) pada nata memiliki kemampuan untuk mengikat air. Polisakarida (selulosa) yang tipis mengakibatkan jaringan yang terbentuk tidak rapat sehingga mengikat air dalam jumlah yang besar. Oleh sebab itu, kadar air pada selulosa bakteri yang tipis memiliki kadar air yang tinggi. Selain itu, lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap proses polisakarida dalam mengikat air. Waktu fermentasi yang cukup membuat selulosa akan maksimal dalam mengikat air. Hal ini sejalan dengan penelitian Colvin and Leppard [19] yang menyatakan bahwa produk selulosa dari bakteri *Acetobacter xylinum* memiliki kapasitas penyerapan air yang tinggi. Kadar air dalam selulosa bakteri berasal dari mediumnya. Hal ini dikarenakan dalam proses pembentukan selulosa bakteri, air pada medium akan terperangkap didalam lapisan nata yang membentuk seperti gel.



Gambar 2. Berat Selulosa Bakteri



Gambar 3. Kadar Air Selulosa Bakteri

KESIMPULAN

Pengaruh variasi sumber nitrogen pada produksi selulosa bakteri dari limbah kulit pisang menunjukkan bahwa perbedaan jenis sumber nitrogen (urea, tauge, dan santan kelapa) mempengaruhi nata yang dihasilkan yang ditunjukkan oleh persentase nilai rendemen, kadar air, dan berat nata. Sumber nitrogen urea memberikan hasil nata yang paling tinggi pada waktu fermentasi 10 hari dengan nilai rendemen 46,90%, kadar air 17,38%, dan berat natanya 190,18 gram. Sedangkan sumber nitrogen santan kelapa dengan waktu fermentasi 5 hari memberikan hasil nata yang paling rendah dengan nilai rendemen 6,53%, kadar air 51,72%, dan berat natanya 5,57 gram. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap nata yang dihasilkan dimana variasi waktu 10 hari memberikan produksi nata yang paling tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J.G. Rizal, "10 Negara Penghasil Pisang Terbesar di Dunia, Indonesia Nomor 3", <https://www.kompas.com>, 2021 [diakses pada 28 Juni 2022].
- [2] A. Purwanto, "Produksi Nata Menggunakan Limbah Beberapa Jenis Kulit Pisang," *Widya Warta*, vol. 05, no. 01, pp. 140–151, 2012, ISSN 0854-1981.
- [3] W. Czaja, A. Krystynowicz, S. Bielecki, and R. M. Brown Jr, "Microbial Cellulose—The Natural Power to Heal Wounds," *Biomaterials*, vol. 27, no. 2, pp. 145–151, 2006
<https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2005.07.035>.
- [4] P. Ross, R. Mayer, and M. Benziman, "Cellulose Biosynthesis and Function in Bacteria," *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, vol. 55, no. 1, pp. 35–58, 1991, DOI: 10.1128/mr.55.1.35-58.1991.
- [5] A. Hamad, and Kristiono, "Pengaruh Penambahan Sumber Nitrogen Terhadap Hasil Fermentasi Nata De Coco," *Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, (9)1, pp. 62 – 65, 2013, DOI:

- 10.36499/jim.v9i1.851.
- [6] E. K. Sijabat, A. Nuruddin, P. Aditiawati, and B. S. Purwasasmita, "Synthesis and Characterization of Bacterial Nanocellulose from Banana Peel for Water Filtration Membrane Application," IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series, 1230, 012085, 2019, DOI 10.1088/1742-6596/1230/1/012085.
- [7] K. A. Zahan, N. Pa'e, and I. I. Muhamad, "Monitoring the Effect of pH on Bacterial Cellulose Production and Acetobacter xylinum 0416 Growth in a Rotary Discs Reactor," Arabian Journal for Science and Engineering, vol. 40, pp. 1881–1885, 2015, <http://dx.doi.org/10.1007/s13369-015-1712-z>.
- [8] Ramdani, "Karakteristik Nata de Coco dan Nata de Banana: Bentuk Fisik; Kadar Air dan Kadar Serat," Skripsi, Universitas Indonesia, 2008.
- [9] S. Bahri, A. Aji, and F. Yani, "Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok Dengan Cara Fermentasi Menggunakan Ragi Roti," Jurnal Teknologi Kimia Unimal, vol. 7, no. 02, pp. 85-90, 2019, doi: 10.29103/jtku.v7i2.1252.
- [10] Iskandar, M. Zaki, S. Mulyati, U. Fathanah, and I. Sari, "Pembuatan Film Selulosa Dari Nata De Pina," Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, vol. 7, no. 03, pp. 105–111, 2010, ISSN 1412-5064.
- [11] Y. E. Stefani, "Analisa Kandungan Nitrogen dari Pupuk Urea Pasaran dan Urea Bersubsidi Menggunakan Metode Kjeldahl di Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan," Skripsi, Prodi Bioteknologi, Universitas Andalas, 2017.
- [12] N. Arifiani, T.A. Sani, and A.S. Utami, "Peningkatan kualitas Nata De Cane dari Limbah Nira Tebu Metode Budchips dengan Penambahan Ekstrak Tauge sebagai Sumber Nitrogen," Bioteknologi, (12)2, pp. 29–33, 2015, doi: 10.13057/biotek/c120201.
- [13] U. Patil and S. Benjakul, "Coconut Milk and Coconut Oil: Their Manufacture Associated with Protein Functionality," Journal of Food Science, Vol. 83, 2018, DOI: 10.1111/1750-3841.14223.
- [14] Lusi, Periadnadi, and Nurmiati, "Pengaruh Dosis Gula dan Penambahan Ekstrak Teh Hitam Terhadap Fermentasi dan Produksi Nata De Coco," Jurnal Metamorfosa, vol.10, no.01, pp. 126-130, 2017, doi: 10.24843/metamorfosa.2017.v04.i01.p19.
- [15] S. Nurhayati, "Kajian Pengaruh Kadar Gula dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Nata De Soya," Jurnal UT., vol. 7, no. 01, pp. 40–47, 2006, doi: 10.33830/jmst.v7i1.627.2006.
- [16] W. S. Murtius, A. Asben, R. M. Fiana, and I. K. Nisa, "Penggunaan Tauge Yang Berbeda Sebagai Sumber Nitrogen Pada Pembuatan Nata De Yam," Jurnal Teknologi Pertanian Andalas, vol.25, no.01, pp.104-113. 2021. ISSN 1410-1920, EISSN 2579-4019.
- [17] M. Alexander, "Biodegradation and Bioremediation," Academic Press, Inc. United States of America, 1994.
- [18] E. Rossi, U. Pato, and S. R. Darmanik, "Optimalisasi Pemberian Ammonium Sulfat Terhadap Produksi Nata De Banana Skin," Journal Uncp, vol. 7(2), pp. 30–36, 2008, DOI: <http://dx.doi.org/10.31258/sagu.v7i2.1108>.
- [19] J. R. Colvin and G. G. Leppard, "The Biosynthesis of Cellulose by Acetobacter Xylinum and Acetobacter Acetigenus," Can. J. Microbiol., vol. 23, no. 6, pp. 701–709, 1977, DOI: 10.1139/m77-105.