

LAPORAN PENELITIAN

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEPUNG AREN MENJADI *BACTERIAL CELLULOSE* (BC): TINJAUAN TERHADAP PENURUNAN KADAR PENCEMAR



Disusun oleh:

ARINI WIJAYANTI (3335200009)

BAGUS TRI CUYUNDA (3335200046)

**JURUSAN TEKNIK KIMIA – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangani dibawah ini:

Nama : Bagus Tri Cuyunda

NIM : 3335200046

Jurusan : Teknik Kimia

Judul : Pengolahan Limbah Cair Industri Tepung Aren Menjadi *Bacterial Cellulose (BC)*: Tinjauan Terhadap Penurunan Kadar Pencemar

Menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut adalah benar karya saya dengan arahan pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali telah disebutkan sumbernya.

Apabila dikemudian hari saya terbukti melakukan plagiasi dalam penelitian ini, saya bersedia menerima konsekuensi sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 9 Desember 2024



Bagus Tri Cuyunda

LAPORAN PENELITIAN

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEPUNG AREN MENJADI *BACTERIAL CELLULOSE* (BC) : TINJAUAN TERHADAP PENURUNAN KADAR PENCEMAR

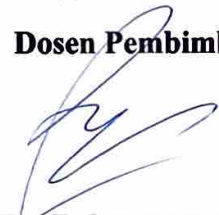
disusun oleh:

ARINI WIJAYANTI (3335200009)
BAGUS TRI CUYUNDA (3335200046)

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah dipertahankan di hadapan
Dewan Penguji

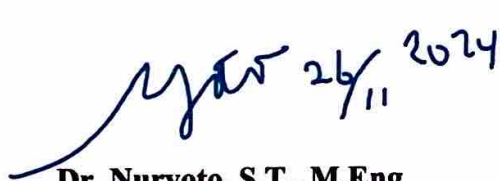
Pada Tanggal 22 Desember 2023

Dosen Pembimbing


Prof. Dr. Rahmayetty, S.T., M.T.
NIP. 197410021999032003

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Dr. Nuryoto, S.T., M.Eng
NIP. 197609152006041007


Dhen Ria Barleany, S.T., M.Eng
NIP. 198203152005012002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Heri Heriyanto, S.T., M.Eng
NIP. 197510222005011002



ABSTRACT

PROCESSING OF PALM FLOUR INDUSTRY LIQUID WASTE INTO *BACTERIAL CELLULOSE (BC)*: A REVIEW OF POLLUTION LEVEL REDUCTION

By:

Arini Wijayanti 3335200009

Bagus Tri Cuyunda 3335200046

Lebak Regency, located in Banten Province, is the largest producer of palm sugar in Indonesia. In the process of processing palm stems into palm flour, liquid waste will be produced. In the production process, the liquid waste produced is directly discharged into the river without further treatment, thus endangering the surrounding ecosystem. Liquid waste from the palm flour industry contains carbon and nitrogen as macronutrients and metal ions as micronutrients for bacterial growth. Because of its content, liquid waste from palm sugar can be used as a medium for bacterial growth. The purpose of this study was to obtain operating conditions that produce the highest COD and BOD reduction in the process of utilizing liquid waste from palm flour into BC and to obtain BC with the best quantity. The method used was the batch fermentation method with variables that were varied, namely sucrose with variations (0, 25, 50, 75, and 100 grams) and media pH (3,4,5 and 6). The stages of the process in this study began with the manufacture of *Acetobacter xylinum* starter, fermentation of liquid waste from palm sugar, harvesting and washing of bacterial cellulose, bacterial cellulose products (Nata de arenga) and product testing. The product tests that will be carried out are the thickness and pH of the medium during the fermentation process and testing for COD, BOD, and FTIR values on BC. The results of this study indicate that the optimum BC conditions were obtained at a medium pH of 4, the addition of 100 grams of sucrose, a BC thickness of 1.5125 cm and a culture time of 15 days. Furthermore, the highest reduction in pollutant levels in the form of COD and BOD was obtained at a medium pH of 5 and the addition of 100 grams of sucrose. FT-IR analysis shows that BC has four main peaks with a wave number range of 1,030; 1,321; 2,022-2,164, and 3,337 cm⁻¹.

Keywords: fermentation, pollutant levels, palm sugar liquid waste

ABSTRAK

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEPUNG AREN MENJADI *BACTERIAL CELLULOSE* (BC) : TINJAUAN TERHADAP PENURUNAN KADAR PENCEMAR

Oleh:

Arini Wijayanti 3335200009

Bagus Tri Cuyunda 3335200046

Kabupaten Lebak, yang berada di Provinsi Banten merupakan penghasil gula aren terbesar di Indonesia. Dalam proses pengolahan batang aren menjadi tepung aren akan dihasilkan limbah cair. Dalam proses produksinya limbah cair aren yang dihasilkan langsung dibuang ke sungai tanpa adanya treatment lebih lanjut sehingga membahayakan ekosistem disekitarnya. Limbah cair industri tepung aren mengandung karbon dan nitrogen sebagai makronutrien dan ion logam sebagai mikronutrien pertumbuhan bakteri. Karena kandungannya tersebut, limbah cair aren dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan bakteri. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan kondisi operasi yang menghasilkan penurunan COD dan BOD tertinggi dalam proses pemanfaatan limbah cair tepung aren menjadi BC dan mendapatkan BC dengan kuantitas terbaik. Metode yang digunakan yaitu metode fermentasi batch dengan variable yang divariasikan yaitu sukrosa dengan variasi (0, 25, 50, 75, dan 100 gram) serta pH media (3,4,5 dan 6). Adapun tahapan proses pada penelitian iniawali dengan pembuatan *starter Acetobacter xylinum*, fermentasi limbah cair aren, pemanenan dan pencucian *cellulose* bakteri, produk *bacterial cellulose* (*Nata de arenga*) dan uji produk. Adapun uji produk yang akan dilakukan yaitu ketebalan dan pH medium selama proses fermentasi serta dilakukan pengujian untuk nilai COD, BOD, dan FTIR pada BC. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa diperoleh kondisi optimum BC pada pH medium 4, penambahan sukrosa 100 gram, ketebalan BC 1,5125 cm dan waktu kultur 15 hari. Selanjutnya penurunan kadar pencemar tertinggi berupa COD dan BOD didapatkan pada pH medium 5 dan penambahan sukrosa 100 gram. Analisis FT-IR menunjukan BC memiliki empat puncak utama dengan range bilangan gelombang 1.030; 1.321; 2.022-2.164, dan 3.337 cm⁻¹.

Kata Kunci : fermentasi, kadar pencemar, limbah cair aren

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “Pengolahn Limbah Cair Industri Tepung Aren Menjadi *Bacterial Cellulose* (BC) : Tinjauan Terhadap Kadar Pencemar” tepat pada waktunya. Penulisan proposal penelitian ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan tugas akhir program sarjana Fakultas Universitas Sultan Ageng. Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil sehingga proposal penelitian ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Kedua Orang Tua tercinta yang telah memberikan segala kasih sayang yang tidak pernah surut memberikan dukungan baik moril maupun materiil serta do'a kepada penulis.
2. Ibu Prof. Dr. Rahmayetty, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I penelitian sekaligus koordinator penelitian yang telah meluangkan waktu nya serta memberikan bimbingan dalam menyusun Proposal Penelitian.
3. Ibu Wardalia, S.T., M.T. dan Ibu Dhena Ria Barleany, S.T, M.Eng. selaku dosen pengampu matakuliah metode penelitian.
4. Rekan-rekan kami yang telah memberikan pertolongan baik bantuan langsung maupun tidak langsung

Meskipun telah berusaha menyelesaikan proposal penelitian ini sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dalam penyusunan proposal penelitian ini.

Cilegon, Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Limbah Cair Tepung Aren	5
2.2 Parameter Kualitas Limbah Cair	6
2.3 Fermentasi Batch dan Fed-Batch	7
2.4 <i>Bacterial cellulose</i>	8
2.5 Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Proses Fermentasi	11
2.6 Karakterisasi BC	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tahapan Penelitian	15
3.2 Prosedur Penelitian.....	16
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	16
3.4 Variabel Penelitian	17
3.5 Metode Pengumpulan dan Analisis Data	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Berat Sukrosa dan pH Awal Medium terhadap Ketebalan BC	20
4.2 Pengaruh Berat Sukrosa dan pH awal medium terhadap perubahan pH selama Fermentasi.....	22
4.3 Pengaruh Berat Sukrosa dan pH awal terhadap Nilai COD dan BOD Medium Fermentasi	25
4.4 <i>Uji Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> BC	26

BAB V PENUTUP	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	
A. Dokumen Kegiatan	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Aren	5
Tabel 2.2 Perbandingan antara <i>BC</i> dan <i>PC</i>	9
Tabel 4.1 Data Ketebalan BC.....	20
Tabel 4.2 Data pH selama Proses Fermentasi	23
Tabel 4.3 Perbandingan Analisis spektrum FTIR	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Proses Penelitian	15
Gambar 4.1 Grafik pengaruh berat sukrosa dan pH awal medium terhadap ketebalan BC.....	21
Gambar 4.2 Grafik pengaruh berat sukrosa dan pH awal medium terhadap pH selama proses fermentasi	24
Gambar 4.3 Grafik pengaruh berat sukrosa dan pH awal medium fermentasi terhadap efisiensi penyisihan COD dan BOD medium fermentasi.	25
Gambar 4.4 Grafik analisa <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) BC	27
Gambar 4.5 Grafik analisa <i>Fourier transform Infrared</i> (FTIR) biofilm BC	28

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Lebak, yang berada di Provinsi Banten merupakan penghasil gula aren terbesar di Indonesia. Pada tahun 2015 Kabupaten Lebak tercatat dapat memproduksi gula aren sebesar 8.722.500 kg (Suara.com, 2016). Dalam proses pengolahan batang aren menjadi tepung aren akan dihasilkan limbah cair. Saat ini, limbah cair tepung aren telah mencemari beberapa sungai diantaranya sungai Cipager di Desa Lebak Peundeuy, Kecamatan Cihara, Kabupaten Lebak-Banten (Bantennews,2018). Di dalam limbah cair aren terkandung banyak senyawa kimia seperti karbon dan nitrogen. Rasio antara keduanya yaitu C/N sebesar 15:1 (Ramdiana,2017). Selain itu, didalam limbah cair aren banyak terkandung kadar pencemar, yakni BOD sebesar 3,050 mg/L, COD sebesar 6,394 mg/L, amoniak sebesar 7,2 mg/L (Rahmayetty & Fatah, 2023), ion logam berupa Mn, Zn, and Cu masing-masing sebesar 0.11, 0.305, and 0.121 mg/L (Firdayati & Handajani, 2005). Kandungan karbon dan nitrogen dalam limbah tepung aren merupakan makronutrien dan ion logam merupakan mikronutrien pertumbuhan bakteri (Shuler & Kargi, 1991). Menurut Pambayun (2002), bakteri *Acetobacter xylinum* dapat membentuk *nata* jika ditumbuhkan dalam media yang sudah mengandung karbon (C) dan nitrogen (N) melalui proses yang terkontrol. Maka dari itu limbah cair aren dapat dijadikan medium yang potensial untuk tumbuhnya *bacterial cellulose*.

Bacterial cellulose (BC) adalah *cellulose* yang dihasilkan oleh sejumlah bakteri pada substrat cair yang mengandung gula. Rumus molekul BC adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$ yang memiliki ikatan α -1,4 antara dua molekul sakarida yang menyusun polimer tersebut, mirip dengan molekul *cellulose* tanaman, tetapi memiliki sifat fisiko-kimia yang berbeda (Yoshinaga dkk., 1997). BC sangat banyak digunakan, salah satunya yaitu pada bidang farmasi, BC dimanfaatkan

sebagai pembalut luka, rekayasa jaringan, pembawa obat, penstabil emulsi, dan masker wajah. Selain itu BC juga banyak digunakan pada sektor seperti Industri tekstil untuk bahan kulit buatan dan tekstil, pada sektor kosmetik untuk penstabil dan pengemulsi pada krim, serta pelembab kuku. Pada sektor kehutanan digunakan untuk multilapis untuk *plywood* dan pada sektor industri kertas digunakan untuk pembuatan kertas. Sejumlah spesies bakteri dari golongan *Aerobacter*, *Acetobacter*, *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Sarcina*, *Salmonella*, dan *Eschericia coli* dilaporkan memiliki kemampuan mensintesis lembaran *cellulose* ekstraseluler (Bae dan Shoda, 2004). Berdasarkan perbedaan strain bakteri, didapatkan bahwa *Acetobacter xylinum* menghasilkan yield BC yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis bakteri yang lain (Chawla et al., 2009).

Pemanfaatan limbah cair menjadi BC telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya diantaranya adalah Limbah Cair *Virgin Coconut Oil* (VCO) menggunakan *Acetobacter xylinum* (Luki Erse, 2008), limbah cair sagu menggunakan bakteri *Beijerinckia fluminensis* (Voon et al., 2019), limbah cair tahu menggunakan *Acetobacter xylinum* (Aini dan Nur, 2019), limbah cair tepung singkong menggunakan *Acetobacter xylinum* (Putriana dan Aminah, 2013), dan limbah cair industri tepung aren menggunakan *Acetobacter xylinum* (Rahmayetty dkk, 2021).

Pemanfaatan limbah cair industri tepung aren menjadi BC sangat berpotensi untuk dikembangkan karena mengandung mikronutrien dan makronutrien untuk pertumbuhan bakteri. Penelitian yang telah dilakukan Rahmayetty & Fatah (2023) dalam pemanfaatan limbah cair industri tepung aren sebagai media bakteri selulosa (BC) dan produksi selulosa asetat (CA) telah meninjau kondisi optimum pembentukan BC dengan penambahan sukrosa dan pengaruh medium awal serta dalam penelitian tersebut belum dilakukan peninjauan terhadap pengurangan komponen pencemar yang terkandung didalam limbah tersebut setelah dilakukan sintesis BC. Data ini sangat diperlukan untuk memberikan informasi terkait pemanfaatan limbah menjadi biomaterial (BC) dalam upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah cair

industri tepung aren. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian pemanfaatan limbah cair tepung aren menjadi *bacterial cellulose* (BC) dengan peninjauan penurunan berat pencemar berupa *chemical oxygen demand* (COD) dan *biological oxygen demand* (BOD) perlu dilakukan untuk mengetahui efisiensi penurunan bahan pencemaran setelah dilakukan sintesis BC.

1.2 Rumusan Masalah

Limbah cair industri tepung aren mengandung bahan organik yang tinggi sehingga bila dibuang ke badan air maka dapat menyebabkan pencemaran. Pemanfaatan limbah cair industri tepung aren menjadi BC merupakan suatu upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan menghasilkan biomaterial yang ramah lingkungan. Penelitian terdahulu yang telah dilakukan belum meninjau penurunan kadar pencemar diantaranya COD dan BOD dalam limbah cair industri tepung aren setelah dilakukan proses pemanfaatannya menjadi BC. Penelitian ini dilakukan untuk mencari pengaruh fermentasi medium dalam penurunan kadar COD dan BOD.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

- 1.2.1 Mendapatkan kondisi operasi yang menghasilkan penurunan COD dan BOD tertinggi dalam proses pemanfaatan limbah cair tepung aren menjadi BC
- 1.2.2 Mendapatkan BC dengan kuantitas terbaik dalam pemanfaatan limbah cair industri tepung aren

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Limbah cair industri tepung aren yang digunakan berasal dari salah satu industri tepung aren yang ada di daerah Lebak, Banten. Pemanfaatan limbah cair industri tepung aren menjadi BC dilakukan dengan fermentasi batch menggunakan *Acetobacter xylinum*. Parameter yang akan dianalisa dalam

penelitian ini adalah berat sukrosa, pH awal medium, pH medium selama proses fermentasi, ketebalan BC, serta efisiensi penurunan COD dan BOD pada awal dan akhir proses fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, S. dan Nur, F. 2019. Penambahan Ekstrak Jeruk Nipis dan Konsentrasi Inokulum Terhadap Karakteristik Nata de Soya dari Limbah Cair Industri Tahu Kabupaten Klaten. *Jurnal Kimia Riset* 4(3) : 133 – 142.
- Amorim, dkk. (2020). Plant and bacterial nanocellulose: production, properties and applications in medicine, food, cosmetics, electronics and engineering. A review. *Enviromental Chemistry Letters*.
- Ariefana, P. 2016. Produksi Gula Aren Lebak Banten Terbesar di Dunia. *Suara.com*. <https://www.suara.com/news/2016/08/19/115125/produksi-gula-aren-lebak-banten-terbesar-di-dunia>. 13 Oktober 2022 (22:15).
- Atima., W. 2015. BOD DAN COD SEBAGAI PARAMETER PENCEMARAN AIR DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH. *Jurnal Biology Science & Education* 4(1) : Hal 83 – 93.
- Bae, S. dan M, Shoda. 2004. Bacterial cellulose production by fedbatch fermentation in molasses medium. *Biotechnol. Prog.* 20 : 1366-1371.
- Bantennews. 2018. Perusahaan Pembuat Tepung Aren di Lebak Diduga Cemari Sungai. <https://www.bantennews.co.id/perusahaan-pembuat-tepung-aren-di-lebak-diduga-cemari-sungai/>. 13 Oktober 2022 (22:10).
- Boby, C. A., Roni, A., dan Muhsinin, S. 2021. REVIEW: PRODUKSI, KARAKTERISASI DAN APLIKASI SELULOSA BAKTERI DI BIDANG FARMASI. *JOPS (Journal Of Pharmacy and Science)* 4(2) : 12-28.
- Chawla, P. R., Bajaj, I. B., Survase, S. A., dan Singhal, R. S.. 2009. Microbial cellulose : Fermentative production and applications. *Food Technol Biotechnol* : 107–124.
- Donini, I. A. N. 2010. Biosynthesis and recent advances in production of bacterial cellulose. *Eclética Química Journal*. 35(4) : 166–178.
- Erse, L. 2008. Pemanfaatan limbah cair Virgin Coconut Oil (VCO) sebagai bahan baku Selulosa bakteri dan aplikasinya sebagai Edible Cellulose Film (ECF) : majian lama fermentasi dan lama perendaman film dalam gliseri. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Esa, F., Tasirin, S. M. and Rahman, N. A. 2014. Overview of Bacterial Cellulose Production and Application. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* : 113 – 119.

- Felasih, Eli. 2010. Pemanfaatan Selulosa Bakteri – Polivinil Alkohol (PVA) Hasil IRADIASI (Hidrogel) sebagai Matriks Topeng Masker Wajah. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Firdayanti, M. 2005. Studi karakteristik Dasar Limbah Industri Tepung Aren. Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan 1.
- Fitriarni, D., et al. 2019. Biosintesis dan Karakterisasi Selulosa Bakterimenggunakan Media Sari Pedada (*Sonneratia caseolaris*) dan Kundur (*Benincasa hispida*). Jurnal Selulosa 9(1) : Hal 1-8.
- Hanlon, E. B., Manoharan, R., Koo, T. W., Shafer, K. E., Motz, J. T., Fitzmaurice, M., ... & Feld, M. S. (2000). Prospects for in vivo Raman spectroscopy. *Physics in Medicine & Biology*, 45(2), R1.
- Jay, J.M., Loessner, M.J., Golden, D.A. 2005. *Modern Food Microbiology* 7th ed. Springer Science.
- Moniri, M., Rahim, A. R., dan Saad Z. W. 2017. Production and status of bacterial cellulose in biomedical engineering. *Nanomaterials* : 1 – 26.
- Munawwaro, S. (2009). *PENGARUH pH MEDIA DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP BASIL NATA DE COCO* (Doctoral dissertation).
- Nisa, F. C. (2002). Penurunan tingkat pencemaran limbah cair (whey) tahu pada produksi nata de soya (kajian waktu inkubasi). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 3(2), 93-97.
- Nirwana, R., E. 2019. METODE KOMBINASI DALAM MENURUNKAN KADAR BOD5 DAN COD PADA LIMBAH CAIR TEPUNG AREN (Studi Kasus di Industri Tepung Aren Desa Daleman Kecamatan Tulung Kabupaten Klaten). Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Nurfitriyani, et al. 2014. IMMOBILISASI SEL DAN EVALUASI KINERJA IMMOBILISASI SEL DALAM REAKTOR KOLOM. Politeknik Negeri Bandung.
- Panjaitan, dkk. (2023). Karakterisasi Biofilm Selulosa Bakteri dengan Modifikasi Gliserol secara Ex-situ. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol 13, No.1: 17-23.
- Poedjiadi, A dan Titin, S. Poedjiadi, A dan Titin, S. 2006. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press

- Pramono, B., S. Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tepung Aren Sebagai Pupuk Cair pada Pertumbuhan Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus* sp). Skripsi. Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Purnama, T., W., dan Adinagara, A., H. 2015. STUDI PENGARUH MIKROORGANISME TERHADAP YIELD ETANOL PADA PROSES FERMENTASI BATCH. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Putriana, I., Aminah, A. 2013. Mutu Fisik, Kadar Serat dan Sifat Organoleptik Nata de Cassava Berdasarkan Lama Fermentasi. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 4(7) : 29 – 38.
- Rahmayetty, et al,. 2021. PEMANFAATAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEPUNG AREN SEBAGAI MEDIA FERMENTASI DALAM SINTESIS SELULOSA BAKTERI (Nata De Arenga). Penelitian. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Ramayanti, D., dan Amna, U. 2019. Analisis Parameter COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH (potential Hydrogen) Limbah Cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan* 1(1) : Hal 16 – 21.
- Ramdiana. 2017. Pengaruh Variasi Komposisi pada Campuran Limbah Cair Aren dan Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas. Eksergi.
- Romasyah, Rio. 2010. Inovasi Rancang Bangun Bioreactor Celup (Alternate Dip Bioreactor) Untuk Produksi Bakterioselulosa (BC). Student Grant Batch I The Research Final. Universitas Riau.
- Satiawihardja, B., Wibisono, B., dan Murdiyatmo, U. 1999. Proses Fermentasi Fed-Batch untuk Produksi Dekstranase dengan *Streptococcus* sp. B7. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia* 4(2) : Hal 64 – 68.
- Sulaiman, F. (2023). Wastewater from the Arenga Starch Industry as a Potential Medium for Bacterial Cellulose and Cellulose Acetate Production. *Polymers*, 15(4), 870.
- Susanto, S. PROSES FERMENTASI (BATCH, FED BATCH DAN CONTINUES PROCESS). <https://anthosusantho.wordpress.com/bahan-ajar-kuliah/> . 25 Oktober 2022 (19:30).
- Voon, Y., W., W., Muhiaddin, J., B., Yusof, L., N., Rukayadi, Y., dan Hussin, M., S., A. 2018. Bio-cellulose Production by *Beijerinckia fluminensis* WAUPM53 and *Gluconacetobacter xylinus* 0416 in Sago By-product Medium. *Appl Biochem Biotechnol*.
- Waluyo, L., “Mikrobiologi Umum”, hlm. 112, 114, 116, 122, 128, 160, UMM Press., Malang, 2005

Yunus, Y., & Zubaidah, E. (2015). Pengaruh Konsentrasi Sukrosa Dan Lama Fermentasi Terhadap Viabilitas *L. Casei* Selama Penyimpanan Beku Velve Pisang Ambon [In Press April 2015]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 303-312.