

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR (SKIM) PENGOLAHAN  
MINYAK KELAPA (MINYAK MANDAR) SEBAGAI MEDIA  
BIOSINTESIS SELULOSA BAKTERI: STUDI  
PEMANFAATAN SARI TAUGE SEBAGAI SUMBER  
NITROGEN UNTUK PERTUMBUHAN *Acetobacter xylinum***

**MOHAMMAD RISAL  
A0420502**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN  
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT  
MAJENE  
2026**

## **SKRIPSI**

# **PEMANFAATAN LIMBAH CAIR (SKIM) PENGOLAHAN MINYAK KELAPA (MINYAK MANDAR) SEBAGAI MEDIA BIOSINTESIS SELULOSA BAKTERI: STUDI PEMANFAATAN SARI TAUGE SEBAGAI SUMBER NITROGEN UNTUK PERTUMBUHAN *Acetobacter xylinum***

**MOHAMMAD RISAL  
A0420502**

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknologi Hasil Pertanian  
pada  
Program Studi Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Pertanian dan Kehutanan

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN  
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT  
MAJENE  
2026**



UNIVERSITAS SULAWESI BARAT  
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
PROGRAM SARJAN

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohammad Risal

NIM : A0420205

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Cair (Skim) Pengolahan Minyak Kelapa (Minyak Mandar sebagai Media Biosintesis Selulosa Bakteri: Studi Pemanfaatan Sari Tauge sebagai Sumber Nitrogen untuk Pertumbuhan *Acetobacter xylinum*”** adalah benar merupakan hasil karya saya di bawah arahan dosen pembimbing dan belum pernah diajukan ke perguruan tinggi mana pun serta seluruh sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Majene, 23 Maret 2026



Mohammad Risal

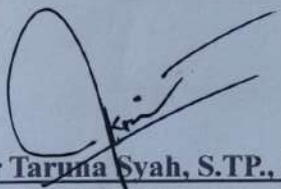
## HALAMAN PENGESAHAN

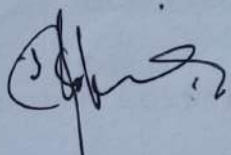
Judul Skripsi: Pemanfaatan Limbah Cair (Skim) Pengolahan Minyak Kelapa  
(Minyak Mandar sebagai Media Biosintesis Selulosa Bakteri: Studi  
Pemanfaatan Sari Tauge sebagai Sumber Nitrogen untuk  
Pertumbuhan *Acetobacter xylinum*.

Nama : Mohammad Risal

NIM : A0420502

Disetujui oleh:

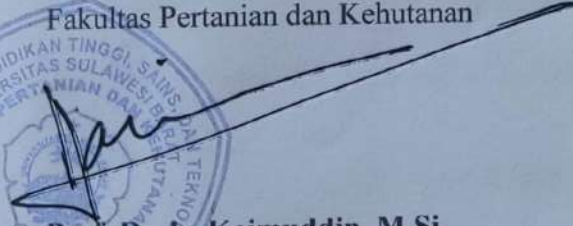
  
Ikrar Taruna Syah, S.TP., M.Sc.  
Pembimbing I


  
Syahmidarni Al Islamiyah, S.TP., M.Si.  
Pembimbing II

Diketahui oleh

Dekan,  
Fakultas Pertanian dan Kehutanan

Ketua Program Studi  
Teknologi Hasil Pertanian

  
Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M.Si.  
NIP 196005112198931001

  
Rizka Aulia Safarani, S.TP., M.Si.  
NIP 199404132024062001

Tanggal Lulus : 10/03/2026

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

**Pemanfaatan Limbah Cair (Skim) Pengolahan Minyak Kelapa (Minyak Mandar sebagai Media Biosintesis Selulosa Bakteri: Studi Pemanfaatan Sari Tauge sebagai Sumber Nitrogen untuk Pertumbuhan *Acetobacter xylinum***

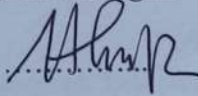
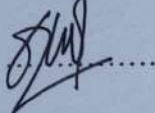
Disusun oleh:

**MOHAMMAD RISAL**  
A0420502

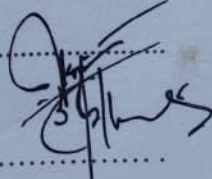

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Sulawesi  
Barat.

Pada tanggal 10/03/2026 dan dinyatakan **LULUS**

### SUSUNAN TIM PENGUJI

Tim Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1. Dr. Muh. Tahir, S.TP., M.Si.		09/04/2026
2. Andi Marlisa Bossa Samang, S.TP., M.Si.		09/04/2026

### SUSUNAN KOMISI PEMBIMBING

Komisi Pembimbing	Tanda Tangan	Tanggal
1. Ikrar Taruna Syah, S.TP., M.Sc.		09/04/2026
2. Syahmidarni Al Islamiyah, S.TP., M.Si.		15/04/2026

## ABSTRAK

**MOHAMMAD RISAL.** Pemanfaatan Limbah Cair (Skim) Pengolahan Minyak Kelapa (Minyak Mandar sebagai Media Biosintesis Selulosa Bakteri: Studi Pemanfaatan Sari Tauge sebagai Sumber Nitrogen untuk Pertumbuhan *Acetobacter xylinum*. Dibimbing oleh **IKRAR TARUNA SYAH** dan **SYAHMIDARNI AL ISLAMIAH**.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah cair (skim) pengolahan minyak kelapa sebagai bahan baku produksi selulosa bakteri serta menganalisis pengaruh variasi konsentrasi sari tauge sebagai sumber nitrogen alami terhadap karakteristik yang dihasilkan. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan variasi konsentrasi sari tauge 0% (kontrol dengan amonium sulfat), 3%, 5%, 7%, 10%, dan 12%, dengan parameter pengamatan meliputi rendemen, ketebalan, berat basah, berat kering, kadar air, serat kasar, serta morfologi menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM), dan data dianalisis menggunakan uji ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah cair minyak kelapa dapat digunakan sebagai media produksi selulosa bakteri, dengan rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan kontrol. Variasi konsentrasi sari tauge tidak berpengaruh signifikan terhadap rendemen, kadar air, ketebalan, dan serat kasar, tetapi berpengaruh signifikan terhadap berat kering. Secara umum, parameter yang diamati menunjukkan pola yang relatif seragam, serta morfologi selulosa bakteri membentuk struktur fibril tiga dimensi yang khas. Dengan demikian, sari tauge berpotensi sebagai sumber nitrogen alami dalam produksi selulosa bakteri, meskipun belum memberikan peningkatan hasil yang signifikan dibandingkan sumber nitrogen organik.

**Kata Kunci:** Selulosa bakteri, limbah cair minyak kelapa, sari tauge, sumber nitrogen organik

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan tanaman yang sering ditemukan di wilayah dengan iklim tropis, termasuk di Indonesia (Mardiatmoko & Ariyanti, 2018). Tanaman kelapa juga dikenal sebagai pohon kehidupan (*tree of life*) atau pohon 1lastic1 dimana semua bagian dapat diolah menjadi produk yang bernilai ekonomi. Daging kelapa bisa diolah menjadi minyak kelapa, *Virgin Coconut Oil* (VCO), santan instan, dan kopra (Savika *et al.*, 2023).

Pengolahan kelapa menjadi produk yang bernilai ekonomi, masih berorientasi pada pengolahan daging kelapa menjadi produk yang bernilai ekonomis yaitu kopra, pembuatan minyak kelapa, pembuatan santan instan, pembuatan VCO, dimana pada industri kelapa skala kecil dalam setiap proses produksinya menghasilkan buangan atau hasil samping yang tidak digunakan sehingga menjadi limbah. Limbah padat yang dihasilkan yaitu berupa tempurung kelapa, sabut kelapa, blondo serta ampas kelapa, sedangkan limbah cair dari industri kelapa dapat bersumber dari air kelapa, air sisa pembuatan VCO serta air sisa pencucian alat maupun bahan (Sulistyorini *et al.*, 2020).

Kelapa adalah salah satu komoditi unggulan daerah Provinsi Sulawesi Barat yang memiliki luas tanaman kelapa pada tahun 2022 sebesar 42.899,03 ha dengan produksi 37.268,55 ton (data sementara tahun 2023 sebesar 35.799 ton) (BPS Provinsi Sulawesi Barat, 2024). Sementara berdasarkan data Dinas Perkebunan Daerah Provinsi Sulawesi Barat pada tahun 2023, jumlah unit pengolahan hasil (UPH) yang terdiri dari unit pengolahan minyak kelapa dan minyak kelapa murni (VCO) (Pemerintah Provinsi Sulawesi Barat Dinas Perkebunan Daerah, 2023), sebanyak 13 unit usaha. Dari 13 UPH minyak kelapa dan VCO, belum satupun UPH yang mengolah limbah cair (skim)-nya. Limbah tersebut langsung dibuang ke lingkungan baik ke tanah maupun ke saluran pembuangan air. Hal ini tentunya akan berdampak buruk bagi lingkungan, karena tingginya kadar *chemical oxigen demand* (COD) yang terdapat pada limbah cair tersebut (Masthura *et al.*, 2022).

Seperti yang dijelaskan oleh salah satu pengelola UPH yang ada di Polman yakni terdapat di UPH Sio Rio di Desa Buku, bahwasanya mereka memproduksi minyak kelapa hampir setiap harinya tergantung dari persediaan bahan baku (kelapa), terdapat limbah cair yang sangat banyak dan juga tidak dilakukan olahan lanjutan, melainkan langsung saja dibuang ke bak penampungan yang sudah disiapkan namun terdapat keresahan tersendiri ketika bak tersebut sudah ada diambang batas penampungan dikarenakan menimbulkan bau yang tidak sedap dan mengganggu aktivitas produksi bila dibiarkan begitu saja.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menangani banyaknya limbah hasil produksi yang belum dimanfaatkan secara maksimal, yaitu melalui upaya produksi bersih dan minimasi limbah. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup produksi bersih merupakan tindakan pengelolaan lingkungan yang bersifat mencegah (preventif), terpadu dan diterapkan secara terus-menerus pada semua kegiatan dimulai dari hulu hingga ke hilir yang berkaitan dengan proses produksi (Azzahro *et al.*, 2022). Selain itu, penerapan produksi bersih pada industri kelapa skala kecil juga diharapkan dapat mencapai *zero waste* pada industri tersebut dengan cara mengolah produk hasil samping menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis. Oleh karena itu, bentuk penanganan limbah cair (skim) yang dapat ditempuh adalah dengan memanfaatkannya dalam pembuatan selulosa bakteri. Selulosa bakteri merupakan biopolimer selulosa yang disintesis oleh bakteri *Acetobacter xylinum* yang bersifat *edible* atau dapat dikonsumsi manusia (Lee *et al.*, 2024).

Berbagai upaya pemanfaatan limbah produksi pangan dalam pembuatan selulosa bakteri telah berhasil dilakukan melalui cara yang murah dan mudah didapatkan (El-Gendi *et al.*, 2022), mulai dari limbah cair produksi pati, limbah cair gandum (produksi etanol), limbah cair pengolahan tebu, limbah cair pengolahan bir, limbah kulit nenas, limbah padat minyak zaitun, dan sebagainya (Rahmayetty & Sulaiman, 2023; Amr & Ibrahim, 2022; Yanti *et al.*, 2019; Cavka *et al.*, 2013).

Dengan pemanfaatannya dalam pembuatan selulosa bakteri, limbah cair (*skim*) pengolahan minyak kelapa dapat diatasi dan dapat memberikan nilai tambah ekonomi bagi UPH serta dapat mendukung penerapan konsep *zero waste*

Penggunaan taugé tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintesis tetapi juga menghindari risiko kontaminasi dari bahan *non-food grade*. Selain itu, taugé mudah didapatkan dan merupakan bahan alami yang ramah lingkungan, sehingga mendukung konsep *zero waste*. Dengan demikian, pemanfaatan taugé dapat meningkatkan keamanan dan kualitas produk akhir, serta memberikan nilai tambah ekonomi bagi industri pertanian lokal di Sulawesi Barat.

### **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pemanfaatan limbah cair (skim) dari pengolahan minyak kelapa untuk pembuatan selulosa bakteri?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi sari taugé sebagai sumber nitrogen alami terhadap produksi selulosa bakteri dari limbah cair (skim) minyak kelapa?
3. Bagaimana kualitas selulosa bakteri yang dihasilkan dari segi ketebalan, berat kering, berat basah, dan rendemen?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Memanfaatkan limbah cair (skim) dari pengolahan minyak kelapa sebagai bahan baku untuk produksi selulosa bakteri.
2. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi sari taugé sebagai sumber nitrogen alami terhadap produksi selulosa bakteri dari limbah cair (skim) minyak kelapa.
3. Menganalisis selulosa bakteri yang dihasilkan dari limbah cair (skim) minyak kelapa berdasarkan ketebalan, berat kering, berat basah, dan rendemen.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

1. Bagi Lingkungan: Mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah cair (skim) dari pengolahan minyak kelapa yang memiliki kadar COD tinggi, serta mendukung konsep *zero waste* di industri pengolahan minyak kelapa di Sulawesi Barat.
2. Bagi Industri: Memberikan alternatif solusi pengolahan limbah bagi UPH minyak kelapa dan VCO sehingga dapat meningkatkan nilai tambah ekonomi dan mengurangi beban pencemaran lingkungan.
3. Bagi Ilmu Pengetahuan: Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pemanfaatan limbah cair industri pengolahan minyak kelapa untuk produksi

pada seluruh UPH yang ada di Sulawesi Barat. Biopolimer ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kemasan aktif yang dapat diterapkan pada bahan pangan sebagai kemasan primer yang dapat dimakan oleh manusia tanpa harus membuka kemasan dan membuangnya sehingga dengan demikian dapat meminimalisir sampah kemasan makanan yang dibuang ke lingkungan (Donkor *et al.*, 2023). Berdasarkan tinjauan literatur di atas, belum ada penelitian tentang isolasi selulosa bakteri menggunakan media fermentasi dari limbah cair (skim) pengolahan minyak kelapa. Oleh karena itu, memanfaatkan limbah cair kelapa untuk produksi selulosa bakteri merupakan inovasi penting

Dalam pembuatan selulosa bakteri, urea dan amonium sulfat sering digunakan sebagai sumber nitrogen yang penting untuk pertumbuhan bakteri. Amonium sulfat sering ditambahkan ke dalam media produksi bioselulosa karena perannya sebagai sumber nitrogen, yang sangat diperlukan dalam proses ini. Nitrogen adalah salah satu nutrisi utama yang mendukung berbagai aktivitas mikroba selama pembentukan lapisan bioselulosa. Keberadaan sumber nitrogen membantu merangsang pertumbuhan bakteri secara optimal, yang pada gilirannya meningkatkan produksi enzim-enzim penting yang berperan dalam pembentukan selulosa. Dengan demikian, penambahan amonium sulfat ke dalam media dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan hasil produksi bioselulosa (Nur *et al.*, 2019).

Namun peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) No. 7 Tahun 2015 melarang penggunaan urea dan amonium sulfat *non-food grade* dalam industri pangan. Larangan ini diberlakukan karena bahan-bahan *non-food grade* tersebut dapat mengandung kontaminan berbahaya, termasuk potensi cemaran logam berat, yang tidak aman untuk dikonsumsi manusia. Peraturan ini bertujuan untuk melindungi kesehatan konsumen dan memastikan semua produk makanan memenuhi standar keamanan yang ketat (BPOM, 2015).

Dalam upaya mencari alternatif yang lebih aman dan berkelanjutan, pemanfaatan tauge sebagai sumber nitrogen pengganti amonium sulfat dalam pembuatan selulosa bakteri merupakan inovasi yang menjanjikan. Tauge, yang kaya akan protein dan nutrisi esensial, dapat menyediakan sumber nitrogen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri penghasil selulosa (Murtius *et al.*, 2021).

selulosa bakteri, serta penggunaan sari tauge sebagai sumber nitrogen alami yang aman dan efektif.

4. Bagi Masyarakat: Meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan limbah industri secara berkelanjutan dan inovatif, serta membuka peluang usaha baru dalam bidang bioteknologi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemanfaatan limbah cair (skim) pengolahan minyak kelapa (minyak Mandar) sebagai media biosintesis selulosa bakteri dengan penambahan sari taube sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan *Acetobacter xylinum*, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Limbah cair (skim) dari pengolahan minyak kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam produksi selulosa bakteri. Hal ini ditunjukkan dengan terbentuknya selulosa bakteri pada seluruh perlakuan fermentasi, baik pada perlakuan kontrol maupun perlakuan dengan penambahan sari taube.
2. Variasi konsentrasi sari taube sebagai sumber nitrogen alami tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap produksi selulosa bakteri dibandingkan dengan kontrol ( $p > 0,05$ ). Hasil ini menunjukkan bahwa sari taube berpotensi sebagai alternatif sumber nitrogen alami dalam mendukung pertumbuhan *Acetobacter xylinum*.
3. Selulosa bakteri yang dihasilkan dari limbah cair (skim) minyak kelapa memiliki karakteristik fisik berupa ketebalan, berat basah, berat kering, dan rendemen yang relatif seragam antar perlakuan, serta tidak berbeda nyata secara statistik, sehingga penggunaan sari taube tidak menurunkan kualitas selulosa bakteri yang dihasilkan.

#### **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diajukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi konsentrasi sari taube yang lebih luas untuk mengetahui pengaruh optimal sumber nitrogen terhadap peningkatan rendemen dan kualitas selulosa bakteri.

2. Disarankan untuk melakukan analisis lanjutan terhadap sifat fisik dan mekanik selulosa bakteri, seperti ketebalan, kekuatan tarik, dan derajat kristalinitas, guna memperluas potensi aplikasinya di bidang pangan maupun non-pangan.
3. Perlu dilakukan pengujian skala semi-industri untuk mengetahui kelayakan pemanfaatan limbah cair pengolahan minyak kelapa (skim) sebagai media produksi selulosa bakteri secara berkelanjutan.
4. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat membandingkan penggunaan sumber nitrogen alami lainnya dengan sari tauge untuk memperoleh alternatif sumber nitrogen yang lebih efektif dan ekonomis.
5. Diperlukan kajian lebih lanjut mengenai aspek keamanan dan stabilitas produk selulosa bakteri apabila akan diaplikasikan sebagai bahan pangan atau bahan baku industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelraof, M., Hasanin, MS., & El-Saied, H. 2019. Ecofriendly green conversion of potato peel wastes to high productivity bacterial cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 211, 75–83. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2019.01.095>
- Ahmad, SW., Yanti, NA., & Muhiddin, NH. 2019. Pemanfaatan Limbah Cair Sagu untuk Memproduksi Selulosa Bakteri ( Utilization of Sago Liquid Waste for Bacterial Cellulose Production ). *Jurnal Biologi Indonesia*, 15(1), 33–39.
- Alfarisi, CD., Yelmida, Zahrina, I., & Mutamima, A. 2021. Pembuatan Nata de cassava dari Limbah Cair Tapioka dengan Menggunakan Sumber Nitrogen Alami yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 17(2), 93–100. <https://doi.org/10.31849/jip.v17i2.6208>
- Amr, A., & Ibrahim, H. 2022. Bacterial Cellulose: Biosynthesis and Applications. *Next-Generation Textiles*. <https://doi.org/10.5772/107021>
- Arifiani, N., Sani, TA., & Utami, AYUS. 2015. Peningkatan Kualitas Nata De Cane Dari Limbah Nira Tebu Metode Budchips Dengan Penambahan Sari Tauge Sebagai Sumber Nitrogen. *Bioteknologi*, 12(2), 29–33. <https://doi.org/10.13057/biotek/c120201>
- Aulia, N., Susanti, S., Rizqiati, H., & Budi Abduh, SM. 2020. Pengaruh Periode Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia dan Hedonik Nata Sari JambuBijiMerah. *Jurnal Teknologi Pangan*, 4(2), 131–136. <https://doi.org/10.14710/JTP.2020.24217>
- Azzahro, HU., Indrasti, NS., & Ismayana, A. 2022. Penerapan Produksi Bersih pada Industri Kelapa Sawit Di Pt Yz. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 32(1), 1–11. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2022.32.1.1>
- Amr, A., & Ibrahim, MM. 2022. Production of bacterial cellulose from agro-industrial wastes: A sustainable approach. *Journal of Polymers and the Environment*, 30(4), 1456–1467.
- Azzahro, AF., Widodo, S., & Hidayat, R. 2022. Penerapan produksi bersih pada industri pangan skala kecil untuk minimasi limbah. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 32(2), 157–165.
- Berlian. 2022. Tinjauan Strategi Pemasaran Penjualan Minyak Kelapa Mandar “Minna’ Tarrusang” Di Lingkungan Layonga Majene Dalam Perspektif Syariah. UIN Alauddin Makassar.
- Biran, QK., Zuidar, AS., Sartika, D., & Utomo, TP. 2023. Kombinasi Sari Tauge dan ZA sebagai Sumber Nitrogen Pertumbuhan *Acetobacter xylinum* dalam Pembuatan Nata Berbahan Dasar Kulit Pisang (*Musa paradisiaca* Linn). *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 2(1), 161–170.
- BPOM. 2015. Penjelasan Badan POM Mengenai Produk Nata de Coco.
- BPS Provinsi Sulawesi Barat. 2024. *Provinsi Sulawesi Barat dalam Angka* (Vol. 20). Mamuju. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-59379-1%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-420070-8.00002-7%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.ab.2015.03.024%0Ahttps://doi.org/10.1080/07352689.2018.1441103%0Ahttp://www.chile.bmw-motorrad.cl/sync/showroom/lam/es/>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2015. Peraturan BPOM

- Nomor 7 Tahun 2015 tentang penggunaan bahan tambahan pangan. BPOM RI.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Barat. 2024. Statistik perkebunan kelapa Provinsi Sulawesi Barat. BPS Provinsi Sulawesi Barat.
- Cavka, A., Guo, X., Tang, S.J., Winstrand, S., Jönsson, L.J., & Hong, F. 2013. Production Of Bacterial Cellulose And Enzyme From Waste Fiber Sludge. *Biotechnology for Biofuels*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1754-6834-6-25>
- Chawla, P.R., Bajaj, I.B., Survase, S.A., & Singhal, R.S. 2009. Microbial cellulose: Fermentative production and applications. *Food Technology and Biotechnology*, 47(2), 107–124.
- Chunshom, N., Chuysinuan, P., Techasakul, S., & Ummartyotin, S. 2018. Dried-State Bacterial Cellulose (*Acetobacter xylinum*) And Polyvinyl-Alcohol-Based Hydrogel: An Approach To A Personal Care Material. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, 3(3), 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2018.06.004>
- Cavka, A., Guo, X., Tang, S.J., Winstrand, S., Jönsson, L.J., & Hong, F. 2013. Production of bacterial cellulose and enzyme from waste fiber sludge. *Biotechnology for Biofuels*, 6(1), 25.
- Castro, C., Zuluaga Gallego, R., Álvarez, C., Putaux, J.-L., Caro, G., Mondragon, I., & Gañán, P. 2012. Bacterial cellulose produced by a new acid-resistant strain of *Gluconacetobacter* genus. *Carbohydrate Polymers*, 89(4), 1033–1037.
- Das, S., & Dash, H.R. 2020. *Microbial and Natural Macromolecules: Synthesis and Applications* - Google Buku.
- Destiana, I. D. M. N. 2021. *Teknologi Minyak Lemak*.
- Donkor, L., Kontoh, G., Yaya, A., Bediako, J.K., & Apalangya, V. 2023. Bio-Based And Sustainable Food Packaging Systems: Relevance, Challenges, And Prospects. *Applied Food Research*, 3(2), 100356. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100356>
- Donkor, O.N., Stojanovska, L., Ginn, P., Ashton, J., & Vasiljevic, T. 2023. Edible and biodegradable packaging materials based on bacterial cellulose. *Food Packaging and Shelf Life*, 35, 101006.
- El-Gendi, H., Taha, T.H., Ray, J.B., & Saleh, A.K. 2022. Recent advances in bacterial cellulose: a low-cost effective production media, optimization strategies and applications. In *Cellulose* (Vol. 29). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10570-022-04697-1>
- El-Gendi, H., Saleh, A.K., Badierah, R., & El-Hawary, I.I. 2022. Valorization of food processing wastes for bacterial cellulose production. *Waste and Biomass Valorization*, 13(3), 1289–1302.
- Fitri, A.I., Annisa, A., Amini, D.S., Rahma, D., & Advinda, L. 2022. Pembuatan Nata De Coco dengan Penambahan Kecambah Kacang Hijau ( *Vigna radiata* ) sebagai Sumber Nitrogen Making Nata De Coco with the Addition of Mung Bean Sprouts ( *Vigna radiata* ) as a Nitrogen Source. *Prosiding SEMNAS BIO 2022 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, (C), 243–249.
- Hamad, A., Handayani, N.A., & Puspawiningtyas, E. 2014. Pengaruh Umur Starter *Acetobacter xylinum* Terhadap Produksi Nata De Coco. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 15(1),

- 37–49. <https://doi.org/10.30595/techno.v15i1.72>
- Hendrarti, EN., & Nasarani, RAS. 2020. Sari Kecambah Kacang Hijau Sebagai Pengganti Amonium Sulfat (Za) Dalam Pembuatan Nata De Whey Sari. *Jurnal Penelitian Peternakan Terpadu*, 2(3), 116–122.
- Iskandar, Zaki, M., Mulyati, S., Fathanah, U., & Sari, I. 2010. Pembuatan Film Selulosa dari Nata de Pina. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 7(3), 105–111.
- Izzati, N., Irfan, I., & Rohaya, S. 2019. Variasi Penggunaan Jenis Bahan Baku (Air Cucian Beras dan Air Kelapa) dengan Penambahan Sari Tauge Terhadap Rendemen dan Mutu Nata. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(2), 300–307. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i2.10923>
- Jia, Y., Zhai, X., Fu, W., Liu, Y., Li, F., & Zhong, C. 2016. Surfactant-free emulsions stabilized by tempo-oxidized bacterial cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 151, 907–915. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2016.05.099>
- Jozala, AF., Pértile, RAN., dos Santos, CA., de Carvalho Santos-Ebinuma, V., Seckler, MM., Gama, FM., & Pessoa, A. 2015. Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus* by employing alternative culture media. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99(3), 1181–1190. <https://doi.org/10.1007/S00253-014-6232-3/METRICS>
- Junaidi, Z., & Azlan, NM. 2012. Optimization of Bacterial Cellulose Production from Pineapple Waste: Effect of Temperature, pH and Concentration. *5th Engineering Conference, "Engineering Towards Change - Empowering Green Solutions,"* (July), 1–7.
- Keshk, SMAS., & Sameshima, K. 2005. Evaluation Of Different Carbon Sources For Bacterial Cellulose Production. *African Journal of Biotechnology*, 4(6), 478–482.
- Khusna, A., Prastujati, A., Setiadevi, S., & Hilmi, M. 2020. Effect Of Starter Sources And Old Fermentation On Making Nata De Whey Towards Chemical Quality (Pengaruh Sumber Starter Dan Lama Fermentasi Pembuatan Nata De Whey Terhadap Kualitas Kimia). *E3S Web of Conferences*, 142, 1–5.
- Kuncara, YAD. 2017. Pengaruh Penggunaan Filtrat Kecambah Kacang Kedelai Sebagai Sumber Nitrogen Terhadap Karakteristik Nata De Soya Berbahan Dasar Limbah Tahu. *19(5)*, 1–23.
- Latumahina, M., Awan, A., & Rumahlatu, D. 2017. Pengaruh Suhu Dan Lama Fermentasi Terhadap Uji Organoleptik Pada Pembuatan Nata Buah Enau (Areng Pinnata Merr). *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 4(1), 29–37. <https://doi.org/10.30598/BIOPENDIXVOL4ISSUE1PAGE29-37>
- Lee, J., An, HE., Lee, KH., Kim, S., Park, C., Kim, C. B., & Yoo, HY. 2024. Identification Of *Gluconacetobacter Xylinus* LYP25 And Application To Bacterial Cellulose Production In Biomass Hydrolysate With Acetic Acid. *International Journal of Biological Macromolecules*, 261(1), 129597. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2024.129597>
- Liany, SA., Putri, A., Syfira, W., & Khasanah, AU. 2022. Karakteristik Fisik Substrat Bacterial cellulose pada Sumber Nitrogen yang berbeda. *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science*, 2(1), 19–26. <https://doi.org/10.32678/tropicalbiosci.v2i1.5998>

- Lee, KY., Buldum, G., Mantalaris, A., & Bismarck, A. 2024. More than meets the eye in bacterial cellulose: Structure, properties, and applications. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 154, 100724.
- Liany, SA., Putri, A., Syafira, W., & Uswatun Khasanah, A. 2020. Karakteristik fisik substrat bacterial cellulose pada sumber nitrogen yang berbeda. *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science*, 2(1).
- Mani, A. 2018. Food Preservation by Fermentation and Fermented Food Products. *International Journal of Academic Research & Development*, (1), 51–57.
- Mardiatmoko, G., & Ariyanti, M. 2018. Produksi Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera* L.). Ambon: Badan Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Pattimura.
- Masthura, M., Daulay, AH., & Daulay, L. 2022. Penurunan Kandungan BOD dan COD Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *JISTech (Journal of Islamic Science and Technology)*, 6(2), 1–9. <https://doi.org/10.30829/jistech.v6i2.10014>
- Muhsinin, S., Putri, NT., Ziska, R., & Jafar, G. 2017. Bacterial Cellulose From Fermented Banana Peels (*Musa Paradisiaca*) By *Acetobacter Xylinum* As Matrix Of Biocellulose Mask. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(2), 159–162.
- Murtius, WS., Asben, A., Fiana, RM., & Nisa, IK. 2021. Penggunaan Tauge Yang Berbeda Sebagai Sumber Nitrogen Pada Pembuatan Nata De Yam. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 25(1), 104. <https://doi.org/10.25077/jtpa.25.1.104-113.2021>
- Mardiatmoko, G., & Ariyanti, M. 2018. Produksi dan potensi pengembangan tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) di Indonesia. *Agriekonomika*, 7(2), 173–185.
- Masthura, M., Yuliani, E., & Saputra, D. 2022. Karakteristik limbah cair pengolahan minyak kelapa dan potensi pemanfaatannya. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 18(1), 11–19.
- Murtius, WS., Fitriani, S., & Sari, DP. 2021. Pemanfaatan sari tauge sebagai sumber nitrogen alami dalam fermentasi pangan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1), 45–53.
- Madigan, MT., Bender, KS., Buckley, DH., Sattley, WM., & Stahl, DA. 2018. *Brock biology of microorganisms* (15th ed.). Pearson.
- Ningrum, MS. 2019. Pemanfaatan Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera*) oleh Etnis Masyarakat di Desa Kelambir dan Desa Kubah Setang Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang. Universitas Medan Area.
- Nining, SA. 2019. Pengaruh Derajat Keasaman (pH) dan Konsentrasi Bakteri *Acetobacter Xylinum* terhadap Kualitas Nata De Pina.
- Nur, FA., Sukainah, A., & Mustarin, A. 2021. Pemanfaatan Kecambah Kacang Hijau dan Kecambah Kacang Kedelai Sebagai Sumber Nitrogen dalam Pembuatan Nata de Pinnata Dari Nira Aren (*Arenga Pinnata* Merr.). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 7, 105–116.
- Nuraeni, R. 2018. Analisis Biaya Produksi Terhadap Pembuatan Minyak Goreng Di Dusun Talolo Kabupaten Polewali Mandar Analysis Cost Production Against Maked Fried Oil Located In Hamlet Talolo Districk Tinambung Polewali Mandar. *Jepa*, 1(1), 29–39.
- Nurdin, GM., Wahid, M., & Amaliah, N. 2023. Diversifikasi Limbah Air Kelapa

- Menjadi Sirup, Cuka, Nata De Coco (SICUKO) Di Desa Katumbangan Lemo. *4*(3), 233–242. <https://doi.org/10.22219/janayu.v2i2.16075>
- Nur, MM., Yanti, NA., & Rahman, A. 2019. Pengaruh sumber nitrogen terhadap produksi selulosa bakteri oleh *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, *7*(2), 89–97.
- Oktavia, R., Rini, P., Rafi, M., & Malik, A. 2023. Eksperimen Pembuatan Kue Semprong Substitusi Santan Dengan Kopi Ekspreso Sebagai Alternatif Varian Rasa. *02*, 77–82. <https://doi.org/10.59193/jmn.v2i1.111>
- Pemerintah Provinsi Sulawesi Barat Dinas Perkebunan Daerah. 2023. *Data profil unit pengolahan hasil tanaman perkebunan*. Mamuju: Bidang Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perkebunan.
- Pertiwi, S., Aminah, S., & Nurhidajah, N. 2013. Aktivitas Antioksidan, Karakteristik Kimia, Dan Sifat Organoleptik Susu Kecambah Kedelai Hitam Berdasarkan Variasi Waktu Perkecambahan. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, *4*(8), 115413.
- Potivara, K., & Phisalaphong, M. 2019. Development And Characterization Of Bacterial Cellulose Reinforced With Natural Rubber. *Materials*, *12*(14). <https://doi.org/10.3390/ma12142323>
- Prawira, H., Pato, U., & Ayu, DF. 2022. Penggunaan Sari Toge sebagai Sumber Nitrogen dalam Pembuatan Nata de Pina dari Kulit Nanas. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, *7*(5), 5410–5421.
- Putranto, K., & Taofik, A. 2017. Penambahan Sari Toge Pada Media Nata De Coco. *10*(2).
- Putriutami, HP., Marvie, I., & Fithriyani, D. 2024. Pemanfaatan Kecambah Kacang Hijau dan Kacang Kedelai sebagai Sumber Nitrogen pada Produksi Nata de Pina Utilization of Mung Bean and Soybean Sprouts as Nitrogen Source in Nata de Pina Production. *Jurnal Mutu Pangan*, *11*(2), 89–95. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2024.11.2.89>
- Rahmayetty, & Sulaiman, F. 2023. Wastewater from the Arenga Starch Industry as a Potential Medium for Bacterial Cellulose and Cellulose Acetate Production. *Polymers*, *15*(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/polym15040870>
- Ratna, Triovanta, U., & Darwin. 2020. Produksi Asam Laktat dari Fermentasi Limbah Cair Olahan Kelapa dengan Variasi Konsentrasi Inokulum *Lactobacillus acidophilus*. *V*(4), 1398–1405.
- Rismawati, D., Thohari, I., & Rochmalia, F. 2020. Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) dalam Menurunkan Kadar BOD5 dan COD Limbah Cair Industri Tahu Difya. *11*(April), 186–190.
- Rohmah, S., Munandar, A., & Surilayani, D. 2022. Karakteristik Nata de Seaweed dengan Perbedaan Konsentrasi Rumput Laut *Gracilaria* sp. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, *10*(3), 133–142.
- Rukmana, RH., & Yudirachman, HH. 2016. Untung berlipat dari budi daya kelapa. Yogyakarta: Liliy Publisher.
- Rahmayetty, & Sulaiman, I. 2023. Produksi selulosa bakteri berbasis limbah cair industri pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, *34*(1), 65–74.
- Saidin. 2016. Analisis pengaruh upah, tingkat pendidikan dan teknologi terhadap produktivitas tenaga kerja pada industri pengolahan minyak goreng asli mandar di Kecamatan Banggae Timur Kabupaten Majene. *Skripsi Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Islam UIN Alauddin*.

- Saleh, D. 2011. Sintesis Dan Karakterisasi Selulosa Mikrobial Dari Whey Serta Pengaruh Iodium Pada Sifat Mekanik, Listrik Dan Absorpsi Terhadap Limbah  $MgCl_2$ ,  $Mg(OH)_2$ , Dan Hcl Disertasi Djonaedi Saleh. Universitas Indonesia.
- Satria, RM., Hasanah, RN., Safitri, A., & Ulfa, M. 2018. Potensi limbah tahu sebagai plastik yang ramah lingkungan. *BioWallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, 4(2), 27–33.
- Savika, T., Anisa, S., Jati, DR., & Apriani, I. 2023. Potensi Produksi Bersih Minimasi Limbah Industri Minyak Kelapa Murni (VCO) Menjadi Herbisida Ramah Lingkungan dan Tepung Ampas Kelapa. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(3), 855. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i3.70141>
- Shobib, A., Fatarina, E., & Prasetyo, JA. 2019. Making Nata De Cassava From Rengginang Liquid Waste Using *Acetobacter Xylium*. *Neo Teknika*, 5(2).
- Silitonga, YW., & Lubis, RH. 2018. Pengaruh Penambahan Sari Tauge Sebagai Sumber Nitrogen Alternatif Pada Pembuatan Nata De Salacca. *Agritech: Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 2(1), 1–4. <https://doi.org/10.30596/agritech.v2i1.2460>
- Sukron, A., Sulistyorini, J., & Pojoh, B. 2019. Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah di Sentra Industri Kecil dan menengah Kelapa Terpadu Kota Bitung Designing wastewater Treatment Plants for Bitung Integrated. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 11(2), 63–70.
- Sulistyorini, J., Sukron, A., Pojoh, B., Sjarif, SR., Riset, B., Standardisasi, D., ... Dua, P. 2020. Penerapan Sistem Produksi Bersih Di Sentra Ikm Kelapa Terpadu Kota Bitung Cleaner Production System Application on Bitung Integrated Small and Medium Coconut Industrial Center. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 12(1), 41–51.
- Sutrisno, TA., Suryanto, H., Wulandari, R., Muhajir, M., & Zahari, SMSNS. 2019. The Effect of Chemical Pretreatment Process on Mechanical Properties and Porosity of Cellulose Bacterial Film. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*, 3(1), 8–17. <https://doi.org/10.17977/um016v3i12019p008>
- Savika, R., Putra, AR., & Handayani, T. 2023. Diversifikasi produk olahan kelapa dan dampaknya terhadap nilai tambah ekonomi. *Jurnal Agroindustri*, 13(2), 101–110.
- Sulistyorini, L., Widyastuti, R., & Prabowo, H. 2020. Pengelolaan limbah industri kelapa berbasis konsep zero waste. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 6(1), 23–31.
- Shoda, M. 2002. Bacterial cellulose production and application. *Food Science and Technology Research*, 8(3), 153–164.
- Triyono, A. 2010. Mempelajari Pengaruh Penambahan Beberapa Asam Pada Proses Isolasi Protein Terhadap Tepung Protein Isolat Kacang Hijau (*Phaseolus Radiatus L.*). *Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses, 4-5 Agustus 2010*, 49–121. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-0610-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-16-0610-6_3)
- Ullah, H., Badshah, M., Mäkilä, E., Salonen, J., Shahbazi, MA., Santos, HA., & Khan, T. 2017. Fabrication, characterization and evaluation of bacterial cellulose-based capsule shells for oral drug delivery. *Cellulose*, 24(3), 1445–1454. <https://doi.org/10.1007/S10570-017-1202-4/METRICS>

- Umami, R. 2023. *Produksi Selulosa oleh Strain Bakteri Acetobacter Lovaniensis dan Gluconobacter oxidans* (A. Zohdi, Ed.). Mataram: CV Pustaka Bangsa.
- Utama, YP. 2024. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Sari Kecambah Kacang Kedelai ( *Glycine max* ) Terhadap Hasil Nata de Coco. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8, 18974–18981.
- Viantini, AM., Erlita, D., Puspitasari, A., & Nugraheni, I. A. 2022. Pengembangan Produk Baru Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Virgin Coconut oil dengan Metode Fermentasi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 22(2), 1–9.
- Wang, J., Tavakoli, J., & Tang, Y. 2019. Bacterial Cellulose Production, Properties And Applications With Different Culture Methods – A Review. *Carbohydrate Polymers*, 219, 63–76. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.05.008>
- Wardhana, E., Rusmarilin, H., & Yusraini, E. 2016. Pengaruh Konsentrasi Gula dan pH Terhadap Mutu Nata De Yammy Dari Limbah Cair Pati Bengkuang. *Ilmu Dan Teknologi Pangan J.Rekayasa Pangan Dan Pert*, 4(3), 323–331.
- Wibowo, NA., & Isroi. 2015. Potensi In-Vivo Selulosa Bakterial Sebagai Nano-Filler Karet Elastomer Thermoplastics (ETPS). *Perspektif*, 14(2), 103–112.
- Widiyaningrum, P., Mustikaningtyas, D., & Priyono, B. 2017. Evaluasi Sifat Fisik Nata De Coco Dengan Sari Kecambah Sebagai Sumber Nitrogen. *Jurnal Biology Science and Education*, 234–239.
- Winarno, F. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. In *PT Gramedia*. Jakarta: PT Gramedia.
- 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), 56–64. <https://doi.org/10.32734/ijoe.v1i1.848>
- Yanti, NA., Ambardini, S., Isra, WO., & Parakkasi, VN. R. 2020. *BIOMA : JURNAL BIOLOGI MAKASSAR, Volume 5 1 : 9-17 , Januari – Juni 2020*. 5(1), 9–17.
- Yanti, N. arfa, Ahmad, SW., & H. Muhiddin, N. (2019). Karakteristik Bioselulosa dari Cairan Sagu Limbah dengan Amonium Sulfat Berbeda Konsentrasi. *Jurnal Internasional Ekologi*, 01(01), 56–64.
- Ye, J., Zheng, S., Zhang, Z., Yang, F., Ma, K., Feng, Y., ... Yang, X. 2019. Bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum* ATCC 23767 using tobacco waste extract as culture medium. *Bioresource Technology*, 274, 518–524. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2018.12.028>
- Yanti, NA., Nur, MM., & Rahman, A. 2019. Karakteristik fisik dan kimia selulosa bakteri dari berbagai media fermentasi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 12(2), 95–103.
- Zahan, KA., Pa'e, N., & Muhamad, II. 2015. 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*, 40(7), 1881–1885. <https://doi.org/10.1007/S13369-015-1712-Z/METRICS>
- Zhao, X., Wang, S., & Yang, W. 2020. Assimilation and metabolism of organic nitrogen compounds by soil microbes: mechanisms and controls. *Soil Biology & Biochemistry*, 145, 107781.