



# INOVASI BIETHANOL: SOSIAL DAN EKONOMI



Hasanuddin  
Fardyansjah Hasan  
I Made Sudiarta  
Muhammad Anas

# INOVASI BIOETANOL: SOSIAL DAN EKONOMI

Hasanuddin  
Fardyanjah Hasan  
Muhammad Anas  
I Made Sudiarta



**Tahta Media Group**

## **UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta**

### **Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4**

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

### **Pembatasan Pelindungan Pasal 26**

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

### **Sanksi Pelanggaran Pasal 113**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

## **INOVASI BIOETANOL: SOSIAL DAN EKONOMI**

Penulis:

Hasanuddin

Fardyanjah Hasan

Muhammad Anas

I Made Sudiarta

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Tahta Media

Proofreader:

Tahta Media

Ukuran:

v, 66, Uk: 15,5 x 23 cm

QRCBN: 62-415-4337-867

Cetakan Pertama:

Januari 2026

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

---

Isi diluar tanggung jawab percetakan

---

**Copyright © 2026 by Tahta Media Group**

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau  
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini  
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP**

**(Grup Penerbitan CV TAHTA MEDIA GROUP)**

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku Inovasi Bioetanol: Sosial dan Ekonomi ini dapat disusun dan diterbitkan. Buku ini membahas potensi pengembangan bioetanol berbasis tanaman aren sebagai sumber energi terbarukan yang tidak hanya bernilai ekonomis, tetapi juga memberikan dampak sosial yang signifikan bagi masyarakat pedesaan.

Tanaman aren merupakan salah satu sumber daya lokal Indonesia yang memiliki potensi besar namun belum dimanfaatkan secara optimal. Melalui penerapan inovasi teknologi destilasi bioetanol berkadar tinggi, aren dapat dikembangkan menjadi komoditas strategis yang mendukung kemandirian energi, peningkatan pendapatan masyarakat, serta penguatan ekonomi lokal yang berkelanjutan. Buku ini menguraikan keterkaitan antara aspek teknologi, sosial, dan ekonomi dalam pengembangan bioetanol berbasis aren, khususnya dalam konteks pemberdayaan masyarakat.

Pembahasan dalam buku ini disusun secara sistematis, mencakup potensi sumber daya aren, teknologi destilasi bioetanol, strategi penguatan masyarakat, dampak sosial dan ekonomi, hingga tantangan serta peluang inovasi di masa depan. Dengan pendekatan yang integratif, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pembaca dalam memahami peran inovasi teknologi sebagai penggerak transformasi sosial dan ekonomi berbasis sumber daya lokal.

Penulis menyadari bahwa pengembangan bioetanol tidak hanya memerlukan kemajuan teknologi, tetapi juga dukungan kebijakan, kolaborasi lintas sektor, serta partisipasi aktif masyarakat. Oleh karena itu, buku ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran bagi pengambil kebijakan, praktisi, akademisi, dan masyarakat umum yang memiliki perhatian terhadap pembangunan berkelanjutan, energi terbarukan, dan pemberdayaan ekonomi desa.

Akhir kata, penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari para pembaca guna penyempurnaan buku ini di masa mendatang. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat nyata dan menjadi salah satu referensi dalam pengembangan inovasi bioetanol yang berorientasi pada kesejahteraan masyarakat dan keberlanjutan lingkungan.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	v
BAB 1 POTENSI AREN DAN ETHANOL .....	1
1.1 Potensi Aren .....	1
1.2 Pemanfaatan Ethanol .....	3
1.3 Kondisi Sosial-Ekonomi Petani Aren.....	6
BAB 2 Teknologi Destilasi Ethanol Berkadar Tinggi.....	9
2.1 Dasar Teknologi Destilasi.....	9
2.2 Inovasi Teknologi Destilasi .....	12
2.3 Implementasi Teknologi di Desa Langke .....	16
BAB 3 STRATEGI PENGUATAN MASYARAKAT PETANI AREN ....	21
3.1 Pemberdayaan Petani Aren.....	21
3.2 Pendekatan Partisipatif .....	26
3.3 Pengembangan Pasar .....	30
BAB 4 DAMPAK SOSIAL DAN EKONOMI .....	36
4.1 Dampak pada Ekonomi Lokal .....	36
4.2 Dampak Sosial.....	39
4.3 Perubahan Struktur Komunitas.....	43
BAB 5 TANTANGAN DAN INOVASI.....	47
5.1 Tantangan Implementasi Teknologi .....	47
5.2 Inovasi Masa Depan .....	50
BAB 6 PENUTUP .....	54
GLOSARIUM .....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	60

# BAB 1

## POTENSI AREN DAN ETHANOL

### 1.1 POTENSI AREN

Aren, yang secara ilmiah dikenal sebagai *Arenga pinnata*, adalah spesies palem yang banyak ditemukan di Indonesia. Setiap komponen dari tanaman ini dapat dimanfaatkan: nira dapat dikonversi menjadi gula dan nata de pina; batangnya dapat diubah menjadi tepung aren; buahnya yang masih mentah diolah menjadi kolang-kaling; daunnya dibuat menjadi bahan atap; pelelehnya dapat dibuat menjadi sapu; dan seratnya dapat digunakan untuk kerajinan tangan (Ruslan et al., 2018). Potensi Tanaman aren di Indonesia terutama Provinsi Gorontalo sangat besar. Provinsi Gorontalo memiliki potensi yang cukup besar dalam pengembangan tanaman pohon aren, meskipun data spesifik mengenai luas areal tanaman pohon aren di provinsi ini tidak selalu tersedia secara rinci. Namun, informasi yang tersedia menunjukkan bahwa tanaman pohon aren berkontribusi terhadap 2.263 hektar tanaman perkebunan di Gorontalo antara tahun 2015 dan 2017 (Suri et al., 2024). Produksi aren di Gorontalo Utara memiliki potensi yang sangat besar, didukung oleh kondisi geografis dan iklim yang cocok untuk budidaya aren. Tanaman aren tumbuh subur di daerah dataran rendah hingga pegunungan, menjadikannya salah satu tanaman andalan di banyak desa di wilayah ini. Data menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki produksi nira yang konsisten sepanjang tahun, meskipun teknik budidaya yang digunakan masih cenderung tradisional (Soesilowati et al., 2020). Distribusi tanaman aren di Gorontalo

Utara tidak hanya terkonsentrasi di satu wilayah, tetapi tersebar merata di beberapa kecamatan seperti Sumalata dan Tolangohula. Hal ini mencerminkan adanya potensi wilayah yang luas untuk pengembangan agroindustri berbasis aren. Produksi nira dari aren di daerah ini digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari konsumsi lokal hingga potensi ekspor ke daerah lain di Indonesia (Wahdaniah et al., 2022). Sumberdaya alam desa Langke memiliki potensi penghasil utama untuk pertanian adalah palawija (jagung) dan Perkebunan aren dimana terdapat 1750 pohon aren produktif dari 15 ha yang dapat memproduksi nira aren 500 liter/hari.

Dalam konteks budaya lokal, aren memiliki peran simbolis dalam berbagai upacara adat di Gorontalo Utara. Produk seperti gula aren sering digunakan sebagai bahan utama dalam sajian tradisional yang disajikan pada acara pernikahan, syukuran, atau perayaan lainnya. Ini menunjukkan bahwa tanaman aren tidak hanya bernilai ekonomi tetapi juga bernilai sosial budaya yang tinggi (Une, 2021). Secara ekonomi, tanaman aren telah lama menjadi sumber pendapatan utama bagi banyak petani di Gorontalo Utara. Hasil panen nira yang diolah menjadi gula, minuman fermentasi, dan ethanol memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan rumah tangga petani. Namun, di Desa Langke, nira aren hanya diolah secara tradisional sebagai minuman tradisional ber-alkohol. Nira aren yang diolah jadi bohito ini adalah sebagai mata pencaharian utama masyarakat sejak dahulu.

Dalam rantai ekonomi lokal, tanaman aren berperan sebagai penggerak utama dalam menciptakan lapangan kerja di sektor pertanian dan pengolahan. Banyak keluarga di Gorontalo Utara yang terlibat dalam produksi dan distribusi produk berbasis aren, menciptakan ekosistem ekonomi yang berkelanjutan di desa-desa penghasil aren (Supartiningsih et al., 2014). Aren juga memiliki potensi besar dalam mendukung pengembangan energi

terbarukan melalui produksi ethanol. Ethanol berbasis nira aren dapat menjadi alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan sekaligus meningkatkan nilai ekonomi produk lokal. Dengan inovasi teknologi destilasi, petani aren di Gorontalo Utara dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas produk mereka untuk memenuhi kebutuhan pasar energi global (Utami et al., 2023).

Namun, meskipun potensinya besar, sektor aren di Gorontalo Utara masih menghadapi tantangan dalam aspek pemasaran dan diversifikasi produk. Sebagian besar produk berbasis aren dijual dalam bentuk mentah atau setengah jadi, sehingga nilai tambahnya belum maksimal. Hal ini menunjukkan perlunya pengembangan strategi pemasaran dan inovasi produk untuk meningkatkan daya saing di pasar regional dan internasional (Warnaen & Cangara, 2016). Dengan mengintegrasikan peran budaya dan ekonomi, serta meningkatkan teknologi pengolahan, potensi aren di Gorontalo Utara dapat menjadi salah satu motor penggerak ekonomi daerah. Langkah-langkah kolaboratif antara pemerintah, masyarakat, dan lembaga penelitian diperlukan untuk mengembangkan sektor ini agar memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat lokal (Soesilowati et al., 2020).

## 1.2 PEMANFAATAN ETHANOL

Produksi ethanol dari aren dimulai dengan pengambilan nira sebagai bahan dasar utama. Nira yang dihasilkan dari tanaman aren memiliki kandungan gula yang tinggi, menjadikannya ideal untuk proses fermentasi menjadi ethanol. Proses ini diawali dengan pemanenan nira secara manual, di mana petani mengumpulkan cairan dari tandan bunga aren yang telah dissadap (Utami et al., 2023). Setelah itu, nira diproses melalui fermentasi dengan menambahkan ragi untuk mengubah gula menjadi alkohol. Fermentasi ini

biasanya memakan waktu beberapa hari tergantung pada suhu dan konsentrasi gula dalam nira. Hasil fermentasi kemudian digunakan sebagai bahan dasar destilasi untuk menghasilkan ethanol (Soesilowati et al., 2020).

Tahapan selanjutnya adalah destilasi. Destilasi adalah proses pemisahan senyawa kimia berdasarkan perbedaan titik didihnya, dan dalam konteks ethanol dari aren, proses ini bertujuan untuk memurnikan ethanol hingga mencapai kadar tinggi. Tahap pertama destilasi dimulai dengan pemanasan cairan hasil fermentasi, di mana suhu dijaga untuk memungkinkan ethanol menguap sementara air dan senyawa lain tetap dalam fase cair. Proses destilasi ini menggunakan prinsip perbedaan titik didih antara ethanol dan air. Dengan menggunakan teknologi modern, destilasi dapat dilakukan dengan efisiensi tinggi sehingga menghasilkan ethanol dengan kemurnian hingga 96% (Ajibekti et al., 2024). Teknologi destilasi modern ini juga dapat mengurangi limbah dan memaksimalkan hasil ethanol dari setiap liter nira yang diproses. Pemanfaatan teknologi destilasi tingkat lanjut memberikan peluang untuk meningkatkan daya saing produk ethanol berbasis aren di pasar internasional (Utami et al., 2023). Keunggulan dari teknologi destilasi modern adalah kemampuannya untuk meningkatkan hasil ethanol dengan kadar tinggi yang sangat diminati dalam berbagai industri. Proses destilasi-dehidrasi dapat dilakukan secara kontinu, menghemat waktu dan tenaga, serta memastikan stabilitas kualitas produk akhir. Dalam implementasinya, sistem ini juga dilengkapi dengan kontrol suhu yang presisi untuk menghindari kehilangan ethanol selama proses berlangsung (Lay et al., 2017). Penggunaan teknologi ini tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan tetapi juga memperluas peluang ekspor produk ethanol berbasis aren, meningkatkan daya saing ekonomi petani di pasar global.

Ethanol yang dihasilkan dari nira aren memiliki banyak kegunaan, salah satunya sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Sebagai bahan bakar, ethanol memiliki keunggulan berupa emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Selain itu, ethanol juga dapat digunakan sebagai bahan baku dalam industri farmasi dan kosmetik, memberikan nilai tambah ekonomi yang signifikan (Wahdaniah et al., 2022). Dengan diversifikasi produk, petani aren dapat memanfaatkan potensi penuh dari ethanol sebagai komoditas yang bernilai tinggi di berbagai sektor. Hal ini juga memberikan peluang untuk membuka pasar baru, baik domestik maupun internasional (Soesilowati et al., 2020).

Nilai tambah ekonomi dari produksi ethanol berbasis nira aren sangat signifikan, terutama bagi komunitas petani lokal. Dengan harga pasar ethanol yang stabil, petani dapat meningkatkan pendapatan mereka dibandingkan dengan hanya menjual nira atau gula aren mentah. Proses pengolahan ethanol juga membuka lapangan kerja baru, terutama dalam bidang teknologi pengolahan dan distribusi produk (Supartiningsih et al., 2014). Selain itu, pengembangan usaha kecil menengah yang berfokus pada produk berbasis ethanol dari aren dapat memperkuat ekonomi desa dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat (Ajibekti et al., 2024). Pemanfaatan ethanol juga memiliki dampak positif pada keberlanjutan lingkungan. Produksi ethanol dari sumber daya terbarukan seperti nira aren membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang tidak terbarukan. Selain itu, limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan dapat dimanfaatkan kembali, misalnya sebagai pupuk organik atau bahan bakar biomassa (Utami et al., 2023). Dengan demikian, ethanol tidak hanya memberikan keuntungan ekonomi tetapi juga mendukung praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan (Wahdaniah et al., 2022).

Di pasar global, ethanol dari aren memiliki potensi untuk menjadi salah satu produk unggulan ekspor Indonesia. Dengan meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi, ethanol berbasis nira aren dapat memenuhi standar internasional untuk berbagai aplikasi. Keberhasilan ekspor ethanol juga dapat mendorong investasi asing dalam sektor pertanian dan energi terbarukan di Indonesia (Ajibekti et al., 2024). Hal ini pada akhirnya akan mendukung pengembangan ekonomi lokal sekaligus meningkatkan posisi Indonesia di pasar global (Soesilowati et al., 2020).

### **1.3 KONDISI SOSIAL-EKONOMI PETANI AREN**

Petani aren di Gorontalo Utara memiliki peran penting dalam perekonomian lokal, meskipun kondisi sosial-ekonomi mereka masih menghadapi banyak tantangan. Sebagian besar petani bergantung pada hasil produksi aren untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, dengan pendapatan rata-rata yang relatif rendah. Pendapatan mereka cenderung tidak stabil karena dipengaruhi oleh fluktuasi harga produk aren di pasar lokal (Sugiarti, 2016). Dalam konteks hubungan pasar, petani aren sering kali hanya memiliki akses terbatas ke pasar yang lebih luas, yang mengakibatkan mereka tidak mendapatkan harga yang kompetitif untuk produk mereka.

Teknologi pengolahan yang digunakan oleh petani aren sebagian besar masih tradisional, sehingga membatasi mereka dalam meningkatkan nilai tambah produk. Hal ini berdampak pada rendahnya daya saing produk aren di pasar regional dan nasional. Banyak petani tidak memiliki akses terhadap teknologi destilasi modern yang dapat meningkatkan kualitas dan kadar ethanol dari nira aren (Lay, 2016). Keterbatasan ini memperburuk kondisi

sosial-ekonomi mereka, karena mereka hanya dapat menjual produk mentah dengan harga yang rendah.

Hubungan petani dengan industri juga masih belum optimal, terutama dalam hal kemitraan untuk pengolahan dan distribusi produk. Industri yang berpotensi mendukung pengembangan ethanol berbasis aren masih jarang ditemukan di wilayah ini. Ketergantungan pada tengkulak dalam distribusi produk sering kali menyebabkan petani menerima harga yang jauh di bawah harga pasar. Dalam beberapa kasus, keterbatasan informasi pasar juga menjadi penghambat utama bagi petani untuk menjual produk mereka secara langsung ke konsumen akhir atau industri besar (Solihin, 2015).

Program penguatan petani aren melalui inovasi teknologi destilasi ethanol berkadar tinggi dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kondisi sosial-ekonomi mereka. Dengan adopsi teknologi modern, petani dapat meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk, yang pada akhirnya akan membuka peluang untuk masuk ke pasar premium. Hal ini juga dapat memperluas jaringan kemitraan dengan industri besar, yang dapat membantu meningkatkan pendapatan petani secara signifikan (Lay et al., 2017).

Selain itu, pendidikan dan pelatihan tentang manajemen pasar dan teknologi pengolahan juga penting untuk mendukung kemandirian petani. Pemerintah dan lembaga non-pemerintah dapat memainkan peran penting dalam memberikan akses terhadap teknologi dan informasi pasar. Hal ini akan membantu petani meningkatkan keterampilan mereka dalam pengelolaan hasil panen dan pengembangan produk olahan dengan nilai tambah yang lebih tinggi (Fitriani, 2016).

Peningkatan hubungan petani dengan pasar dan industri dapat dilakukan melalui pengembangan koperasi petani atau kelompok usaha bersama. Dengan adanya kelembagaan ini, petani dapat memiliki daya tawar yang lebih

kuat dalam menjual produk mereka. Selain itu, koperasi juga dapat membantu mengelola pemasaran produk ethanol berbasis aren secara lebih efisien, sekaligus membuka akses ke pasar internasional (Yasin & Suhaeb, 2023).

Untuk mencapai keberlanjutan ekonomi, petani aren juga perlu didukung dengan infrastruktur yang memadai. Infrastruktur ekonomi seperti jalan, listrik, dan fasilitas penyimpanan akan membantu meningkatkan efisiensi distribusi produk dan mengurangi biaya logistik. Dukungan ini penting untuk memastikan bahwa inovasi teknologi yang diterapkan dapat memberikan hasil maksimal bagi petani (Rompas, 2016).

# **BAB 2**

## **TEKNOLOGI DESTILASI**

### **ETHANOL BERKADAR TINGGI**

#### **2.1 DASAR TEKNOLOGI DESTILASI**

Destilasi adalah metode pemisahan senyawa yang memanfaatkan perbedaan titik didih untuk memisahkan komponen campuran cair. Proses ini bekerja dengan memanaskan campuran hingga mencapai suhu di mana salah satu komponen menguap lebih dahulu, sementara komponen lainnya tetap dalam fase cair. Pengendalian suhu yang presisi sangat penting agar proses ini berlangsung efisien dan hanya senyawa dengan titik didih tertentu yang diuapkan (Lay, 2016). Dalam pengolahan ethanol dari nira aren, tahap ini digunakan untuk memisahkan ethanol dari air, gula, dan senyawa lain yang tidak diinginkan. Uap ethanol yang dihasilkan kemudian didinginkan dalam sistem kondensasi sehingga kembali ke bentuk cair dengan kadar kemurnian yang lebih tinggi.

Proses destilasi ethanol sangat mengandalkan perbedaan titik didih antara ethanol ( $78.37^{\circ}\text{C}$ ) dan air ( $100^{\circ}\text{C}$ ), yang memberikan dasar untuk memisahkan kedua komponen tersebut. Pemanasan dilakukan secara perlahan agar ethanol dapat menguap tanpa menyebabkan air ikut menguap dalam jumlah besar, sehingga hasil yang diperoleh lebih murni. Sistem destilasi modern sering kali dilengkapi dengan sensor suhu dan pengontrol otomatis untuk memastikan suhu tetap konsisten selama proses berlangsung. Alat seperti kolom fraksinasi dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi

pemisahan dan menghasilkan ethanol berkadar hingga 96%, yang sangat diminati untuk berbagai keperluan industri dan energi terbarukan (Noezar, 2018).

Pemahaman prinsip destilasi sangat penting bagi petani di Desa Langke, Gorontalo Utara, yang ingin memanfaatkan teknologi ini untuk meningkatkan nilai ekonomi hasil olahan nira aren mereka. Dengan mengadopsi sistem destilasi yang efisien, petani dapat menghasilkan ethanol berkadar tinggi yang memiliki nilai jual lebih baik di pasar lokal dan internasional. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan pendapatan tetapi juga membantu mengurangi ketergantungan pada metode pengolahan tradisional yang kurang efisien. Inovasi ini memungkinkan petani untuk memanfaatkan potensi penuh nira aren, menciptakan dampak ekonomi yang positif bagi komunitas mereka (Marjoni, 2014).

Terdapat beberapa jenis teknologi destilasi seperti teknologi destilasi batch, teknologi destilasi kontinu, destilasi fraksinasi, teknologi destilasi molekuler, serta pervaporasi. Teknologi Destilasi Batch adalah metode tradisional yang sering digunakan dalam pengolahan ethanol di skala kecil. Proses ini melibatkan pengolahan campuran dalam batch terpisah, dengan setiap siklus terdiri dari pemanasan, penguapan, dan kondensasi. Teknologi batch ini sederhana dan cocok untuk petani aren karena alat yang digunakan mudah dirawat dan dioperasikan. Meskipun efisiensi energi lebih rendah dibandingkan teknologi lainnya, metode ini memberikan hasil ethanol berkadar hingga 95% jika dilakukan dengan baik (Marjoni, 2014). Teknologi Destilasi Kontinu adalah teknologi modern yang memungkinkan pengolahan ethanol secara terus-menerus tanpa jeda antara batch. Teknologi ini menggunakan kolom fraksinasi yang dilengkapi dengan pengatur suhu otomatis untuk meningkatkan efisiensi pemisahan. Dalam proses ini, ethanol

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmed, S., & Wang, J. (2022). Digital learning modules for sustainable agricultural practices. *Journal of Educational Technology*, 12(4), 167-181.
- Ahmed, S., Brown, T., & Zhao, L. (2020). Advanced IoT applications in bioethanol production. *Renewable Energy Journal*, 45(3), 221-234.
- Ajibekti, A., Alamsyah, A. P., & Aryanto, D. D. (2024). Peningkatan pendapatan serta produktivitas pertanian Desa Curugrendeng menggunakan teknologi Smart Farming dan melalui strategi komunikasi digital marketing. *Jurnal Kolaborasi Pengabdian Masyarakat Fakultas Ilmu Administrasi*.
- Amalia, S., et al. (2021). Gender inclusion in rural technology adoption. *Journal of Community Empowerment*.
- Anwar, R., et al. (2018). The role of local leaders in rural development. *Rural Sociology Journal*.
- Ayu, D., et al. (2022). Financial constraints in adopting agricultural technologies. *International Journal of Agriculture*.
- Badriyah, S. (2016). Peran shift kerja di dalam kinerja satpam Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Breretonb, M. (2017). Participatory approach to support community development of rural craftspeople.
- Brown, T., Lee, J., & Kim, S. (2020). Human capital development in rural innovation. *Journal of Rural Development*, 56(2), 134-145.
- Chen, Z., & Zhao, Y. (2021). Precision distillation technologies for renewable energy. *Energy Engineering Journal*, 65(1), 98-112.
- Cisilino, F., & Monteleone, A. (2020). Designing rural policies for sustainable innovations through a participatory approach. *Sustainability*, 12(21), 9100. <https://doi.org/10.3390/su12219100>
- Dhewanto, W., Ratnaningtyas, S., Permatasari, A., Anggadwita, G., & Prasetyo, E. (2020). Rural entrepreneurship: Towards collaborative participative models for economic sustainability. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 8(1), 705-724. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.1\(48\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.1(48))

- Dungga, W., Sulila, I., & Aneta, Y. (2018). Pentingnya aspek hukum pelestarian danau Limboto dan pemanfaatan eceng gondok sebagai produk kerajinan tangan khas masyarakat Desa Buhu Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Ernawati, E. (2015). Peran pengembangan sumber daya manusia dalam meningkatkan prestasi kerja pegawai.
- Fauzi, A., et al. (2020). Funding challenges in rural technological innovation. *Journal of Economic Development*.
- Fitri, N. (2015). Perancangan tata kelola teknologi informasi menggunakan kerangka kerja COBIT 5.
- Fitriani, H., et al. (2022). Understanding cultural barriers in technology adoption. *Asian Journal of Development Studies*.
- Fitriani, I. (2016). Karakteristik sosial ekonomi petani kecil di Desa Poncowarno Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah Tahun 2015.
- Gharini, P. P., & Sukadana, I. (2022). Pemanfaatan Teknologi Hidroponik untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan Masyarakat Dharma Santi di Masa Pandemi. *Jurnal Kreativitas PKM*.
- Hakim, L., et al. (2019). Social conflict in rural technology implementation. *Indonesian Journal of Sociology*.
- Halim, F., et al. (2022). Advances in IoT-based distillation technology. *Journal of Agricultural Innovation*, 15(3), 205-218.
- Harahap, N., et al. (2020). Economic incentives for sustainable agriculture. *Journal of Environmental Economics*.
- Hartono, T., & Dewi, F. (2022). Integrating gender perspectives in rural innovation. *Gender Studies Journal*.
- Haryanto, S., & Prasetyo, B. (2021). Resource limitations in rural ethanol production. *Renewable Energy Journal*.
- Hernandez, M., Smith, T., & Johnson, P. (2021). IoT-enabled agricultural productivity. *Journal of Sustainable Technology*, 39(6), 302-319.
- Hidayat, A., et al. (2020). Community concerns on ecological impact. *Journal of Environmental Research*.

- Ikechukwu-Iломуanya, A. B., Omeje, J. C., Oyeoku, E. K., & Eseadi, C. (2016). Facilitating participatory approach to resolving problems facing Nigeria's rural families.
- Jones, M., Case, P., & Connell, J. (2017). Critical factors for self-sustaining farmer organizations in Northern Laos.
- Jones, R., Zhang, L., & Wang, M. (2020). Energy solutions for rural development. International Journal of Renewable Energy, 23(5), 89-103.
- Kim, S., & Park, T. (2019). Sustainable development in rural areas. Journal of Environment and Sustainability, 47(2), 145-162.
- Kurnia, H., Dasar, F. L., & Kusumawati, I. (2022). Nilai-nilai karakter budaya belis dalam perkawinan adat masyarakat Desa Benteng Tado Kabupaten Manggarai Barat.
- Kurniawan, A., et al. (2019). Optimization of ethanol distillation for rural development. Indonesian Journal of Energy and Resources, 7(2), 123-134.
- Kurniawan, E., et al. (2022). Supply chain challenges in ethanol production. Journal of Agricultural Economics.
- Kusuma, R., et al. (2021). The importance of gender roles in rural innovation. Women's Studies Quarterly.
- Kvartiuk, V., & Curtiss, J. (2019). Participatory rural development without participation: Insights from Ukraine. Journal of Rural Studies. <https://doi.org/10.1016/J.JRURSTUD.2019.04.002>
- Lay, A. (2016). Rekayasa Alat Pengolahan Etanol dari Aren Sistem Evaporator-Destilator Ganda.
- Lay, A., Pasang, P., & Iqbal, T. A. (2017). Destilasi-Dehidrasi Bioetanol dari Nira Aren dan Karakteristiknya. Indonesian Palmae Research Institute.
- Lee, J., & Kim, S. (2022). Innovative bioethanol production methods. Biotechnology Advances, 56(3), 299-310.
- Lestari, U. (2014). Dampak perubahan struktur penguasaan lahan terhadap tingkat kesejahteraan dan ketahanan masyarakat.

- Marjoni, M. R. (2014). Pemurnian Etanol Hasil Fermentasi Kulit Umbi Singkong. *Pharmaciana*.
- Matsumoto, H., Zhao, Y., & Chen, L. (2018). Opportunities for bioethanol exports. *Global Energy Journal*, 41(4), 213-225.
- Nasir, M., et al. (2019). Empowering local farmers through ethanol technology. *Journal of Community Development*, 10(4), 455-470.
- Nasution, F., et al. (2019). Collaboration between stakeholders in rural development. *Journal of Policy Studies*.
- Noezar, I. (2018). Membran PVA-Chitosan untuk Pemisahan Etanol-Air Secara Pervaporasi. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*.
- Nugraha, T., et al. (2020). Technological advancements and rural accessibility. *Journal of Technological Studies*.
- Nugroho, D., & Santoso, E. (2018). Energy-efficient ethanol distillation technology. *Renewable Energy Journal*, 12(1), 78-88.
- Permadi, R. (2017). Pembentukan solidaritas sosial masyarakat Desa Mundakjaya.
- Pratama, Y., et al. (2021). Policy framework for ethanol production in rural areas. *Journal of Policy and Development Studies*, 14(2), 98-112.
- Puja, I. K., Mungkasi, S., & Sambada, F. R. (2016). Destilasi Air Energi Surya dengan Energy Recovery Menggunakan Metode Kapilaritas. *Jurnal Energi dan Manufaktur*.
- Purnama, H., et al. (2020). Internal conflicts in technology adoption. *Rural Development Review*.
- Putra, R. S., et al. (2020). IoT applications in ethanol production. *International Journal of Smart Agriculture*, 5(1), 45-56.
- Putri, M., et al. (2019). Women's empowerment in rural economies. *Journal of Feminist Economics*.
- Rahayu, S., et al. (2019). Waste management in ethanol production. *Journal of Environmental Studies*, 11(4), 234-246.
- Rahayu, T., et al. (2020). The role of women in rural economic activities. *Journal of Rural Sociology*.

- Rahman, A., & Dewi, F. (2021). Comparison of traditional and modern distillation methods. *Journal of Agricultural Research*, 9(3), 322-336.
- Rahman, A., & Utami, S. (2021). Social approaches to technology adoption. *Journal of Social Innovation*.
- Rahmawati, I., et al. (2021). Training needs in ethanol distillation technologies. *Journal of Industrial Training*.
- Rahmi, L. (2018). Pengambilan keputusan inovasi budi daya padi IPB 3S oleh petani.
- Rompas, K. F. (2016). Hubungan antara sosial ekonomi keluarga dengan status gizi pada pelajar di SMP wilayah Kecamatan Malalayang 1 Kota Manado.
- Rosidah, R., & Arantika, T. (2019). Peran teknologi untuk pengembangan karir sekretaris. *EFISIENSI - KAJIAN ILMU ADMINISTRASI*.
- Ruslan, S.M., Baharuddin, Taskirawati, I. (2018). Potensi Dan Pemanfaatan Tanaman Aren (*Arenga Pinnata*) Dengan Pola Agroforestri Di Desa Palakka, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru. *Jurnal Perennial*, Vol. 14 No. 1: 24-27. ISSN: 1412-7784
- Santoso, B., et al. (2020). Sustainable funding models for rural innovation. *International Journal of Development Economics*.
- Sari, D., et al. (2018). Infrastructure barriers in rural entrepreneurship. *Journal of Entrepreneurship Studies*.
- Setiawan, R., & Wahyuni, T. (2019). Energy limitations in rural ethanol production. *Energy and Environment Journal*.
- Smith, P., & Johnson, T. (2021). Role of policy in renewable energy adoption. *Energy Policy Journal*, 48(7), 410-425.
- Soesilowati, E., Martuti, N. K. T., & Sumastuti, E. (2020). Revitalisasi kelembagaan petani sebagai wahana alih teknologi dan inkubator bisnis pendukung Agro Techno-Park Porwosari, Semarang. *Jurnal Graha Pengabdian*.
- Solihin, M. (2015). Hubungan usahatani manggis dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat di Kecamatan Wanayasa Kabupaten Purwakarta.

- Sugiarti, A. (2016). Hubungan pembangunan bendungan Jatigede dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat petani di Kecamatan Jatigede Kabupaten Sumedang.
- Supartiningsih, N. L. S., Maryati, S., & Rosmilawati, R. (2014). Keragaan usaha ekonomi produktif perempuan dan dampaknya bagi penguatan ekonomi rumahtangga petani untuk mengatasi masalah kemiskinan di Kabupaten Lombok Barat.
- Suri, P.I., Zevaya, F., Parkhurst, H. Potensi dan Prospek Industri Gula Aren di Indonesia. (2024). *Journal of Islamic Economics and Finance*, Vol. 2 No. 2, Hal 251-264. e-ISSN: 3021-744X; p-ISSN: 3021-7458. <https://doi.org/10.59841/jureksi.v2i2.1462>
- Suryana, B., et al. (2021). Socio-economic impact of ethanol technology. *Journal of Rural Studies*, 8(3), 155-168.
- Susilo, A., et al. (2020). Literacy challenges in adopting agricultural technologies. *Journal of Educational Development*.
- Takahashi, R., Todo, Y., & Degefa, T. (2015). The effects of a participatory approach on the adoption of agricultural technology: Focusing on the social network structure in rural Ethiopia.
- Une, D. (2021). Islamisasi dan pola adat masyarakat Gorontalo dalam perspektif sejarah kebudayaan Islam. *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Budaya*.
- Utama, H., & Hidayat, T. (2021). Stainless steel in ethanol distillation. *Materials and Engineering Journal*, 18(1), 67-76.
- Utami, Y. P., Imrawati, & Haris, F. A. (2023). Identifikasi kandungan senyawa dan potensi ekstrak etanol 96% daun tekelan (*Chromolaena odorata* L.) sebagai antioksidan penangkal radikal ABTS. *Journal of Noncommunicable Diseases*.
- Wahdaniah, W., Rahim, S., & Bempah, I. (2022). Dampak hutan tanaman industri terhadap perubahan tutupan lahan hutan dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. *Gorontalo Journal of Forestry Research*.
- Warnaen, A., & Cangara, H. (2016). Faktor-faktor yang menghambat inovasi pada komunitas petani dan nelayan dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Kabupaten Takalar. *Jurnal Ilmu Komunikasi*.

- Wijaya, K., et al. (2020). Economic disparity in technology adoption. *Asian Journal of Economic Studies*.
- Wijaya, S., & Hasan, R. (2020). Ethanol markets and rural development. *Journal of Agricultural Economics*, 12(2), 245-260.
- Wijayanti, A., et al. (2021). Community-centered approaches in rural innovation. *Journal of Development and Sustainability*.
- Wulandari, S., et al. (2021). Women's influence in rural value systems. *Journal of Rural Gender Studies*.
- Yan, J., Huang, Y., Tan, S., Lang, W., & Chen, T. (2023). Jointly creating sustainable rural communities through participatory planning: A case study of Fengqing County, China. *Land*. <https://doi.org/10.3390/land12010187>
- Yasin, A. A. T., & Suhaeb, F. W. (2023). Infrastruktur ekonomi sebagai faktor kunci perubahan sosial: Pendekatan Karl Marx.
- Yulianti, R., & Saputra, E. (2020). Cultural resistance to technological change. *Journal of Anthropology and Development*.
- Zhang, L., & Wang, M. (2018). IoT applications in smart agriculture. *Journal of Agricultural Technology*, 33(1), 78-95.
- Zulaikha, E., & Brereton, M. (2013). Participatory design approach to support community development of rural craftspeople.

# INOVASI BIETHANOL: SOSIAL DAN EKONOMI

Buku ini terinspirasi oleh potensi tanaman aren yang belum dimanfaatkan di Gorontalo Utara. Konversi aren menjadi etanol dapat menghasilkan nilai tambah yang signifikan, sebagai sumber energi terbarukan dan produk berkualitas tinggi. Namun demikian, kurangnya pengetahuan dan teknologi masih menjadi hambatan utama bagi petani aren untuk mengoptimalkan produktivitasnya. Buku ini memberikan wawasan praktis dan ilmiah mengenai teknologi penyulingan etanol dan strategi bagi masyarakat petani untuk mengatasi tantangan tersebut.

Tujuan penulisan buku ini adalah untuk menyebarluaskan informasi mengenai pentingnya inovasi teknologi dalam mendukung kemandirian ekonomi berbasis masyarakat. Selain itu, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah daerah, akademisi, dan lembaga swasta yang ingin berkontribusi dalam pengembangan sektor pertanian aren. Manfaat yang diharapkan dari buku ini adalah peningkatan kapasitas masyarakat petani, pengembangan ekonomi lokal yang berkelanjutan, dan penguatan sinergi antara teknologi dan tradisi dalam mendukung pembangunan desa.



CV. Tahta Media Group  
Surakarta, Jawa Tengah  
Web : [www.tahtamedia.com](http://www.tahtamedia.com)  
Ig : tahtamediagroup  
Telp/WA : +62 896-5427-3996



ORCBN : 62-415-4337-087