

SOSIALISASI DESTILASI BERTINGKAT CONTINUE BAGI PETANI NIRA AREN DESA LONUO KABUPATEN BONE BOLANGO

Muhammad Yasser Arafat¹⁾, Herinda Mardin^{2)*}, Hapsawati Taan³⁾, Hasanuddin⁴⁾

^{1,4)}Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

²⁾Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

³⁾Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

e-mail: herindamardin@ung.ac.id.

Abstract

This service activity aims to socialize the continuous multistage distillation process in order to provide an understanding to palm sap farmers in carrying out the distillation stage for making bioethanol in Lonuo village, Bone Bolango Regency. This activity was carried out at the bioethanol center in Lonuo village, Bone Bolango Regency. The method of this service activity is in the form of lectures. This activity requires coordination and communication with the local village government regarding the place of implementation of activities and the schedule of the farmers. There are 3 stages of this activity, namely the preparation, implementation and reflection stages. helping the community in utilizing local resources more wisely and productively. Through this socialization, palm sap farmers in Lonuo village can contribute to the development of a more advanced and competitive palm sap-based industry at the regional and national levels. In addition, improved skills in nira processing will open up new business opportunities as well as create jobs for the surrounding community. Therefore, the socialization of continuous multistage distillation is very important so that the villagers can maximize their natural potential for the sake of improved welfare and economic independence.

Keywords: Aren Nira; Continue Multilevel Distillation; Lonuo Village; Socialization

Abstrak

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk sosialisasi proses destilasi bertingkat continue dalam rangka memberikan pemahaman kepada para petani nira aren dalam melaksanakan tahap destilasi untuk pembuatan bioethanol di desa Lonuo Kabupaten Bone Bolango. Kegiatan ini dilaksanakan di sentra bioethanol desa Lonuo Kabupaten Bone Bolango. Metode kegiatan pengabdian ini adalah dalam bentuk ceramah. Kegiatan ini memerlukan koordinasi dan komunikasi dengan pihak pemerintah desa setempat terkait tempat pelaksanaan kegiatan dan jadwal para petani. Tahapan kegiatan ini ada 3 yaitu tahap persiapan, pelaksanaan dan refleksi. membantu masyarakat dalam memanfaatkan sumber daya lokal secara lebih bijak dan produktif. Melalui sosialisasi ini, petani nira aren di desa Lonuo dapat berkontribusi dalam pengembangan industri berbasis nira aren yang lebih maju dan kompetitif di tingkat regional maupun nasional. Selain itu, peningkatan keterampilan dalam pengolahan nira akan membuka peluang usaha baru serta menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar. Oleh karena itu, sosialisasi mengenai destilasi bertingkat continue sangat penting agar masyarakat desa dapat memaksimalkan potensi alam yang mereka miliki demi peningkatan kesejahteraan dan kemandirian ekonomi.

Kata Kunci: Desa Lonuo; Destilasi Bertingkat Continue; Nira Aren; Sosialisasi

How to Cite: Arafat, M. Y., Mardin, H., Taan, H., & Hasanuddin. (2025). Sosialisasi Destilasi Bertingkat Continue Bagi Petani Nira Aren Desa Lonuo Kabupaten Bone Bolango. *Mopoonuwa: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (MJPM)*, 2(1), 182-189

PENDAHULUAN

Petani aren di Desa Lonuo, Kabupaten Bone Bolango, memiliki peran penting dalam menjaga tradisi pertanian lokal yang berfokus pada pemanfaatan tanaman aren sebagai sumber utama penghidupan. Desa ini dikenal sebagai salah satu kawasan penghasil gula aren yang berkualitas di Provinsi Gorontalo. Meskipun menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan akses teknologi dan pasar, para petani tetap mempertahankan cara-cara tradisional dalam mengolah nira aren menjadi gula aren dan minuman beralkohol sebuah produk bernilai ekonomi.

Dalam kehidupan sehari-hari, pertanian aren menjadi tumpuan ekonomi bagi mayoritas masyarakat Desa Lonuo. Proses pengelolaan nira hingga menjadi gula aren melibatkan kerja keras dan keterampilan yang diwariskan secara turun-temurun. Namun, di tengah perkembangan zaman, para petani aren menghadapi tantangan modernisasi yang menuntut inovasi tanpa mengesampingkan kearifan lokal. Dengan potensi yang dimiliki, petani aren di Desa Lonuo berpeluang besar untuk mengembangkan produk mereka ke pasar yang lebih luas, sekaligus memperkuat perekonomian desa melalui industri berbasis komoditas lokal.

Tanaman aren memiliki potensi besar sebagai bahan baku utama dalam produksi bioetanol, salah satu energi alternatif yang ramah lingkungan. Kandungan gula yang tinggi pada nira aren menjadikannya sumber karbon yang ideal untuk proses fermentasi dalam pembuatan bioetanol. Dengan kebutuhan global akan sumber energi terbarukan yang semakin meningkat, pemanfaatan aren sebagai bahan dasar bioetanol dapat menjadi solusi berkelanjutan yang tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, tetapi juga mendukung pelestarian lingkungan.

Selain nilai ekonominya, pemanfaatan aren sebagai produk bioetanol juga memberikan peluang besar untuk meningkatkan kesejahteraan petani lokal. Tanaman aren yang dapat tumbuh di berbagai kondisi geografis dan memiliki siklus panen yang panjang menjadi pilihan ideal bagi wilayah-wilayah pedesaan. Pengembangan teknologi pengolahan bioetanol berbasis aren tidak hanya akan mendorong inovasi di sektor energi, tetapi juga membuka lapangan kerja baru, memperkuat perekonomian lokal, dan menciptakan industri hijau yang berdaya saing di pasar global.

Proses pembuatan bioetanol menggunakan destilasi bertingkat kontinu merupakan teknologi yang efisien untuk memurnikan etanol hingga mencapai tingkat kemurnian yang tinggi. Metode ini memanfaatkan prinsip pemisahan berdasarkan perbedaan titik didih komponen dalam campuran, di mana etanol dipisahkan secara bertahap melalui kolom destilasi yang dirancang untuk memaksimalkan efisiensi pemisahan. Dengan sistem yang beroperasi secara kontinu, proses ini tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga mengurangi biaya operasional dan waktu yang diperlukan dibandingkan metode tradisional.

Keunggulan destilasi bertingkat kontinu dalam pembuatan bioetanol terletak pada kemampuannya untuk menjaga kestabilan proses dan kualitas produk. Dengan pengendalian suhu dan tekanan yang presisi di setiap tingkat kolom destilasi, metode ini dapat menghasilkan bioetanol dengan kemurnian tinggi yang sesuai untuk kebutuhan industri. Proses ini juga lebih ramah lingkungan karena mengurangi limbah energi dan memanfaatkan panas secara lebih optimal. Dengan implementasi teknologi ini, produksi bioetanol dapat memenuhi permintaan pasar

yang terus meningkat, sekaligus mendukung pengembangan energi terbarukan yang berkelanjutan.

Sosialisasi mengenai teknologi destilasi bertingkat kontinu di Desa Lonuo, Kabupaten Bone Bolango, merupakan langkah strategis untuk meningkatkan pemahaman masyarakat lokal, terutama petani aren, tentang peluang inovasi dalam pengolahan bioetanol. Teknologi ini menawarkan metode yang lebih efisien dan modern dalam memurnikan etanol dibandingkan cara konvensional, sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah produk lokal berbasis aren. Melalui sosialisasi ini, masyarakat diperkenalkan pada manfaat ekonomi dan lingkungan dari penerapan teknologi destilasi bertingkat kontinu sebagai bagian dari pengembangan energi terbarukan.

Dengan potensi Desa Lonuo sebagai salah satu penghasil nira aren berkualitas, pengenalan teknologi destilasi bertingkat kontinu juga bertujuan mendorong pemanfaatan sumber daya alam yang lebih optimal. Sosialisasi ini melibatkan berbagai pihak, termasuk pemerintah daerah, akademisi, dan praktisi, untuk memberikan pelatihan teknis, pemahaman tentang aspek keberlanjutan, serta peluang pasar bioetanol. Diharapkan, kegiatan ini tidak hanya membuka wawasan masyarakat tetapi juga menjadi awal dari transformasi Desa Lonuo sebagai pusat produksi bioetanol berbasis aren yang berdaya saing dan ramah lingkungan.

METODE

Kegiatan ini dilaksanakan di sentra bioetanol desa Lonuo Kabupaten Bone Bolango. Metode kegiatan pengabdian ini adalah dalam bentuk ceramah. Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan pada malam hari karena para petani nira aren yang ada di desa Lonuo kebanyakan akan kembali ke rumah masing-masing dari aktifitas di kebun menjelang malam hari. Kegiatan ini memerlukan koordinasi dan komunikasi dengan pihak pemerintah desa setempat terkait tempat pelaksanaan kegiatan dan jadwal para petani. Tahapan kegiatan ini ada 3 yaitu tahap persiapan, pelaksanaan dan refleksi. Beberapa tahapan persiapan kegiatan pengabdian meliputi koordinasi dan komunikasi, undangan narasumber, undangan kepada peserta kegiatan yang merupakan para petani nira aren serta perlengkapan dan peralatan yang dibutuhkan selama proses kegiatan. Tahap pelaksanaan mencakup pelaksanaan kegiatan pembukaan, kegiatan inti dimulai dari pemberian materi oleh narasumber, sesi tanya jawab dan diskusi. Tahapan terakhir adalah tahap refleksi dengan memberikan refleksi kegiatan kepada para peserta terkait dampak kegiatan. Pemberian refleksi ini dilakukan secara lisan kepada peserta dengan menanyakan langsung apakah peserta sudah memahami materi yang diberikan dan merefleksi melalui beberapa kuis. Kegiatan ditutup dengan penutupan dan sesi foto bersama dengan semua pihak yang terlibat dalam kegiatan ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi bioetanol dari nira aren merupakan salah satu upaya yang dapat memberikan nilai tambah bagi masyarakat Desa Lonuo, Kabupaten Bone Bolango. Potensi besar pohon aren di wilayah tersebut menjadi peluang untuk mengembangkan energi terbarukan berbasis bioetanol. Proses fermentasi nira aren menjadi bioetanol melibatkan serangkaian tahap, mulai dari pengambilan nira segar, fermentasi, hingga distilasi untuk mendapatkan produk bioetanol dengan tingkat kemurnian yang diinginkan. Pendampingan kepada masyarakat sangat penting untuk memastikan keberhasilan dan keberlanjutan proses ini. Sosialisasi destilasi bertingkat continue sebagai salah satu tahapan dalam proses pembuatan bioethanol. Pentingnya pengetahuan masyarakat tentang proses destilasi akan mempengaruhi kualitas produk bioethanol. Adapun gambaran pemberian materi sosialisasi terkait destilasi bertingkat continue kepada petani nira aren di desa Lonuo Kabupaten Bone Bolango disajikan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Pemberian Materi

Destilasi adalah suatu metode pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan tingkat volatilitas (kemudahan suatu zat untuk menguap) pada suhu dan tekanan tertentu. Destilasi merupakan proses fisika dan tidak terjadi adanya reaksi kimia selama proses berlangsung. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu. Metode ini termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didahnya (titik didih *ethanol* 78-83°C).

Jenis destilasi terdiri atas 6 yaitu sebagai berikut.

1. Destilasi konvensional (sederhana), proses destilasi berlangsung jika campuran dipanaskan dan sebagian komponen volatile menguap naik dan didinginkan sampai mengembun didinding kondensor.
2. Destilasi fraksional atau destilasi bertingkat yaitu proses yang komponen-komponennya secara bertingkat diuapkan dan diembunkan. Penyulingan terfraksi

- berbeda dari distilasi biasa, karena ada kolom fraksinasi di mana ada proses refluks. Refluk proses penyulingan dilakukan untuk pemisahan campuran bioetanol dan air dapat terjadi dengan baik.
3. Destilasi vakum, merupakan destilasi yang dilakukan dengan cara cairan diuapkan pada tekanan rendah. Tujuan utamanya adalah menurunkan titik didih cairan yang bersangkutan, dan volatilitas relatif meningkat jika tekanan diturunkan. Alat destilasi ini merupakan alat yang tidak sederhana karena memerlukan sistem tertutup.
 4. Destilasi Uap, destilasi uap dilakukan untuk memisahkan komponen campuran pada temperatur lebih rendah dari titik didih normalnya. Dengan cara ini pemisahan dapat berlangsung tanpa merusak komponen-komponen yang akan dipisahkan.
 5. Destilasi azeotrop yaitu destilasi dengan menguapkan zat cair tanpa perubahan komposisi. Jadi ada perbedaan komposisi antara fase cair dan fase uap, dan hal ini merupakan syarat utama supaya pemisahan dengan distilasi dapat dilakukan.
 6. Destilasi ekstraktif, destilasi ini mirip dengan destilasi azeotropik dalam hal penambahan senyawa dalam hal penambahan senyawa lain untuk mempermudah proses pemisahan. Dalam hal ini pelarut yang melakukan ekstraksi karena senyawa yang ditargetkan dapat larut dengan baik dalam pelarut yang dipilih (Delly, 2016).

Destilasi bertingkat continue adalah suatu metode pemisahan campuran cairan berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan proses yang berlangsung secara terus-menerus. Teknik ini umum digunakan dalam industri untuk memurnikan berbagai zat cair, termasuk dalam pengolahan nira aren menjadi produk turunan seperti bioetanol. Dengan adanya proses bertingkat, cairan dengan titik didih lebih rendah menguap lebih dulu dan dikondensasikan dalam tahap-tahap tertentu, sehingga menghasilkan produk dengan tingkat kemurnian yang lebih tinggi. Sistem ini lebih efisien dibandingkan destilasi sederhana karena mampu memisahkan komponen dalam jumlah besar tanpa perlu menghentikan proses produksi.

Dalam penerapan pada petani nira aren, destilasi bertingkat continue memberikan banyak manfaat, terutama dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi. Sistem ini memungkinkan pemisahan senyawa lebih optimal, mengurangi limbah, dan meminimalkan energi yang terbuang. Selain itu, karena prosesnya berjalan tanpa jeda, produktivitas petani dapat meningkat secara signifikan. Dengan pemahaman yang baik tentang mekanisme kerja alat dan pengaturan suhu yang tepat, petani dapat menghasilkan produk yang lebih berkualitas dan bernilai ekonomi tinggi, seperti bioetanol dengan kemurnian tinggi yang dapat digunakan dalam industri farmasi, kosmetik, maupun bahan bakar alternatif.

Penerapan teknologi destilasi bertingkat continue di kalangan petani nira aren memerlukan sosialisasi dan pelatihan yang memadai agar mereka dapat mengoperasikan peralatan dengan benar dan maksimal. Dukungan dari pemerintah maupun lembaga terkait sangat diperlukan untuk menyediakan fasilitas dan pendampingan bagi petani. Dengan adopsi teknologi ini, diharapkan sektor pengolahan nira aren dapat berkembang lebih pesat, meningkatkan kesejahteraan petani, serta mendukung pembangunan ekonomi berbasis sumber daya lokal yang berkelanjutan.

Adapun Gambaran materi yang diberikan oleh narasumber terkait destilasi bertingkat continue disajikan pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Materi Destilasi Bertingkat Continue

Tahap awal fermentasi melibatkan pengumpulan nira aren segar dari pohon aren yang telah disadap. Nira segar memiliki kadar gula alami yang tinggi (Sonya, 2021; Periadnadi, 2018), menjadikannya bahan baku ideal untuk proses fermentasi. Proses ini memerlukan kebersihan dan teknik penyadapan yang tepat agar kualitas nira tetap terjaga. Pendampingan kepada masyarakat difokuskan pada pelatihan penyadapan yang benar, penggunaan alat-alat yang higienis, dan cara menyimpan nira sebelum fermentasi agar tidak terkontaminasi (Arrazzaq, 2019; Zakaria, 2019; Mardin, H., 2024). Setelah nira dikumpulkan, tahap fermentasi dilakukan dengan menambahkan ragi (yeast) ke dalam nira. Ragi ini berfungsi untuk mengubah gula dalam nira menjadi alkohol melalui proses fermentasi anaerob. Suhu dan waktu fermentasi harus diperhatikan secara cermat untuk mendapatkan hasil maksimal. Pendampingan melibatkan pengenalan jenis ragi yang tepat, cara mencampur ragi ke dalam nira, serta pemantauan kondisi fermentasi agar hasil etanol yang dihasilkan sesuai dengan standar (Mardin, H., 2024).

Tahap berikutnya adalah distilasi, yaitu proses pemisahan bioetanol dari campuran hasil fermentasi. Distilasi dilakukan dengan memanaskan cairan hasil fermentasi hingga mencapai titik didih etanol, sehingga etanol dapat terkumpul sebagai uap yang kemudian dikondensasikan menjadi cairan. Proses ini memerlukan peralatan khusus dan pengawasan yang ketat agar hasil bioetanol memiliki tingkat kemurnian tinggi. Masyarakat didampingi untuk memahami cara kerja alat distilasi dan pentingnya menjaga keamanan selama proses berlangsung (Mardin, H., 2024). Manfaat bioetanol yang dihasilkan dari nira aren sangat beragam, mulai dari bahan bakar alternatif hingga bahan baku industri. Peningkatan kapasitas masyarakat Desa Lonuo dalam memproduksi bioetanol membuka peluang ekonomi baru dan mendukung kemandirian energi. Selain itu, kegiatan ini juga memberikan dampak positif terhadap lingkungan karena mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang tidak ramah lingkungan (Mardin, H., 2023; Mardin, H., 2024)

Pendampingan yang diberikan tidak hanya fokus pada aspek teknis, tetapi juga pada pengelolaan usaha berbasis bioetanol. Hal ini mencakup strategi pemasaran, manajemen keuangan, dan perencanaan bisnis. Dengan pendekatan holistik ini, masyarakat Desa Lonuo diharapkan mampu memanfaatkan sumber daya lokal secara optimal, meningkatkan kesejahteraan ekonomi, dan memberikan kontribusi terhadap pengembangan energi terbarukan di Indonesia. Mengetahui proses destilasi bertingkat continue sangat penting bagi masyarakat Desa Lonuo, Kabupaten Bone Bolango, terutama bagi petani nira aren yang bergantung pada produksi dan pengolahan hasil panen mereka. Dengan memahami teknik ini, petani dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan, seperti bioetanol atau produk turunan lainnya, sehingga memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Selain itu, penerapan destilasi bertingkat continue memungkinkan proses produksi yang lebih efisien karena mampu memisahkan komponen dengan lebih optimal, menghemat energi, serta mengurangi limbah yang dihasilkan. Dengan demikian, masyarakat desa dapat mengembangkan usaha pengolahan nira aren secara lebih modern dan berkelanjutan.

Selain manfaat ekonomi, pemahaman tentang destilasi bertingkat continue juga membantu masyarakat dalam memanfaatkan sumber daya lokal secara lebih bijak dan produktif. Dengan menerapkan teknologi ini, desa Lonuo dapat berkontribusi dalam pengembangan industri berbasis nira aren yang lebih maju dan kompetitif di tingkat regional maupun nasional. Selain itu, peningkatan keterampilan dalam pengolahan nira akan membuka peluang usaha baru serta menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar. Oleh karena itu, sosialisasi dan pelatihan mengenai destilasi bertingkat continue sangat diperlukan agar masyarakat desa dapat memaksimalkan potensi alam yang mereka miliki demi peningkatan kesejahteraan dan kemandirian ekonomi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari kegiatan pengabdian sosialisasi destilasi bertingkat continue bagi petani nira aren desa Lonuo Kabupaten Bone Bolango adalah bahwa penerapan teknologi destilasi bertingkat secara kontinu dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi nira aren. Melalui sosialisasi ini, para petani memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang proses destilasi, manfaatnya dalam meningkatkan nilai tambah produk, serta cara penerapannya secara praktis. Diharapkan, ilmu yang diperoleh dapat diterapkan untuk meningkatkan kesejahteraan petani dan mengembangkan industri nira aren di Desa Lonuo secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pemerintah desa serta masyarakat desa Lonuo atas dukungan dan fasilitas sehingga kegiatan ini terlaksana dengan baik. Terimakasih pula kepada LPPM Universitas Negeri Gorontalo yang memberikan dukungan dan bantuan dalam pelaksanaan kegiatan pendampingan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arrazzaq, M., Basith, I., & Setyagraha, E. (2019). *Efektifitas Tuak Manis Sebagai Minuman Sumber Energi Terhadap Daya Tahan Kardiovaskuler Pada Atlet Sepak Bola Sewo Putra FC Kabupaten Soppeng* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR).
- Delly, J., Hasbi, M., & Zenius, A. (2016). Analisa Bioetanol dari Nira Aren Menggunakan Destilasi Fraksinasi Ganda Sebagai Bahan Bakar. *J. Ilm. Mhs. Tek. mesin*, 2(2), 3-4.
- Mardin, H., Taan, H., & Salimi, Y. K. (2023). Sociotechnopreneurship As An Alternative For Community Empowerment In Improving The Economy Of Sugar Palm Farmers In Lonuo Village Gorontalo Province. *Mattawang: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 307-312.
- Mardin, H., Taan, H., & Dako, A. Y. (2024). Strengthening Sociopreneurship of Sugar Palm Farmers in Langke Village Gentuma Raya District, Gorontalo Province. *Panrannuangku Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4).
- Mardin, H., & Taan, H. (2024). Entrepreneurship Motivation and Managerial Skills Training for Sugar Palm Farmers in Langke Village, North Gorontalo Regency. *Panrannuangku Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4).
- Mardin, H., Hasanuddin, H., & Wolok, E. (2024). Pengelolaan Pengembangan Industri Usaha Boetanol di Desa Lonuo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Borneo*, 8(1), 58-63.
- Mardin, H., Salimi, Y. K., Taan, H., Larosa, E., Arafat, M. Y., Rasyid, A., & Ashari, S. A. (2024). *Bioetanol Dari Nira Aren*. Mafy Media Literasi Indonesia.
- Periadnadi, P., Sari, D. K., & Nurmiati, N. (2018). Isolasi dan Keberadaan Khamir Potensial Pemfermentasi Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr.) dari Dataran Rendah dan Dataran Tinggi di Sumatera Barat. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 4(1), 29-36.
- Sonya, N. T., & Lydia, S. H. R. (2021). Analisis Kandungan Gula Reduksi Pada Gula Semut Dari Nira Aren yang dipengaruhi pH dan Kadar Air. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 101-108.
- Syauqiah, I. (2015). Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Persentase Starter Pada Nira Aren (*Arenga Pinnata*) Terhadap Bioethanol yang Dihasilkan. *INFO-TEKNIK*, 16(2), 217-226.
- Zakaria, M. Y. (2019). *Pra Rancangan Pabrik Bioetanol Dari Nira Aren (Arenga Pinnata) Dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).