

## Rancang Bangun Alat Destilasi Bioetanol Berbahan Dasar Nira Aren

Djiofhany Tanaiyo<sup>1)</sup>, Evi Sunarti Antu<sup>2)</sup>, Syamsu Akuba<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Program Studi Mesin dan Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo

Jl. Muchlis Rahim, Desa Ponggulo Barat, Kec. Botupingge, Kab. Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia

e-mail: [tanaiyodjio@gmail.com](mailto:tanaiyodjio@gmail.com)

### ABSTRAK

Pohon aren merupakan salah satu tanaman jenis palm yang memiliki potensi finansial dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Di beberapa wilayah Gorontalo, sebagian besar nira aren dimanfaatkan untuk pembuatan gula merah dan/atau gula semut. Selain itu, nira aren juga dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol. Bioetanol dari nira aren ini dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif pengganti BBM. Bioetanol yang diperoleh dari nira aren umumnya dibuat melalui proses penyulingan atau yang dikenal dengan destilasi. Tujuan dari penelitian adalah merancang bangun alat destilasi bioetanol skala kecil sehingga mudah digunakan oleh petani aren. Metode penelitian yang diterapkan terbagi dalam dua tahapan, yaitu perancangan dan pengujian. Perancangan alat dimulai dari desain alat, membuat komponen-komponen dan melakukan fabrikasi. Adapun pengujian alat dalam proses pembuatan bioetanol dari nira aren dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pasteurisasi, fermentasi dan destilasi.

Alat destilasi bioetanol memiliki tabung yang digunakan dalam proses pasteurisasi, fermentasi, dan destilasi. Tabung ini dibuat dari bahan *stainless steel* dengan ketebalan 1,5 mm. Adapun pipa dan kondensor terbuat dari *stainless steel* berdiameter 4 inci. Alat destilasi dilengkapi dengan thermometer digital untuk mengukur suhu yang terjadi selama proses pemanasan nira aren. Fermentasi nira aren dilakukan selama 3 hari pada suhu ruang. Adapun proses destilasi dilakukan pada suhu berkisar antara 78-80°C. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bioetanol dengan kadar alkohol 55% sebanyak 200 mL dari 5000 mL bahan dasar. Hasil ini mengindikasikan proses destilasi berlangsung belum sempurna. Oleh karena itu, perlu adanya analisis dan perbaikan aspek-aspek yang dapat mengoptimalkan proses destilasi bioetanol dari nira aren.

**Kata Kunci:** *bioetanol, nira aren, rancang bangun, alat destilasi*

### ABSTRACT

*The palm tree is a type of palm plant that has financial potential and can be used for various purposes. In some areas of Gorontalo, most of the palm sap is used for the manufacture of brown sugar and/or palm sugar. In addition, palm sap can also be used as a basic material for making bioethanol. Bioethanol from palm sap can be used as an alternative fuel to replace fuel oil. Bioethanol obtained from palm sap is generally made through a distillation process or what is known as distillation. The purpose of the research is to design a small-scale bioethanol distillation device so that it is easy to use by sugar palm farmers. The research method applied is divided into two stages, namely design and testing. Bioethanol distillation equipment is made by making components and fabricating. The testing of tools in the process of making bioethanol from palm sap is carried out through several stages, namely pasteurization, fermentation and distillation.*

*The bioethanol distillation apparatus has tubes that are used in the pasteurization, fermentation, and distillation processes. This tube is made of stainless steel with a thickness of 1.5 mm. The pipe and condenser are made of stainless steel with a diameter of 4 inches. The distillation apparatus is equipped with an activated thermometer to measure the temperature that occurs during the heating process of palm sap. Palm sap fermentation was carried out for 3 days at room temperature. The distillation process is carried out at temperatures ranging from 78-80°C. Based on the test results obtained bioethanol with an alcohol content of 55% as much as 200 mL of 5000 mL of basic ingredients. These results indicate that the distillation process is not perfect. Therefore, it is necessary to analyze and improve aspects that can optimize the bioethanol distillation process from palm sap.*

**Keywords:** *bioethanol, palm juice, design, distillation equipment*

## I. PENDAHULUAN

Provinsi Gorontalo merupakan wilayah kepulauan yang memiliki potensi besar untuk pengembangan tanaman aren yang dapat menghasilkan bioetanol. Masyarakat sekitar di Wilayah Gorontalo yang sebagian besar memiliki tanaman aren memanfaatkan air niranya untuk pembuatan gula aren, dan sebagai bahan baku alkohol konvensional (arak/tuak). Hasil nira aren di Gorontalo dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai finansial, namun nira aren yang sebagian besar dikembangkan oleh masyarakat adalah nira yang diolah untuk membuat gula aren. Menurut Dinas Perindustrian dan Bursa Gorontalo (2018), produksi gula aren pada tahun 2017 sebesar 137.000 kg. Aren atau Enau (*Arenga pinnata*) aren adalah tanaman yang berpotensi finansial yang tinggi dan dapat tumbuh subur di daerah tropis. Tanaman ini dapat tumbuh pada segala macam kondisi tanah (berbagai jenis tanah), tetapi pohon aren tidak dapat bertahan hidup pada tanah yang memiliki zat korosif yang tinggi.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, nira aren mengandung alkohol yang dapat digunakan sebagai bahan bakar minyak (energi terbarukan) sebagai salah satu cara untuk mengurangi biaya energi bahan bakar fosil yang semakin mahal dan merusak lingkungan. Sehingga diperlukan suatu alat yang dapat mengolah nira aren menjadi bahan bakar minyak dengan memanfaatkan zat etanol yang terkandung di dalam nira aren.

Pohon aren merupakan tanaman yang telah lama dikenal sebagai sumber gula yang terkandung di dalam air ledeng (nira). Kandungan gula nira aren yang berkisar antara 6-16% (Lempang, 2012) menjadikan tanaman ini memiliki potensi yang luar biasa untuk dimanfaatkan sebagai sumber bahan mentah dalam pembuatan etanol. Nira yang manis diperoleh dari aren dengan cara penyadapan. Jika dibiarkan begitu saja maka nira akan meragi sendiri (memiliki sel ragi *Saccharomyces tuac*) dan berubah menjadi tuak dengan kadar alkohol yang tinggi.

Pemanfaatan etanol sebagai bahan bakar memiliki keuntungan memiliki kandungan oksigen etanol yang tinggi (99,5%) sehingga menghasilkan bahan bakar yang bersih. Bahan bakar yang dihasilkan ramah lingkungan karena berupa gas karbon monoksida yang keluar 19-25% lebih rendah dari BBM (Bahan Bakar Minyak). Aktivitas penggunaan energi terbarukan tidak berkontribusi pada pengumpulan karbon dioksida di atmosfer.

Hal ini karena pelepasan etanol lebih stabil, dimana angka oktan etanol cukup tinggi, sekitar 89,7 terjadi dalam persiapan pembakaran yang stabil. Sehingga penggunaan bahan bakar etanol melalui control yang baik dapat menurunkan emisi gas karbon monoksida menjadi 1,3%.

Saat ini bioetanol diprediksi menjadi pengganti bahan bakar fosil karena memiliki karakteristik yang mirip dengan bensin yang berasal dari bahan bakar fosil, dan karena memiliki karakteristik yang mirip dengan bensin, misalnya memiliki struktur rantai hidrokarbon yang sama. Ini juga melibatkan isu-isu lingkungan, yang merupakan salah satu isu inti dari pekerjaan PBB. Penggunaan bioetanol sebagai pengganti BBM sangat tepat karena ramah lingkungan (Sukandarrumidi, dkk. 2013)

Penelitian ini bertujuan merancang alat destilasi bioetanol dari air nira aren. Alat ini dirancang menggunakan satu tabung tapi memiliki tiga fungsi (3 in 1). Tabung ini dapat digunakan untuk proses pasteurisasi, fermentasi, dan destilasi. Alat dirancang dengan maksud dapat dijadikan solusi dalam memanfaatkan potensi sumber daya alam berupa air nira aren yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil.

## II. METODE PENELITIAN

### Tempat Penelitian

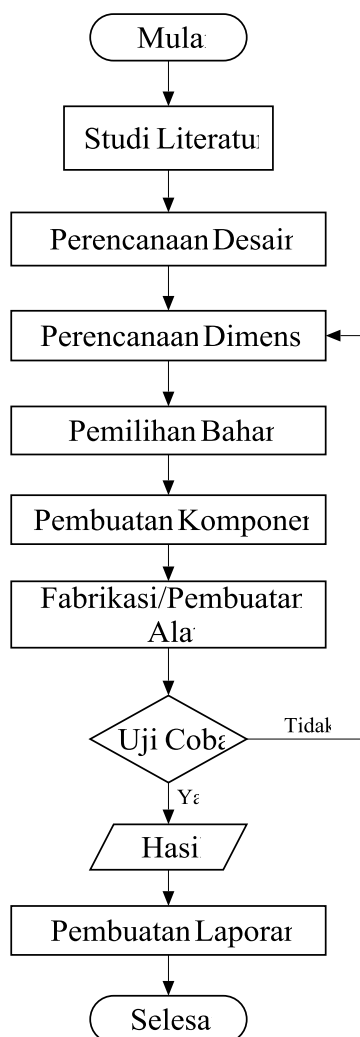
Penelitian ini dilakukan di Lab. Mesin Umum dan Lab. Las Fabrikasi Program Studi Mesin dan Peralatan Pertanian Politeknik Gorontalo.

### Diagram Alir Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Pembuatan alat destilasi bioetanol dirancang menggunakan 1 tabung yang dapat berfungsi untuk proses pasteurisasi, fermentasi, dan destilasi. Untuk memperoleh hasil yang maksimal, kegiatan dalam penelitian ini dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

#### 1. Studi literatur

Ini merupakan tahap awal yang dilakukan untuk meninjau dan mencari aspek-aspek yang berhubungan dengan perencanaan komponen-komponen dan bahan-bahan serta peralatan yang digunakan. Selain itu, studi literatur juga dimaksudkan untuk menjadi dasar dalam menentukan dimensi alat yang dibuat.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 2. Perencanaan desain

Berdasarkan hasil studi literatur diperoleh data-data yang menjadi dasar dalam penentuan desain, termasuk indikator-indikator untuk menentukan proses desain alat destilasi bioetanol.

## 3. Perencanaan dimensi

Perencanaan dimensi dibuat melalui aplikasi software Solidworks.

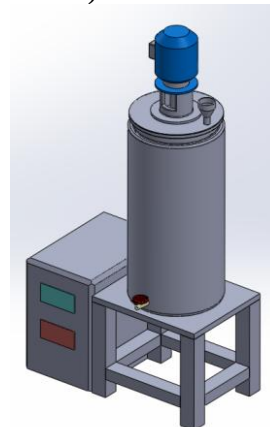
## 4. Pemilihan bahan

Tahapan ini juga mencakup beberapa pelatan yang digunakan, baik dalam pembuatan alat destilasi atau saat pengujian alat. Bahan dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan alat destilasi antara lain kawat elektroda stainless steel, mata gurinda potong, mata gurinda amplas, mesin potong besi, mesin las listrik, mesin bubut, dan mesin bor. Adapun alat dan bahan yang digunakan selama proses

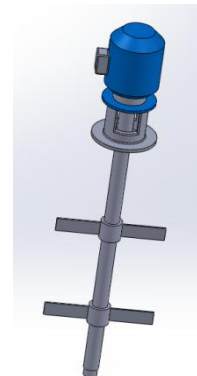
pengujian antara lain alat destilasi, kompor gas, timbangan digital, gelas ukur, gelas kimia, alkohol meter, thermometer, nira aren, dan ragi.

## 5. Pembuatan komponen

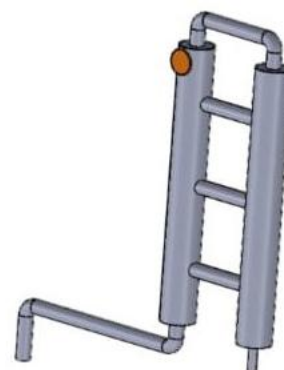
Komponen-komponen utama dalam pembuatan alat destilasi antara lain kedudukan tabung sekaligus berfungsi sebagai tempat kompor gas, tabung (Gambar 2), dan batang pengaduk (Gambar 3). Komponen utama lainnya adalah pipa/selang yang dihubungkan ke kondensor (Gambar 4) yang disangga dengan rangka segitiga (Gambar 5).



Gambar 2. Rangka dan Tabung Alat Destilasi Bioetanol



Gambar 3. Pengaduk



Gambar 4. Pipa dan Kondensor



Gambar 5. Rangka Penyangga Kondensor

#### 6. Fabrikasi

Tahap ini merupakan tahapan dalam perakitan alat destilasi dari komponen-komponennya sehingga menjadi alat destilasi yang utuh (Gambar 6).



Gambar 6. Rancangan Alat Destilasi

#### 7. Pengujian

Proses pengujian alat destilasi bioetanol dari nira aren dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu pasteurisasi, fermentasi, dan destilasi. Pasteurisasi dilakukan dengan memanaskan air nira selama 10 menit dengan suhu 50-60°C. Setelah proses pasteurisasi, air nira dilakukan fermentasi selama 72 jam, dan kemudian dilakukan destilasi pada suhu 78-80°C.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Rancang Bangun Alat Destilasi

Alat destilasi bioetanol dirancang dengan ukuran lebar 580 mm, panjang 890 mm dan tinggi alat 1573 mm. Sebagian besar komponen dibuat

dari bahan plat stainless steel dengan ketebalan 1,5 mm serta pipa *stainless steel*. Komponen-komponen yang terbuat dari bahan ini adalah tabung, pipa, dan kondensor. Adapun rangka/dudukan terbuat dari besi siku 4×4 dengan panjang 18 meter (Gambar 7).



Gambar 7. Rancang Bangun Alat Destilasi

Alat destilasi bioetanol dilengkapi dengan motor induksi dan pompa air pendingin. Motor induksi yang digunakan memiliki daya  $\frac{1}{2}$  HP yang berfungsi untuk memutar pengaduk dengan putaran motor induksi 1200 rpm. Adapun pompa air mini memiliki peran yang sangat penting, dimana alat ini berfungsi untuk mengalirkan air ke bagian pipa kondensor (pendingin).

#### Hasil Pengujian

Sebagaimana telah disebut sebelumnya bahwa proses pembuatan bioetanol dari nira aren dilakukan dalam tiga tahapan berikut:

1. Pasteurisasi nira aren dilakukan selama 10 menit pada suhu 50-60°C. Proses ini dilakukan untuk membunuh mikroba patogen dan sebagian pembusuk, menginaktivasi enzim, meningkatkan daya simpan, dan mempertahankan kualitasnya (Gusti, dkk., 2016). Suhu yang diterapkan pada proses ini lebih kecil dari 100°C guna berfungsi sebagai sterilisasi.
2. Fermentasi. Proses fermentasi dilakukan setelah suhu air nira berada pada kondisi ruang (sekitar 27°C). Fermentasi dilakukan dengan penambahan ragi dan diaduk selama 3 menit setiap 6 (enam) jam sekali. Proses ini berlangsung selama 72 jam (3 hari). Diantara tujuan dilakukannya fermentasi selama 72 jam adalah agar kadar alkoholnya meningkat. Hal

ini sebagaimana penelitian sebelumnya bahwa lamanya waktu fermentasi dapat meningkatkan kadar alkohol (Harmawan, dkk., 2019; Taslim, dkk., 2017)

3. Destilasi, merupakan tahap akhir dalam pemurnian/pembuatan bioetanol dari nira aren. Destilasi dilakukan pada suhu 78-80°C. Hal ini karena titik didih etanol berkisar pada suhu tersebut. Hasil destilasi bioetanol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Bioetanol

| Air Nira (mL) | pH Awal | Waktu Fermentasi (jam) | Hasil (mL) | Kadar Alkohol (%) |
|---------------|---------|------------------------|------------|-------------------|
| 5000          | 2,63    | 72                     | 200        | 55%               |

Berdasarkan Tabel1 diketahui pH awal larutan (air nira) sebesar 2,63. Pengukuran pH ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keasaman bahan baku. Tingkat keasaman bahan baku sangat menentukan proses fermentasi oleh mikroba/bakteri, dimana mikroba umumnya dapat tumbuh pada kisaran pH 2,0-5,0 yang merupakan mikroba mesofilik (Ferdaus, dkk., 2008). Hasil pengukuran menggunakan alat alkohol meter di dapatkan kadar etanol dari cairan tersebut sebesar 55%. Sedangkan standar kadar etanol yang baik untuk bahan bakar adalah 96%. Jadi hasil dari pengujian masih jauh dari standar kadar etanol untuk bahan bakar. Hal ini disebabkan karena pemanasan tidak stabil dan banyaknya uap yang keluar dikarenakan penutup tabung yang tidak tertutup rapat sehingga cairan etanol yang di hasilkan sangat sedikit.

Oleh karena itu, alat ini perlu dilakukan analisis untuk pengembangan. Diantara parameter yang perlu diperhatikan adalah suhu pemanasan, penutup tabung, dan penambahan zat aditif pada proses destilasi. Suhu pemanasan sangat berpengaruh pada saat pembakaran. Semakin stabil suhu pemanasan maka semakin baik proses penguapan, suhu maksimal 70°C sampai 76°C. Selain itu, penutup tabung harus terpasang dengan baik untuk menghindari cairan/uap keluar melalui mulut tabung akibat penutup tidak rapat. Untuk tingkat kemurnian yang lebih tinggi dapat menggunakan bahan seperti zeolit yang berfungsi sebagai adsorben untuk menyerap uap air sehingga bioetanol yang dihasilkan memiliki kadar yang lebih tinggi dan hasilnya pun lebih banyak dari yang telah dibuat. Zeolit ini dapat diletakkan di kondensor saat proses kondensasi berlangsung selama tahapan destilasi.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat destilasi bioetanol dibuat dari bahan *stainless steel*, dengan dimensi lebar 580 mm, panjang 890 mm dan tinggi alat 1573 mm, begitu juga dengan pipa dan kondensor terbuat dari material *stainless steel*.
2. Alat ini hanya terdiri 1 (satu) tabung yang dapat digunakan untuk tiga proses secara bergantian, yaitu pasteurisasi, fermentasi, dan destilasi.
3. Hasil pengujian diketahui produksi bioetanol dari nira aren masih cukup rendah dengan kadar alkohol sebesar 55%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ferdaus, F., Wijayanti, M.O., Retnoningtyas, E.S., & Irawati, W., (2008), Pengaruh pH, Konsentrasi Substrat, Penambahan Kalsium Karbonat, dan Waktu Fermentasi terhadap Perolehan Asam Laktat dari Kulit Pisang, *Widya Teknik*, Vol. 7, No. 1, hal. 1-14.
- Gusti, M.A., Widjanarko, S.B., & Sriherfyana, F.H., (2016), Pengaruh Proporsi (Nira:Air) dan Proses Pasteurisasi terhadap Kualitas Minuman Legen dalam Kemasan, *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 4, No. 1, hal. 348-355.
- Harmawan, T., Azhari, M.F., & Yusak, Y., (2019), Penentuan Kadar Alkohol pada Air Nira Aren di Kecamatan Namorambe Kabupaten Deli Serdang Berdasarkan lam Waktu Penyimpanan pada Suhu Ruang dengan Metode Gravimetri, *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, Vol. 1, No. 2, hal. 12-14.
- Lempang, M., (2012), Pohon Aren dan Manfaat Produksinya, *Info Teknis EBONI*, Vol. 9, No. 1, hal. 37-54.
- Sukandarumiddi, Kotta, H.Z., & Wintolo, D., (2013), *Energi Terbarukan: Konsep Dasar Menuju Kemandirian Energi*, Yogyakarta: UGM Press.
- Taslim, M., Mailoa, M., & Rijal, M., (2017), Pengaruh pH dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Ethanol dari *Sargassum crassifolium*, *Jurnal Biology Science & Education*, Vol. 6, No. 1, hal. 13-25.