

**ANALISIS UNJUK KERJA ALAT DISTILASI UAP PANCI PRESTO
MEMPRODUKSI BIOETANOL DARI BUAH PEDADA (*Sonneratia caseolaris*)
BERORIENTASI EKONOMI KREATIF MASYARAKAT PESISIR
KABUPATEN BANYUASIN**

ARDI, dan Santri Anggun Maharani
Lisa Nopilda, S.Si, M.Pd
SMK Negeri 1 Suak Tapeh
ardiardi0325@gmail.com

ABSTRAK

Bioetanol merupakan potensi Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang berasal dari tumbuhan yang mengandung karbohidrat tinggi.. Bahan baku untuk memproduksi bioetanol adalah Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) dari hutan bakau (mangrove). Tanaman ini menjadi kekayaan lokal Kabupaten Banyuasin yang hampir 80% wilayahnya daerah pesisir. Buah Pedada selain kaya vitamin C juga mengandung karbohidratnya tinggi sebesar 77,57 persen setara dengan beras sehingga memenuhi syarat sebagai bahan baku bioetanol. Rancang bangun alat distilasi uap dikembangkan terdiri dari panci presto bertekanan uap tinggi sebagai *boiler*, panci sayur dan pipa spiral tembaga sebagai kondensor, termometer masak sebagai pengatur suhu, selang *food grade* sebagai sirkulasi air dingin dan panas, serta pompa air akuarium yang memompa air dingin ke kondensor, galon mini sebagai penampung distilat juga dilengkapi kaki reaktor berbahan baja ringan. Metodologi penelitian pembuatan bioetanol diawali dengan fermentasi Buah Pedada secara *anaerob* dengan variasi selama 7 hari, 10 hari dan 14 hari. Kemudian dilanjutkan dengan distilasi menggunakan alat distilasi uap panci presto. Hasil penelitian adalah (1) Unjuk kerja alat distilasi uap panci presto dalam memproduksi bioetanol kategori baik. Penilaian tiga orang guru berdasarkan kuisioner dengan 10 kriteria mendapat skor /nilai akhir 3,60. (2) Kadar bioetanol pada lama fermentasi selama 14 hari paling tinggi yakni 65%, fermentasi selama 10 hari adalah 56 % dan fermentasi selama 7 hari paling terendah sebesar 52%. Densitas bioetanol pada lamanya fermentasi 7 hari adalah 0,682 gr / mL, fermentasi selama 10 hari adalah 0,806 gr / mL dan fermentasi selama 14 hari adalah 0,845 gr /mL. Bioetanol yang dihasilkan dijadikan berbagai produk Kesehatan dan farmasi berorientasi ekonomi kreatif untuk diperkenalkan ke masyarakat yang tinggal di kawasan pesisir Kabupaten Banyuasin .

Kata Kunci: Distilasi uap panci presto, Bioetanol, Buah pedada

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Badan Pusat Statistik mendata Bauran Energi Baru dan Terbarukan (EBT) Indonesia sekitar 11,51% dari konsumsi energi total secara nasional pada tahun 2020 (Ahzab, 2021). Hal ini menunjukkan masih besarnya ketergantungan masyarakat terhadap energi fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam. Fakta yang mengkhawatirkan jika merujuk hasil kajian peneliti dari *University of California* yang diterbitkan di Jurnal *Environmental Science and Technology*, bahwa akan terjadi suatu krisis energi krusial bila suatu negara tidak melakukan upaya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil (Suryanto dkk, 2020). Di sisi lain, pemanfaatan bahan bakar fosil telah memberikan kontribusi besar terhadap kerusakan lingkungan dengan menghasilkan gas-gas pencemar berbahaya serta meningkatkan pemanasan global melalui emisi gas rumah kaca (Pratama, 2015).

Berdasarkan kajian di atas pemerintah terus memacu pengembangan, dan pemanfaatan EBT agar berjalan optimal demi mencapai target bauran sebesar 23% pada tahun 2025 (Umah, 2021). Indonesia memiliki berbagai macam sumber daya alam yang dapat dijadikan sumber energi alternatif terbarukan yang efisien secara ekonomi, berkeadilan sosial, dan ramah lingkungan, salah satunya adalah '*biofuel*' (Akbar, 2017). Para ahli merekomendasikan *biofuel* atau bahan bakar nabati menjadi solusi yang menjanjikan untuk menggantikan bahan bakar fosil. *Biofuel* juga sering disebut energi hijau '*Eco-green Energy*' karena asal usul dan emisinya yang ramah lingkungan, bahan bakunya selalu bisa tersedia (dapat diperbarui), serta tidak menyebabkan pemanasan global secara signifikan. (Mahfud, 2018). *Biofuel* yang sekarang gencar dikembangkan salah satunya adalah 'bioetanol'. Bioetanol merupakan cairan biokimia hasil fermentasi gula dari sumber karbohidrat atau serat pati menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol cocok sebagai aditif pada bahan bakar karena kandungan oksigennya tinggi sehingga pembakaran lebih sempurna serta nilai oktan juga lebih tinggi (Masfufatun, 2012).

Kendala pengembangan bioetanol di Indonesia diantaranya bahan baku terbatas. Produksi bioetanol untuk industri saat ini masih didominasi dari bahan baku dengan pola *farming energy* yaitu berasal dari tanaman berfungsi ganda untuk kebutuhan pangan dan bahan baku industri pabrik bioetanol seperti tebu, jagung, pisang dan singkong (Agustin, 2015). Faktor bahan baku menjadi ‘kritikan’ karena menggunakan bahan pangan pokok masyarakat. Ariyani (2015) mengungkapkan penggunaan bahan pangan pokok masyarakat untuk industri akan menyebabkan kelangkaan bahan pangan di pasaran, kompetisi antara memenuhi kebutuhan masyarakat dan industri. hingga kenaikan harga komoditi pangan. Mahfud (2018) menjelaskan perlunya dilakukan riset mencari bahan baku non pangan yang jumlahnya berlimpah, belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai bahan baku bioetanol agar mengurangi biaya produksi hingga 60%-70%.

Hadi dkk (2013) mengungkapkan potensi bahan baku bioetanol yang serasi dengan lingkungan dengan tetap menjalankan fungsi lingkungannya yakni ditinjau dari ketersediaan dan keberlanjutan sumber bahan baku ekosistem alami dengan tetap menjaga fungsi ekologisnya tergambar dari potensi ‘ekosistem hutan mangrove’, mengingat Indonesia memiliki pulau dan pantai dengan wilayah pesisir terluas di dunia.

Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan dengan luas wilayah seluruhnya 11.832,99 Km² hampir 80 % dari wilayahnya merupakan daerah pesisir dengan hamparan lahan basah berupa dataran rendah, rawa, lebak, dataran rendah lahan gambut, serta dataran pasang surut. Sekitar 46% luas lahan basah tersebut berupa hutan mangrove yang tersebar pada Taman Nasional Sembilang, Taman Nasional Berbak, Kawasan Hutan Lindung Pulau Rimau, Kawasan Hutan Lindung Tanjung Lago, dan Kawasan Hutan Mangrove di Pulau Payung Desa Sunsang (UPTD KPH Banyuasin, 2015).

Hutan mangrove Kabupaten Banyuasin menyimpan potensi beragam tanaman sebagai sumber pangan dengan karbohidrat tinggi (Subiandono dkk, 2011). Salah satu adalah Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*). Buah Pedada selain mengandung Vitamin C yang tinggi juga mengandung karbohidrat (76,56 % gram) setara dengan beras sehingga sangat memenuhi syarat sebagai bahan baku bioetanol (Suryawan, 2015). Pemanfaatan Buah Pedada menjadi bioetanol diharapkan dapat menjadi sumber ekonomi baru bagi masyarakat di wilayah pesisir sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan kehidupannya dan mengurangi alih fungsi hutan mangrove menjadi tambak udang. Fungsi hutan mangrove untuk mengurangi abrasi air laut sekaligus sumberdaya lahan

basah wilayah pesisir serta sistem penyangga kehidupan dan kekayaan alam yang nilainya sangat tinggi. (Prasetyo, 2021).

Proses pembuatan bioetanol dari Buah Pedada melalui beberapa tahap antara lain fermentasi dan distilasi. Peralatan distilasi skala laboratorium selama ini berbahan kaca, dan sistem bongkar pasang yang membutuhkan waktu relaif lama untuk merangkainya (Suradi dkk, 2015). Tim Peneliti SMK Negeri 1 Suak Tapeh berinovasi merancang bangun ‘Alat Distilasi Uap Panci Presto’. Alat ini dikembangkan dari panci presto sebagai *boiler*, panci sayur dengan pipa spiral tembaga sebagai kondensor yang dilengkapi dua selang *food grade* sebagai sirkulasi air dingin dan air panas, termometer sebagai pengukur suhu, serta pompa akuarium yang memompa air, juga dilengkapi tungku yang terbuat dari baja ringan.

Alat distilasi uap yang dibuat bertujuan mengurangi keterbatasan peralatan yang ada di laboratorium sehingga kegiatan praktikum, penelitian, dan kegiatan pengabdian pada masyarakat dapat berjalan secara maksimal. Selain itu, kelebihanannya adalah tidak mudah pecah, sangat mudah dirangkai, lebih murah, praktis direkayasa, aman pengoperasiannya, dan lebih besar kapasitas produksinya. Berbagai kelebihanannya diharapkan alat ini bisa diterapkan ke masyarakat luas untuk memproduksi bioetanol, berorientasi pemberdayaan masyarakat demi terciptanya kelompok masyarakat yang mandiri secara ekonomi dan sosial.

Alat Distilasi Uap Panci Presto pada penelitian ini selanjutnya dinilai unjuk kerjanya oleh tiga orang dosen / guru, yakni Dosen Kimia Organik dari Fakultas Sains dan Tehnologi Universitas PGRI Palembang, Guru Produktif Jurusan Teknik Pengelasan, dan Guru Kimia SMK Negeri 1 Suak Tapeh. Mereka mengkaji apakah alat sesuai dengan fungsi yang ingin dicapai oleh masing-masing komponen, serta sesuai dengan tujuan perancangan alat. Ningsih dkk (2016) menjelaskan perlunya penilaian optimasi kerja alat /reaktor yang baik karena akan mendapatkan keuntungan yang besar, biaya produksi rendah, modal kecil, volume reaktor minimum dan operasinya sederhana dan murah.

Pada penelitian ini dilakukan variasi waktu fermentasi Buah Pedada dengan ragi (*yeast*) Penelitian Bahri dkk (2018) menjelaskan lamanya fermentasi mempengaruhi banyaknya gula yang terlarut serta jumlah karbohidrat yang terurai menjadi alkohol. Bioetanol yang dihasilkan akan dilakukan analisis mutu fisik berupa densitas dan kadar kemurnian bioetanol. Data fisik bioetanol selain digunakan sebagai jaminan kualitas

produk sesuai dengan standar (SNI) juga digunakan peneliti untuk memudahkan menganalisis data, menarik kesimpulan serta mengetahui keberhasilan penelitiannya (Permata, 2019). Berdasarkan beberapa kajian empirik yang telah diuraikan diatas maka akan dilakukan penelitian yang berjudul ‘Analisis Unjuk Kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto Memproduksi Bioetanol dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) Berorientasi Ekonomi Kreatif Masyarakat Pesisir Kabupaten Banyuasin’.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana unjuk kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto dalam memproduksi bioetanol dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*)?
2. Bagaimana analisis mutu fisik bioetanol dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*)?
3. Bagaimana potensi bioetanol dari dari Buah Pedada (*Sonneratiacaseolaris*) untuk dijadikan berbagai produk ekonomi kreatif guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat di kawasan pesisir Kabupaten Banyuasin?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengkaji unjuk kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto dalam memproduksi bioetanol dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*).
2. Mengkaji analisis mutu fisik bioetanol dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*).
3. Mengkaji potensi bioetanol dari dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) untuk dijadikan berbagai produk ekonomi kreatif guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat di kawasan pesisir Kabupaten Banyuasin.

D. Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan menjadikan rujukan guna memberikan kontribusi signifikan dalam menciptakan Teknologi Tepat guna (TTG) untuk produksi bioetanol berbahan baku Buah Pedada tanaman khas hutan mangrove.
2. Memberi pengetahuan kepada masyarakat khususnya di kawasan pesisir Kabupaten Banyuasin membuat produk ekonomi kreatif berbasis bioetanol dari Buah Pedada untuk meningkatkan kesejahteraan dan kemandirian ekonomi masyarakat .

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Distilasi Uap

Distilasi merupakan suatu metode pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih atau kemudahan menguap. Prinsip pemisahan campuran secara distilasi didasarkan pada perbedaan titik didih larutan yang ada dalam campuran, dimana larutan dengan titik didih lebih rendah akan menguap terlebih dahulu (Suradi dkk, 2015).

Distilasi uap dilakukan untuk memisahkan komponen campuran pada temperatur lebih rendah dari titik normalnya. Dengan cara ini pemisahan dapat berlangsung tanpa merusak komponen-komponen yang akan dipisahkan. Ada dua cara melakukan distilasi uap yang pertama dengan menghembuskan uap secara kontinu di atas campuran yang sedang diuapkan dan cara kedua dengan cara mendidihkan senyawa yang dipisahkan bersamaan dengan pelarutnya. Dalam model distilasi uap temperatur dari komponen yang dipisahkan dapat diturunkan dengan cara menguapkannya. Temperatur penguapan dalam hal ini lebih rendah dari temperatur didih senyawa-senyawa yang dipisahkan. Hal ini untuk menjaga agar senyawa-senyawa tidak rusak karena panas (Sumanpouw dkk, 2015)

B. Unjuk Kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto

Rancang bangun Alat Distilasi Uap Panci Presto ditujukan untuk mengurangi keterbatasan peralatan yang ada di laboratorium sehingga kegiatan praktikum, penelitian, dan kegiatan pengabdian pada masyarakat dapat berjalan secara maksimal dan lancar. Beberapa penelitian mengenai inovasi rancang bangun alat distilasi telah dilakukan seperti Suradi dkk. (2015) mengembangkan alat distilasi sederhana menggunakan alat-alat rumah tangga. Widiyatmoko dan Pamelasari (2012) juga mengembangkan alat distilasi sederhana menggunakan barang bekas pakai.

Kajian empirik dan fakta-fakta tersebut menunjukkan alat distilasi berbasis kaca dapat dimodifikasi. Tujuannya meminimalisir kelemahan alat distilasi sebelumnya. Alat inovasi yang mudah diperoleh dari segi bahan pembuatnya, mudah digunakan, tidak perlu merangkai atau merakit saat akan digunakan, dan juga alat aman pada saat digunakan. Penelitian Suradi (2015) menyimpulkan bahwa berdasarkan hasil validasi

desain alat distilasi, validasi alat distilasi oleh ahli, uji keberfungsian alat distilasi, serta tanggapan guru dan siswa, maka diperoleh simpulan bahwa alat distilasi sederhana berbasis peralatan rumah tangga yang dikembangkan valid dan layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran dengan kriteria sangat tinggi.

C. Bioetanol

Bioetanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul etanol adalah C_2H_5OH , sedang rumus empirisnya C_2H_6O . Bioetanol merupakan salah satu *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya terbarukan. Bioetanol adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol diartikan juga sebagai bahan kimia yang diproduksi dari bahan pangan yang mengandung pati, seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, pisang, dan sagu. Bioetanol merupakan bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai minyak premium (Khairani, 2007).

Produksi bioetanol (alkohol) dengan bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) larut air. Pada kenyataannya tidak ada atau sulit sekali kita mendapatkan etanol *absolute*, apalagi dengan peralatan seadanya. Demikian pula rasanya tidak mungkin mendapatkan/merecovery 100% etanol yang ada di dalam cairan fermentasi. Dengan kata lain efisiensi hidrolisisnya kurang dari 100%. Kadar bioetanol maksimal yang bisa diperoleh dari proses distilasi adalah 95%. Seringkali kadarnya hanya 60%, 80%, atau 90%. Kita menghitungnya berdasarkan kadar etanol yang keluar dari distilator saja (Abimosourus, 2010).

D. Potensi Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) Sebagai Bahan Baku Bioetanol

1. Deskripsi Buah Pedada

Klasifikasi Buah Pedada :

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Myrtales

Famili : Lythraceae
 Genus : Sonneratia
 Spesies : *Sonneratia caseolaris* (Dharya dkk, 2013).

Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) merupakan tanaman sejati penghasil buah yang hidup mangrove. Buah ini mengandung vitamin B₁, B₂, dan C yang berperan dalam metabolisme tubuh, terutama produksi energi dan sintesis protein. Buah pedada berbentuk bulat, ujung bertangkai, dan bagian dasarnya terbungkus kelopak bunga. Buah ini berwarna hijau dan mempunyai aroma yang sedap, rasanya asam, tidak beracun dan dapat langsung dimakan. Habitat dan ragam Buah Pedada seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*)
 (Sumber: <https://www.greeners.co/flora-fauna>, 2018)

2. Potensi Buah Pedada sebagai Bahan Baku Bioetanol

Berdasarkan hasil studi, diketahui pedada yang telah dikeringkan memiliki kandungan karbohidrat dan protein yang tinggi, lebih banyak dibandingkan dengan tepung ubi dan tepung tapioka. Pedada mengandung sekitar 77% karbohidrat dan 9% protein. Karena tinggi karbohidrat maka tidak heran bila di beberapa daerah, seringkali pedada digunakan sebagai alternatif pangan pokok pengganti beras. Selain itu, dalam 100 gram pedada segar juga mengandung 56 mg vitamin C, hampir sama dengan kandungan satu buah jeruk (Sekarini, 2021).

Potensi Buah Pedada menjadi bioetanol merujuk pada penelitian Suryawan (2015). Buah Pedada mengandung gula yang tinggi sehingga relatif lebih mudah dan murah dibandingkan bahan berpati dan berselulosa karena pada bahan yang mengandung gula tidak perlu perlakuan pendahuluan (*pretreatment*) seperti proses liguifikasi, pemasakan sakarifikasi dan hidrolisis. Tetapi jika ditinjau dari segi harga bahan baku bahan yang

mengandung gula lebih mahal dari pada bahan yang mengandung gula lebih mahal dari bahan berpati dan berselulosa. Berdasarkan hal ini pemanfaatan Buah Pedada yang mengandung gula tinggi, kandungan karbihidrat juga tinggi, serta jumlahnya berlimpah namun belum dimanfaatkan secara komersil menjadi potensi bahan baku bioetanol.

E. Masyarakat Pesisir Kabupaten Banyuasin

Wilayah pesisir muara sungai memiliki peran yang penting sebagai sumber mata pencarian, tempat tinggal, maupun sarana transportasi. Perairan ini sering dimanfaatkan berbagai jenis ikan, pemijahan, pengasuhan, migrasi, mencari makan bahkan tempat tinggal (Nurhayati dkk, 2016). Wilayah pesisir memiliki berbagai kekayaan sumber daya alam dan jasa lingkungan yang sangat kaya dan beragam seperti perikanan, terumbu karang, hutan mangrove, minyak dan gas, serta tambang dan mineral juga Kawasan pariwisata (Dahuri dkk, 2001). Kekayaan wilayah pesisir dan laut yang begitu banyak perlu dimaksimalkan agar potensinya yang berlimpah dapat dimanfaatkan sebagai tumpuan masa depan.

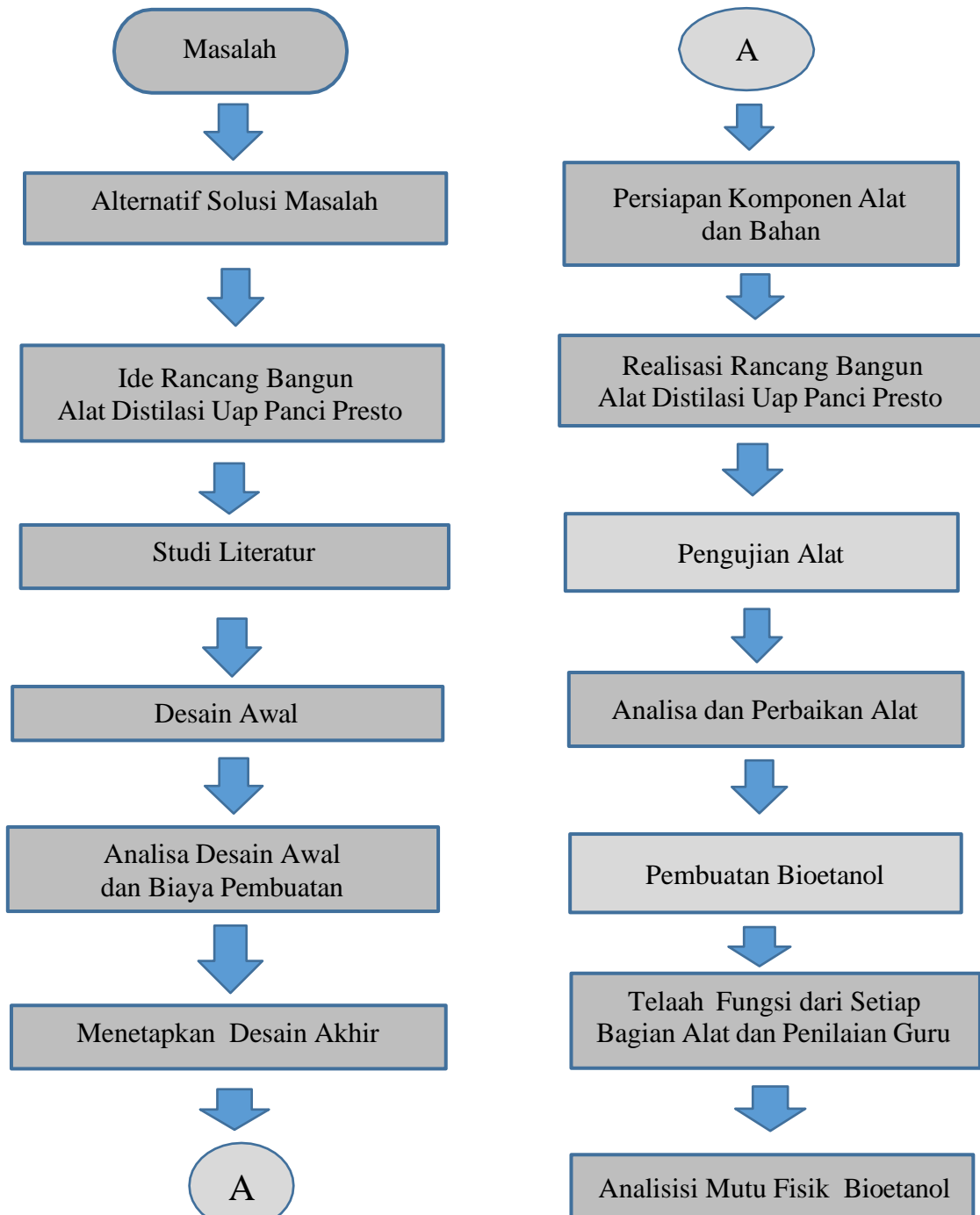
Kabupaten Banyuasin yang berada di wilayah Sumatera Selatan memiliki kawasan hutan mangrove yang luas berada di pesisir timur yang sebagian besar mencakup wilayah hutan mangrove di sekitar sungai yang bermuara di Teluk Sakanak sampai Teluk Benawang, Pulau pesisir di semenanjung Banyuasin serta perairannya perlu dilestarikan untuk keseimbangan ekosisten di dalamnya (Paramita, 2021).

Hampir sebagian besar wilayah pesisir Kabupaten Banyuain dihadapkan pada masalah kerusakan ekosistem terutama kerusakan hutan mangrove seperti pembukaan lahan hutan mangrove menjadi tambak udang. Pemerintah Kabupaten Banyuasin mengadopsi kebijakan nasional pengolahan hutan mangrove yang berpedoman pada landasan strategi dan dasar hukum Undang-Undang No 05 Tahun 1990 Tentang Konservasi Sumber Daya alam Nabati (Subidiono dkk, 2011).

Masyarakat pesisir umumnya bermata pencarian sebagai nelayan penangkap ikan di laut. Masyarakat Pesisir memiliki kondisi ekonomi yang relatif rendah. Sebagian besar (63,47%) penduduk miskin di Indonesia berada di daerah pesisir dan pedesaan. Hal ini perlunya meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir, mengingat adanya keterkaitan erat antara kemiskinan dan pengelolaan wilayah pesisir (Manggala, 2016).

BAB III METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Prosedur Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Prosedur Penelitian

B. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di tiga tempat yakni, (1) Rancang bangun Alat Distilasi Uap Panci Presto meliputi desain serta pembuatan alat dilakukan di Bengkel Pengelasan SMK Negeri 1 Suak Tapeh. (2) Pengambilan sampel Buah Pedada dilakukan di Desa Tanjung Laut Kecamatan Suak Tapeh Kabupaten Banyuasin. (3) Proses ujicoba alat, persiapan sampel, fermentasi dan distilasi hingga menjadi bioetanol dengan Alat Distilasi Uap Panci Presto, serta analisis mutu fisik bioetanol di Laboratorium Kimia SMK Negeri 1 Suak Tapeh Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan.

2. Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dari bulan Desember 2021 sampai Februari 2022

C. Alat dan Bahan

1. Alat Distilasi Uap Panci Presto

- | | |
|----------------------|---------------------------------|
| a. Panci Presto | g. Napel / Baut / Klep/Pengunci |
| b. Panci sayur | h. Baja Ringan |
| c. Pipa spiral | i. Cat |
| d. Thermometer | j. Lem |
| e. Selang Food grade | k. Gerinda |
| f. Pompa Air | l. Bor |

2. Fermentasi Buah Pedada

Alat

- a. Panci
- b. Pisau
- c. Papan Talenan
- d. Kompor
- e. Gelas Kimia
- f. Timbangan Digital
- g. Wadah plastik tertutup

Bahan

- a. Buah Pedada 2 kilogram
- b. Air Demineral
- c. Ragi Anggur (*Saccharomyces cerevisiae*) 7 g
- d. H₂SO₄ 0,5 M

D. Prosedur Penelitian

1. Rancang Bangun Alat Distilasi Uap Panci Presto

- a. Pembuatan kondensor: tembaga yang panjangnya 1,5 meter dibuat spiral, dan diketok ujungnya hingga sedikit mengembang dengan mesin dan dirapikan dengan tang. Selanjutnya pasang napel dan pengunci pada masing, masing ujung tembaga spiral. Panci sayur dibor untuk membuat tiga lubang yang akan dipasang napel dua di sisi kanan (sebagai tempat masuk selang keluar dan masuk air), dan lubang satunya di sisi kiri tempat keluar bahan distilat.
- b. Klep pengaman pada panci presto dilepas, selanjutnya pada tutup panci dibuat dua lubang dengan bor.
- c. Lubang satu untuk napel yang digunakan sebagai penghubung antara panci dengan napel pada kondensor, lubang kedua untuk memasang thermometer masak.
- d. Semua komponen napel dikunci dengan kuat sehingga thermometer dan kondensor posisinya mantap (tidak goyang).
- e. Pembuatan kaki tungku, yakni ukur pipa baja ringan sesuai jarak dan tinggi kompor serta tinggi gelas kimia. Bagian – bagian komponen baja ringan dipasang baut dengan bantuan bor sehingga terpasang kaki reaktor. Finishing dilakukan dengan pengecatan dan menguji pemasangan Alat Distilasi Uap Panci Presto pada kakinya.

2. Fermentasi Buah Pedada

- a. Timbang Buah Pedada sebanyak 1000 gram, kemudian dipotong tipis-tipis dan dicuci.
- b. Tahap hidrolisis dengan menambahkan H_2SO_4 0,5 M sebanyak 50 mL dan dipanaskan selama 2 jam lalu didinginkan sampai temperatur ruangan .
- c. Hasil hidrolisis disaring dengan menggunakan kain untuk memperoleh gula sederhana (glukosa).
- d. Tambahkan air sebanyak 3000 gram dan gula sebanyak 14% dari berat total yakni 560 gram
- e. Tahap Fermentasi diawali dengan menambahkan ragi anggur atau *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 7 gr dalam wadah plastik tertutup rapat kemudian siap

fermentasi *anaerob*. Waktu fermentasi dengan variasi selama 7, 10 dan 14 hari dan dijaga suhunya 28°C (Dimodifikasi dari Moeksin, 2015).

3. Distilasi Hasil Fermentasi Buah Pedada

- a. Siapkan Alat Distilasi Uap Panci Presto untuk distilasi seperti gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Alat Distilasi Uap Panci Presto
Sumber: Dokumentasi Peneliti (2022)

- b. Siapkan hasil fermentasi Buah Pedada yang telah dibuat, masukkan dalam panci presto dan kunci dengan rapat.
- c. Batu es dimasukkan dalam baskom sebagai pendingin dan setel pompa air dan hidupkan kompor.
- d. Dilakukan pengaturan suhu *boiler* 74 °C – 77 °C secara manual dengan penambahan batu es dan dilanjutkan pengukuran thermometer.
- e. Dilakukan pengaturan sirkulasi air dengan pompa air. Air dingin dari batu es masuk lewat selang lubang bawah pada kondensor dan air panas keluar dari selang lubang atas pada kondensor.
- f. Tunggu sampai larutan mendidih, menguap menuju kondensor. Bioetanol keluar tetes demi tetes dari pipa keluar dan ditampung dalam wadah kaca.
- g. Selanjutnya dilakukan kadar kemurniannya bioetanol dengan alkohol meter dan densitas bioetanol dengan piknometer (Modifikasi Sumanpouw, 2015).

4. Analisis Mutu Fisik Bioetanol

a. Analisis Densitas

- (1). Pengujian densitas dilakukan berdasarkan SNI 04-7182-2015. Pengujian dilakukan menggunakan piknometer yang telah bersih dan kering. Piknometer kosong ditimbang dan dicatat hasilnya. Bioetanol dipanaskan hingga suhu 40 °C . Piknometer kosong diisi dengan bioetanol kemudian ditutup hingga meluap dan tidak ada gelembung udara.
- (2). Setelah itu piknometer yang berisi bioetanol ditimbang dan dicatat hasilnya. Densitas biodiesel dapat dihitung dengan persamaan:

$$\rho = \frac{\text{Masa pikno+Bio}-\text{Masa pikno}}{\text{Volume pikno}}$$

b. Analisis Kadar Kemurnian Bioetanol

- (1). Siapkan larutan bioetanol dari Buah Pedada yang akan diukur kadar kemurniannya.
- (2). Masukkan ke dalam gelas ukur 250 mL
- (3). Masukkan alkohol meter ke dalam larutan bioetanol pada gelas ukur.
- (4). Alkohol meter akan tenggelam dan batas airnya akan menunjukkan berapa kandungan alkohol di dalam larutan tersebut.

5. Unjuk Kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto

Unjuk kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto dilakukan melalui kuisioner dan wawancara dengan tim penilai yang terdiri dari tiga orang dosen /guru yakni (1). Dr. Andi Arif Setiawan, M.Si, Dosen Kimia Organik dari Fakultas Sains dan Teknologi Universitas PGRI Palembang, (2). Yudi Rahmanda, S.Pd sebagai Guru Produktif Jurusan Teknik Pengelasan, dan (3). Lisa Nopilda, S,Si, M.Pd, sebagai Guru Kimia SMK Negeri 1 Suak Tapeh.

Kuisioner yang diberikan berisi 10 pertanyaan yang merekap semua penilai rancang bangun alat, dan unjuk kerja alat selama proses distilasi. Data yang diberikan menjadi data primer sebagai perbaikan, mutu, dan optimasi kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto yang dikembangkan siswa. Selanjutnya dilakukan wawancara untuk saran dan masukan terhadap kekurangan Alat Distilasi Uap Panci Presto sehingga bisa diperbaiki dan hasilnya lebih maksimal di masa mendatang.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Unjuk Kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto dalam Memproduksi Bioetanol dari Buah Pedada (*Sonnera caseolaris*).

1. Rancang Bangun Alat Distilasi Uap Panci Presto

Alat Distilasi Uap Panci Presto dibuat dari panci presto merk Maxim ukuran 24 cm sebagai *boiler*, panci sayuran *stainless steel* ukuran 14 cm dilengkapi pipa spiral tembaga sebagai kondensor, termometer masak sebagai pengukur suhu, pompa air akuarium sebagai sirkulasi air dingin, dan gallon mini penampung distilat. Alat ini dilengkapi dengan kaki / tungku yang terbuat dari pipa baja ringan dan dirancang berbeda tinggi, dimana posisi lebih tinggi untuk meletakkan kompor dan lebih rendah meletakkan wadah kaca/p;atik penampung distilat. Rancang bangun Alat Distilasi Uap Panci Presto sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.



**Gambar 4. Rancang Bangun Alat Distilasi Uap Panci Presto
(Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2022)**

Alat Disstilasi Uap Panci Presto dikembangkan peneliti, hampir seluruh komponennya menggunakan bahan bekas yang dibeli di Pasar Barang Bekas Cinde Kota Palembang. Biaya pembuatan reaktor biodiesel ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Daftar Biaya Pembuatan Alat Distilasi Uap Panci Presto

No	Nama Barang	Harga
1	Panci presto bekas Merk Maxim	Rp 100.000,00
2	Panci sayuran bekas	Rp 10.000,00
4	Pipa baja ringan bekas	Rp 30.000,00
5	Galon air mini bekas	Rp 10.000,00
6	Termometer masak baru	Rp 15.000,00
7	Pipa Tembaga 1,5 meter	Rp 25.000,00
8	Pompa air baru	Rp 50.000,00
9	Selang <i>food grade</i> 2 buah	Rp 20.000,00
10	Napel, baut dan penguncinya sebanyak 6 buah	Rp 40.000,00
11	Lem	Rp 25.000,00
	Total	Rp 325.000,00

Berdasarkan tabel 1. biaya pembuatan Alat Distilasi Uap Panci Presto jauh lebih murah dari perangkat reaksi bioetanol di laboratorium ataupun buatan pabrik. Alat distilasi ini dimodifikasi agar dapat dibongkar pasang, tanpa merusak alat dan dapat dibawa ke mana saja (*mobile dan portable*). Hal ini diharapkan Alat Distilasi Uap Panci Presto sebagai teknologi tepat guna yang diterapkan di masyarakat sebagai program pemberdayaan masyarakat yang sejahtera dan mandiri.

2. Penilaian Unjuk Kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto

Unjuk kerja alat dinilai oleh 1 dosen dan 2 orang guru yakni Bapak Dr. Andi Arif Setiawan, MSi, Bapak Yudi Rahmanda, S.Pd, dan Ibu Lisa Nopilda, S,Si, M.Pd. Proses penilaian dilakukan dengan melihat langsung proses distilasi hasil fermentasi Buah Pedada menjadi bioetanol. selama 2 kali yakni tanggal 15 Februari 2022 dan 18 Februari 2022 sebagaimana terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Penilaian Unjuk Kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto dan Hasil Bioetanol (Dokumentasi Peneliti, 2022)

Penilaian yang diberikan kepada 3 orang dosen /guru tersebut berupa kuisioner dan wawancara secara langsung. Kuisioner diberikan dengan angka 4 = sangat baik 3 = baik, 2 = kurang, 1 = tidak baik, 0 = sangat tidak baik. Penilaian kuisioner menjadi penilaian kinerja reaktor biodiesel. Rekap penilaian ditampilkan pada tabel 2

Tabel 2. Rekapitulasi Penilaian Kuisioner Dosen / Guru

No	Kriteria	Penilaian Guru 1, 2, dan 3 Skor			Rata-Rata
1	Mudah digunakan	4	4	4	4
2	Tidak membutuhkan instruksi manual operasional alat	4	3	3	3,33
3	Tidak membutuhkan <i>space</i> yang besar	4	4	4	4
4	Mudah dibawa	3	2	2	2,33
5	Mudah dibongkar pasang	4	3	3	3,33
6	Terbuat dari bahan yang mudah didapat	4	4	3	3,67
7	Setiap komponen bisa bekerja dengan baik	4	4	4	4
8	Tidak ada kebocoran selama operasional alat	4	4	4	4
9	Kerja alat sama dengan alat konvensional	4	3	4	3,67
10	Mekanisme kerja alat lancar	3	4	4	3,67
Nilai Akhir					3,60

Sumber: Data Diolah

Berdasarkan tabel 2, unjuk kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto yang dikembangkan peneliti mendapat skor /nilai akhir 3,60 berarti dalam kategori baik.

Selanjutnya penilaian dosen /guru dilakukan dengan wawancara sebagaimana dijelaskan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Wawancara terhadap Alat Distilasi Uap Panci Presto

No	Fokus	Temuan / Penilaian
1	Bagaimana rancang bangun Alat Distilasi Uap Panci Presto	Tiga dosen / guru menilai rancang bangun Alat Distilasi Uap Panci Presto baik dan bagus
2	Bagaimana penilaian komponen Alat Distilasi Uap Panci Presto apakah sesuai dengan fungsinya	Tiga dosen / guru menilai komponen alat seperti boiler, kondensor dengan pipa tembaga spiral, pipa penampung, galon mini thermometer dilengkapi pompa air untuk sirkulasi sudah lengkap dan sesuai fungsinya

3	Bagaimana proses kerja alat dalam pembuatan distilasi Buah Peda menjadi bioetanol saat eksperimen dilakukan	Tiga guru/dosen menilai Alat Distilasi Uap Panci Presto berhasil bekerja sesuai dengan fungsinya terbukti dihasilkan bioetanol sesuai SNI
4	Bagaimana kekurangan Alat Distilasi Uap Panci Presto	Tiga guru/dosen menilai panci kondensor kecil dan pipa masih pendek sebaiknya lebih besar karena jika air ditambah maka air meluap
5	Bagaimana apakah komponen yang perlu ditambahkan pada Alat Distilasi Uap Panci Presto	Satu guru mengusulkan adanya pengunci yang dilas langsung ke badan panci presto

Sumber: data diolah

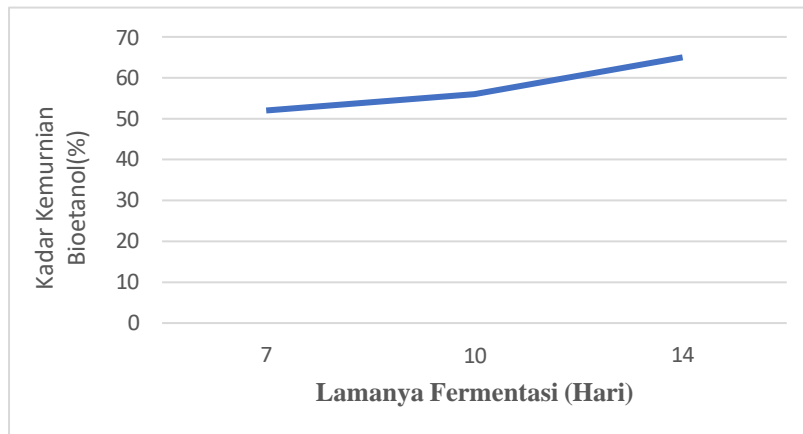
Berdasarkan tabel 3. Penilaian guru menyatakan Alat Distilasi Uap Panci Presto bisa dioperasikan, komponen sama dengan rangkaian alat bioetanol di laboratorium kimia dan tidak ada kebocoran, serta semua komponen bekerja sesuai dengan fungsinya, Dosen / guru memberikan ada beberapa ide untuk mengembangkan Alat Distilasi Uap Panci Presto lebih baik lagi seperti wadah kondensor yang lebih besar agar sistim pendingin berjalan maksimal serta penguncian pada panci presto agar tidak ada uap yang lepas ke udara sehingga distilat cair (bioetanol) jumlahnya banyak.

B. Analisis Mutu Fisik Bioetanol dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*).

Sebelum didistilasi, hasil fermentasi Buah Padada diukur pH nya, dan didapatkan pH = 4,6, nilai derajat keasaman atau pH sudah sesuai karena pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Produk etanol yang optimum diperoleh dengan penggunaan pH awal 4,0 – 5,0 (Graves dkk, 2006). Bioetanol dihasilkan kemudian dianalisis mutu fisiknya meliputi:

1. Kadar Kemurnian Bioetanol

Hasil fermentasi kemudian didistilasi dengan suhu boiler 72°C – 77°C selama 1- 2 jam sampai distilat tidak menetes lagi. Hasil distilasi berupa bioetanol didinginkan dengan batu es sampai suhu 10°C kemudian diukur kadar kemurniannya dengan alat alkohol meter. Kadar kemurnian bioetanol dengan variasi fermentasi 7 hari, 10, hari dan 14 hari ditampilkan pada gambar 6.

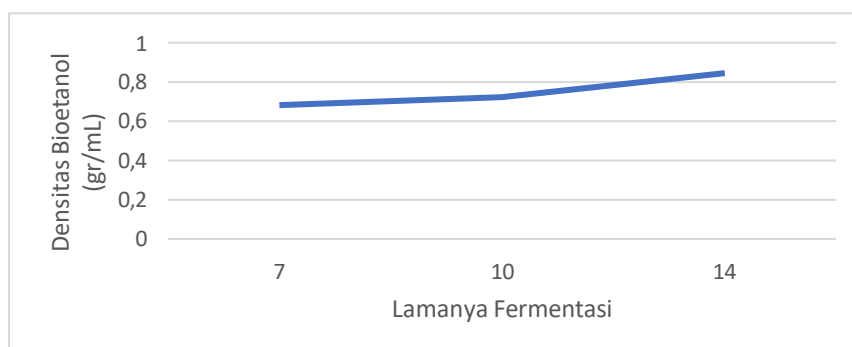


Gambar 6. Grafik Hubungan Lamanya Fermentasi dan Kadar Kemurnian Bioetanol

Berdasarkan gambar 6. Kadar kemurnian bioetanol pada lama fermentasi selama 14 hari paling tinggi yakni 65%, fermentasi selama 10 hari adalah 56 % dan fermentasi selama 7 hari paling terendah sebesar 52%. Abimosourus (2010) menjelaskan adanya hubungan kadar alcohol dengan proses fermentasi yang terlalu cepat akan menyebabkan alkohol yang dihasilkan sedikit karena mikroba dalam masa pertumbuhan. Proses fermentasi yang terlalu lama berakibat mikroba akan mati. Idealnya masa fermentasi yang didalamnya gula terlarut sempurna dan perkembangan mikroba optimum adalah 10- 14 hari.

2. Densitas Bioetanol

Pada penelitian ini dianalisis densitas bioetanol dari variasi lamanya fermentasi ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7. Grafik Hubungan Lamanya Fermentasi dengan Densitas Bioetanol

Dari gambar 7. Densitas bioetanol pada lamanya fermentasi 7 hari adalah 0,682 gr / mL, fermentasi selama 10 hari adalah 0,806 gr / mL dan fermentasi selama 14 hari adalah 0,845 gr /mL. Nilai densitas bertambah seiring dengan meningkatkannya kadar alkohol, Namun karena kadar alkohol fermentasi 7 dan 10 hari tidak terlalu berbeda maka densitasnya pun tidak terlalu berbeda.

C. Potensi Bioetanol Dari Dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) untuk Dijadikan Berbagai Produk Ekonomi Kreatif guna Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat di Kawasan Pesisir Kabupaten Banyuasin.

1. Produk Ekonomi Kreatif Berbasis Bioetanol Buah Pedada di Unit Produksi SMK Negeri 1 Suak Tapeh

Kadar kemurnian bioetanol yang dihasilkan belum memenuhi standar Bioetanol sebagai bahan bakar yakni SNI DT 27-0001-2006 menyatakan kadar bioetanol disyaratkan $< 96\%$. Bioetanol selanjutnya dapat digunakan untuk berbagai produk antiseptik, sebagaimana Masfufatun (2012) menjelaskan keuntungan atau kelebihan lain dari bioetanol adalah dapat digunakan sebagai bahan baku industri kimia, kosmetik, farmasi. Berdasarkan hal ini maka bioetanol yang dihasilkan dijadikan berbagai produk kesehatan dan farmasi di Unit Produksi SMK Negeri 1 Suak Tapeh. Berbagai produk seperti *handsanitizer*, sabun cair / padat antiseptik, tisu basa telah dijual, dan mengikuti berbagai pameran, serta menjadi mitra Bank Sumsel Babel Cabang Pangkalan Balai Kabupaten Banyuasin sebagaimana ditampilkan pada gambar 8.



Gambar 8. Produk Kreatif Berbasis Bioetanol pada Pameran Siswa SMK dan Pameran Produk pada Kunjungan Kerja Dirjen Vokasi Bapak Wikan Sakarinto, S.T, MSc, PhD di Palembang (Dokumentasi, 2022)

Produk kreatif Berbasis bioetanol telah hasil produksi Unit Produksi SMK Negeri 1 Suak Tapeh telah bergabung dalam bimbingan kemitraan pada Dinas Pengembangan Masyarakat Desa (PMD) Kabupaten Banyuasin yang mengajak langsung menyentuh masyarakat pesisir seperti di Kecamatan Sunsang, Kecamatan Muara Telang, dan Kecamatan Makarti. Diharapkan berbagai informasi dan kegiatan pameran yang dilakukan menjadikan pengetahuan baru guna membuka usaha dan pendapatan baru bagi masyarakat kesejahteraan kehidupannya sebagaimana pada gambar 9.



Gambar 9. Produk Kreatif Berbasis Bioetanol Pada Kegiatan Dinas PMD Kabupaten Banyuasin (Dokumentasi peneliti, 2021)

2. Limbah Hasil Distilasi

Proses Distilasi pada penelitian ini mengusung prinsip ‘zero waste’ tidak ada limbah yang dibuang sia-sia. Hasil penyulingan menghasilkan sampah Buah Pedada diolah kembali dengan media komposter ember tumpuk (komet) menghasilkan *bio wash* untuk pembersih lantai serta lindi cair dan *eco enzyme* untuk pupuk organik cair . Sebagaimana terlihat pada gambar 10



Gambar 10. Komposter Ember Tumpuk (Komet) dan Produk *Biowash*, *Eco enzyme* dan Lindi sebagai Pupuk Organik (Dokumen Peneliti, 2022)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Unjuk kerja Alat Distilasi Uap Panci Presto dalam memproduksi bioetanol dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) adalah kategori baik. Penilaian 3 orang guru / dosen berdasarkan kuisioner dengan 10 kriteria mendapat skor /nilai akhir 3,60 dalam kategori baik.
2. Analisis mutu fisik bioetanol dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) dinyatakan kadar kemurnian bioetanol pada lama fermentasi selama 14 hari paling tinggi yakni 65%, fermentasi selama 10 hari adalah 56 % dan fermentasi selama 7 hari paling terendah sebesar 52%. Densitas bioetanol pada lamanya fermentasi 7 hari adalah 0,682 gr / mL, fermentasi selama 10 hari adalah 0,806 gr / mL dan fermentasi selama 14 hari adalah 0,845 gr /mL.
3. Potensi bioetanol dari dari Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*) untuk dijadikan berbagai produk ekonomi kreatif guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat di kawasan pesisir Kabupaten Banyuasin sangat besar karena dapat dibuat menjadi produk kesehatan dan farmasi seperti *handsanitizer*, sabun cair / padat antiseptik, tisu basah dan sebagainya.

B. Saran

1. Rancang bangun Alat Distilasi Uap Panci Presto perlu dikembangkan dengan *boiler* yang lebih besar, kondensor dengan sistem pendingin yang lebih baik dan dilakukan proses distilasi lebih dari satu kali.
2. Uji analisis mutu fisik bioetanol dilakukan lebih banyak parameter agar bioetanol yang dihasilkan semakin baik kemurniannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahزاب. (2021). *Peran Mahasiswa dalam Mendukung Rencana Umum Energi Nasional Sebagai Bentuk Kontribusi Nyata dalam Agenda Indonesia Emas 2045*. Download pada <https://medium.com/@adehilmymaulanaachزاب>.
- Abimosourus, 2010. *Menghitung Produksi Bioetanol*. Download pada <http://teknologi.kompasiana.com/terapan>
- Agustin. (2015). *Pengembangan Bioenergi di Sektor Pertanian: Potensi dan Kendala Pengembangan Bioenergi Berbahan Baku Ubi Kayu*. Analisis Kebijakan Pertanian. Volume 13 Nomor 1, Juni 2015: 19-38
- Akbar. (2017). *Bagaimana Menuju Masa Depan Listrik EBT yang lebih Murah di Indonesia*. Download pada <https://www.iisd.org/gsi/subsidy-watch-blog>.
- Ariyani., dkk. (2015). *Pembuatan Bioetanol dengan Proses Fermentasi Nira Aren Menggunakan Saccharomyces cereviceae dengan Variasi pH Awal dan Waktu Fermentasi*. JOM FTEKNIK Volume 2 No.1 Februari 2015. Hal: 1-5
- Arlianti. (2018). *Bioetanol sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial di Indonesia*. Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik UNISTEK 2018 Edisi 5 No 1: 16 – 22
- A. T. Nugraha and R. Arifuddin, “O₂ Gas Generating Prototype In Public Transportation,” JEEMECs (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science), vol. 3, no. 2, Aug. 2020, doi: <https://doi.org/10.26905/jeemecs.v3i2.4584>.
- Agung Prasetyo Utomo, M. Apriani, Ruddianto Ruddianto, Luqman Cahyono, Anggara Trisna Nugraha, and Mochammad Ilham Nugroho, “PELATIHAN PEMBUATAN TERUMBU BUATAN BERBASIS ECO-FRIENDLY SEBAGAI SARANA REHABILITASI TERUMBU KARANG DI DAERAH PANTAI WISATA PASIR PUTIH, SITUBONDO,” Integritas, vol. 5, no. 2, pp. 298–298, Nov. 2021, doi: <https://doi.org/10.36841/integritas.v5i2.1340>.
- Moh. G. P. A. Sugianto and A. T. Nugraha, “Implementasi sensor cahaya sebagai level bahan bakar pada tangki harian kapal,” Journal of Computer Electronic and Telecommunication, vol. 2, no. 1, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.52435/complete.v2i1.191>.
- Chusnia Febrianti and Anggara Trisna Nugraha, “Implementasi Sensor Flowmeter pada Auxiliary Engine Kapal Berbasis Outseal PLC,” Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication, vol. 3, no. 2, Dec. 2022, doi: <https://doi.org/10.52435/complete.v3i2.188>.
- Fahmi Ivannuri and Anggara Trisna Nugraha, “Implementation Of Fuzzy Logic On Turbine Ventilators As Renewable Energy,” Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics, vol. 4, no. 3, pp. 178–182, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.35882/jeemi.v4i3.236>.
- Anggara Trisna Nugraha, “TRACKING QUADCOPTER MENGGUNAKAN METODE COMMAND-GENERATOR TRACKER DENGAN EFEK INTEGRATOR,” Jurnal Teknologi Elektro, vol. 8, no. 2, p. 143151, May 2017,

doi: <https://doi.org/10.22441/jte.v8i2.1608>.

- Anggara Trisna Nugraha, "DESAIN KONTROL OUTPUT FEEDBACK DENGAN COMMAND GENERATOR TRACKER BERBASIS LOS PADA JALUR LINGKARAN MENGGUNAKAN QUADCOPTER," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 73–78, Oct. 2018, doi: <https://doi.org/10.22441/jte.v9i2.4070>.
- A. T. Nugraha and T. Agustinah, "Quadcopter Path Following Control Design Using Output Feedback with Command Generator Tracker LOS Based At Square Path," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 947, p. 012074, Jan. 2018, doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012074>.
- Anggara Trisna Nugraha and Trihastuti Agustinah, "Quadcopter path following control design using output feedback with command generator tracker based on LOS," Aug. 2017, doi: <https://doi.org/10.1109/isitia.2017.8124090>.
- A. T. Nugraha and T. Agustinah, "Quadcopter Path Following Control Design Using Output Feedback with Command Generator Tracker LOS Based At Square Path," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 947, p. 012074, Jan. 2018, doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012074>.
- Anggara Trisna Nugraha and Trihastuti Agustinah, "Quadcopter path following control design using output feedback with command generator tracker based on LOS," Aug. 2017, doi: <https://doi.org/10.1109/isitia.2017.8124090>.
- R. Rahim et al., "Congklak, a traditional game solution approach with breadth first search," *MATEC Web of Conferences*, vol. 197, p. 03007, 2018, doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819703007>.
- Anggara Trisna Nugraha and Jamaaluddin, "Setting Neuro-Fuzzy PID Control In Plant Nonlinear Active Suspension," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1114, no. 1, pp. 012063–012063, Nov. 2018, doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012063>.
- Anggara Trisna Nugraha, "DESAIN KONTROL OUTPUT FEEDBACK DENGAN COMMAND GENERATOR TRACKER BERBASIS LOS PADA JALUR LINGKARAN MENGGUNAKAN QUADCOPTER," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 73–78, Oct. 2018, doi: <https://doi.org/10.22441/jte.v9i2.4070>.
- Anggara Trisna Nugraha, "DESAIN KONTROL OUTPUT FEEDBACK DENGAN COMMAND GENERATOR TRACKER BERBASIS LOS PADA JALUR LINGKARAN MENGGUNAKAN QUADCOPTER," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 73–78, Oct. 2018, doi: <https://doi.org/10.22441/jte.v9i2.4070>.
- A. T. Nugraha, "DIRTY AIR FILTER SYSTEM USING BOXED EQUALIZER MQ-8 AND MQ-9 WHEELED ROBOT," *JEEMECS (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science)*, vol. 1, no. 1, Jul. 2018, doi: <https://doi.org/10.26905/jeemecs.v1i1.2301>.
- Anggara Trisna Nugraha and Jamaaluddin, "Setting Neuro-Fuzzy PID Control In Plant Nonlinear Active Suspension," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1114, no. 1, pp. 012063–012063, Nov. 2018, doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012063>.
- A. T. Nugraha, I. Anshory, and R. Rahim, "Effect of alpha value change on thrust quadcopter Qball-X4 stability testing using backstepping control," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 434, p. 012207, Dec. 2018, doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/434/1/012207>.
- R. B. P. Pradana, Y. Widiarti, and A. T. Nugraha, "Implementasi Komunikasi LoRa RFM95 untuk Pengiriman Data Tegangan dan Arus pada Panel Shore Connection," *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 02, pp. 45–51, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriase.v10i02.1636>.
- P. S. Budi, A. T. Nugraha, S. I. Yuniza, and F. Ivannuri, "Penyearah Tak Terkontrol Satu Fasa Setengah Gelombang Terhadap Generator AC Tiga Fasa," *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 02, pp. 36–44, Jul. 2022, doi:

- <https://doi.org/10.47709/elektriase.v10i02.1635>.
- Anggara Trisna Nugraha, Ageng Rochmad Joko Purwoko, Salsabila Ika Yuniza, and Irgi Achmad, "Analisa Kontrol Kecepatan Motor Brushless DC Menggunakan Cuk Konverter," vol. 10, no. 02, pp. 69–83, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriase.v10i02.1639>.
- Sholahudin Rama Khabibi, Joessianto Eko Poetro, and Anggara Trisna Nugraha, "Rancang Bangun Panel Sistem Kontrol dan Monitoring Motor 3 Fasa Dual Speed Berbasis Mikrokontroler," *Elektriase Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 02, pp. 61–68, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriase.v10i02.1638>.
- H. A. Widodo, S. R. Amelia, and A. T. Nugraha, "Prototipe Sistem Automatic Switch pada Sistem Redundant Pump Cooling Tower Berbasis Mikrokontroler," *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 02, pp. 52–60, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.47709/elektriase.v10i02.1637>.
- S. R. 1 Ningsih, A. H. S. 1 Budi, A. T. 1 Nugraha, and T. 1 1 D. of E. E. E. Winata, "Automatic farmer pest repellent with Arduino ATmega2560 based on sound displacement technique," *ProQuest*, May 2020, doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/850/1/012034>.
- A. T. Nugraha and E Haritman, "Development of remote laboratory based on HTML5," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 850, no. 1, pp. 012017–012017, May 2020, doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/850/1/012017>.
- A. T. Nugraha et al., "Pelatihan Manufaktur Komposit sebagai Produk Kerajinan Tangan pada Industri Rumahan," *Educivilia: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, vol. 1, no. 2, p. 119, Jul. 2020, doi: <https://doi.org/10.30997/ejpm.v1i2.2943>.
- Bahri, Aji, dan Yani. (2018). *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti*. *Jurnal Teknologi Kimia*. Unimal 7:2 (November 2018): 85-100
- Hadi, S., Thamrin., Moersidik, S.S., Bahry, S. (2013). *Karakteristik dan Potensi Bioetanol dari Nira Nipah (Nypa Fruticans) untuk Penerapan Skala Teknologi Tepat Guna*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Studi Ilmu Lingkungan PPS Universitas Riau: 223-240.
- Mahfud., (2018). *Biofuel Perkembangan Bahan Baku dan Teknologi*. CV Putra Media Nusantara, Surabaya.
- Masfufatun., (2012). *Produksi Etanol dari Hidrolisat Carboxy Methyl Cellulose (CMC)*, Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma. Surabaya.
- Ningsih., Wulandari., Sasmita., Pratama. (2016). *Kinerja Reaktor Packed dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah*. *Jurnal IPTEK*. Vol 20No 1 Mei 2016. Hal: 37-42.

- Paramita. (2012). *Pemanfaatan Berbagai Jenis Buah Mangrove Sebagai Sumber Pangan Berkarbohidrat Tinggi*. Seminar Nasional 2012 Jurusan PTBB FT UNY:1-10.
- Prasetyo., (2021). *Bekas Tambak Udang Rusak 750 Hektar Lahan Mangrove Ini Rencana Pemprov Sumatera Selatan*. Download pada <https://www.rmolsumsel.id/>
- Permata, Kusumanto, Hartati, dan Azwardi. (2019). *Analisa Perbandingan Kualitas Etanol dari Limbah Kulit Nenas dan Limbah Buah Semangka Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Jurnal Teknik Industri Vol. 5, No. 2 Tahun 2019: 108-144.
- Pratama., (2015). *Dampak Negatif Penggunaan Energi Fosil dari Sektor Transportasi dan Industri*. Download pada <https://environment-indonesia.com/>
- Sekarini., (2021). *Mengenal Pedada Buah Moangrove Kaya Manfaat*. Download pada <https://linisehat.com/>
- Subiadono, Heriyanto, dan Karlina (2011) *Potensi Nipah (Nypa fruticans (Thunb.) Wurmb.) sebagai Sumber Pangan dari Hutan Mangrove*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Buletin Plasma Nutfah Vol.17 No.1 Th. 2011: 54-59
- Sudiyani, Aiman., dan Mansur., (2019). *Perkembangan Bioetanol dan Biodiesel G2: Teknologi dan Perspektif*. Katalog dalam Terbitan. Jakarta: LIPI Press.
- Sumanpouw, Kolibu, Tongkukut. (2015). *Pembuatan Bioetanol dengan Teknik Destilasi Refluks Satu Kolom*. Jurnal Ilmiah Sains Vol. 15 No.2, Oktober 2015: 154-158
- Suradi, Fadiawatin Tania, dan S, Fauzi. (2015). *Alat Distilasi Sederhana Berbasis Peralatan Rumah Tangga*. Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia, Vol. 4, No.3 Edisi Desember 2015: 1125-1136.
- Suryawan. (2015). *Melestarikan Ekosistem Mangrove. Sebuah Panduan Pengenalan, Pelestarian, Dan Pemanfaatan Dari Ekosistem Mangrove*. Balai Penelitian Dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manado Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Suryanto., Abadi., Amanah., dan Wahyudin (2020). *Rancang Bangun Mesin Produksi Biodiesel Sistem Kontinyu Kapasitas 400 Liter/Jam*. Sinergi 2020 Volume 18 (2) hal:213-223
- Umah. (2021). *Target EBT di Tahun 2025 Pemerintah Kejar Lewat 3 Jalur Ini*. Download pada <https://www.cnbcindonesia.com/news>.
- UPTD KPH Banyuasin. (2015). *Deskripsi Wilayah UPTD KPH Wilayah II Palembang-Banyuasin*. Download pada <http://Dishut.Sumselprov.Go.Id> > KPH > KPH-Banyuasin

FOTO-FOTO KEGIATAN

A. Persiapan Bahan Buah Pedada dan Fermentasi



FOTO-FOTO KEGIATAN

B. Pembuatan Alat Distilasi Uap Panci Presto dan Proses Distilasi Buah Pedada



FOTO-FOTO KEGIATAN

B. Pembuatan Produk Ekonomi Kreatif Berbasis Bioetanol, Pameran dan Sosialisasi ke Masyarakat Desa Tanjung Laut Kecamatan Suak Tapeh

