

Campuran Limbah Selada Laut (*Ulva lactuca*) Dan Limbah Buah Bakau (*Rhizophora racemosa*) Dalam Manfaatnya Sebagai Bahan Bakar Alternatif Bioetanol Dengan Keefektifitasannya Menunjang Kebutuhan Energi Rumah Tangga

Ari Trisna, Ratna Aida, Santi Handayani
Drs. Ir. A. A. Dalem Mahendra, SH. MPd.
SMA Negeri 5 Denpasar
aritrisonawati28@gmail.com

ABSTRAK

Masyarakat yang telah memahami keberadaan energi fosil kini terus berupaya untuk mengembangkan energi-energi alternatif yang berasal dari bahan organik khususnya dengan menggunakan limbah-limbah organik yang bersumber dari laut. Demikian pula halnya dengan generasi muda SMA Negeri 5 Denpasar merasa terpanggil untuk ikut mengembangkan energi alternatif pengganti energi fosil berbahan dari limbah tanaman selada laut dan buah bakau untuk dapat dijadikan energi terbarukan bioetanol. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bahwa limbah selada laut dan buah bakau cukup efektif digunakan sebagai energi alternatif dalam bentuk bioetanol. Metoda penelitian yaitu observasi, eksperimen dan literatur. Hasil penelitian karya tulis ini antara lain: 1) Mengungkap tentang dapatnya selada laut dan buah bakau sebagai energi alternatif Bioetanol karena memiliki konsentrasi glukosa masing-masing 8 Brix dan 10 Brix sehingga memperoleh bioetanol dengan kadar alkohol 72% dan 75%. Bila di campurkan kedua bahan tersebut menghasilkan konsentrasi glukosa 11,3 Brix dengan kadar alkohol Bioetanol sebesar 81%. 2) Efektivitas energi alternatif Bioetanol campuran limbah selada laut dan buah bakau dalam menunjang kebutuhan energi di rumah tangga. Jadi kesimpulannya adalah campuran limbah selada laut dan buah bakau cukup efektif sebagai energi alternatif dalam menunjang kebutuhan energi rumah tangga secara berkelanjutan

Kata Kunci: *Bioetanol, Buah Bakau, Energi Alternatif, Salada Laut.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sumber energi fosil yaitu minyak bumi dan batubara di dunia kini telah mengalami krisis. Persediaan minyak bumi sebagai salah satu tulang punggung produksi energi terus berkurang. Pemanasan global dan perubahan iklim yang terjadi saat ini menyebabkan adanya komitmen internasional untuk mengurangi emisi gas karbondioksida (CO₂) yang disebabkan oleh banyaknya konsumsi bahan bakar fosil. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak.

Bahan Bakar Nabati (Bakarti) adalah bahan bakar dari sumber hayati. Bakarti berjenis bioetanol saat ini telah menjadi pilihan untuk dipergunakan sebagai sumber energi pengganti minyak bumi (energi fosil). Bahan Bakar Nabati (Bakarti) berperan penting dalam menganekaragamkan penggunaan energi dan memberikan sumbangan terhadap peningkatan ketahanan energi. Berdasarkan laporan *International Energy Agency* (IEA) diprediksi bahwa pada tahun 2050 Bahan Bakar Nabati (Bakarti) dapat menurunkan kebutuhan bahan bakar minyak bumi sebanyak 20-40% (Azahari, 2008).

Secara umum Bakarti merupakan bahan kimia yang diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung karbohidrat (pati), glukosa (gula) dan selulosa (serat). Bahan baku Bakarti yang mengandung karbohidrat (pati) seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, sorghum, beras, ganyong dan sagu. Bahan baku lain-nya adalah tanaman atau buah yang mengandung glukosa (gula) seperti tebu, nira, buah mangga, nenas, pepaya, anggur, lengkeng. Selain dari tanaman yang mengandung pati dan glukosa, bahan berserat (selulosa) seperti sampah organik dan jerami padi pun saat ini telah menjadi salah satu alternatif penghasil Bakarti yang bisa dibuat menjadi bahan bakar bioetanol. Bahan baku tersebut merupakan tanaman pangan yang biasa ditanam rakyat hampir di seluruh wilayah Indonesia, sehingga jenis tanaman

tersebut merupakan tanaman yang potensial untuk dipertimbangkan sebagai sumber bahan baku pembuatan Bakarti dalam wujud bioetanol secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diungkap dalam penelitian ini ada 3 (tiga) permasalahan pokok, yaitu:

- 1.2.1 Mengapa campuran limbah selada laut dan limbah buah bakau dapat dijadikan Bakarti dalam bentuk bioetanol sebagai energi terbarukan?
- 1.2.2 Bagaimana efektivitas Bakarti bioetanol dari campuran limbah selada laut dengan limbah buah bakau sebagai energi alternatif dalam menunjang kebutuhan hidup rumah tangga?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pada karya tulis ini antara lain:

- 1.3.1 Untuk mengetahui bahwa campuran limbah selada laut dan limbah buah bakau dapat dijadikan energi terbarukan pengganti energi fosil.
- 1.3.2 Untuk mengetahui efektivitas Bakarti bioetanol campuran limbah selada laut dan limbah buah bakau sebagai energi alternatif dalam mendukung kebutuhan energi di rumah tangga.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian pada karya tulis ini adalah:

- 1.4.1 Untuk dapat memproduksi energi-energi terbarukan sebagai pengganti energi fosil dengan menggunakan bahan-bahan yang sudah menjadi limbah yang cukup tersedia di lingkungan masyarakat.
- 1.4.2 Untuk mengembangkan pengetahuan kepada masyarakat luas tentang teknik sederhana pembuatan bahan bakarti yang berasal dari limbah-limbah organik serta manfaatnya cukup efektif dalam penggunaannya sehari-hari di lingkungan masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bioetanol

Bahan bakar yang kini perlu dikembangkan dalam upaya mengatasi menurunnya kapasitas energi fosil salah satunya adalah energi bioetanol. Bioetanol yang dikembangkan adalah bahan bakar yang berupa cairan dan dihasilkan dari bahan-bahan organik. Dalam pembuatan bioetanol berbahan organik ada persyaratan utama yaitu bahan tersebut hendaknya mengandung selulosa dan hemiselulosa yang setelah dihidrolisis dengan air dan H_2SO_4 menjadi glukosa. Kandungan glukosanya pun hendaknya minimal 6 Brix untuk bisa menghasilkan etanol sebagai bahan bakar yang baik (Bambang: 2014:76). Secara umum proses pembuatan energi bioetanol berbahan dari bahan organik ini dapat dilakukan melalui 3 cara yaitu: 1) Pengolahan bahan atau limbah yang langsung mengalami proses hidrolisis, 2) Pelaksanaan fermentasi atau pengasaman yang dibantu dengan ragi roti, NPK (Natrium, Phospat, Kalium) dan urea. Proses ini paling lambat memerlukan waktu 3-4 hari atau minimal 72 jam. Langkah selanjutnya yaitu: 3) Melakukan proses evaporasi, destilasi dan kondensasi pada alat pembuatan bioetanol yang disebut dengan Evadek. Dari proses inilah memerlukan waktu kurang lebih 4 jam sampai diperolehnya bahan bakar nabati secara normal dalam bentuk bioetanol dengan warnanya yang bening dan berbau alkohol.

Kelebihan energi bioetanol ini dapat memproduksi energi tanpa meningkatkan kadar karbon di atmosfer dalam upaya mengatasi terjadinya pemanasan global. Sofyan (2012) seorang peneliti bioetanol dari IPB Bogor menyebutkan bahwa bioetanol memiliki beberapa keunggulan, yaitu: (1) Bioetanol bersifat *renewable*, (2) Mengandung kadar oksigen sekitar 35% sehingga dapat terbakar lebih sempurna, (3) Pembakarannya tidak banyak mempengaruhi emisi gas rumah kaca, (4) Pembakarannya tidak menghasilkan partikel timbal dan benzena yang bersifat karsinogenik atau penyebab kanker, (5) Mengurangi emisi *fine particulates* yang membahayakan kesehatan manusia, (6) Tidak mencemari air permukaan dan air tanah sehingga keseimbangan ekosistem masih dapat terjaga.

2.2 Selada Laut

Salah satu jenis tanaman laut yang sering muncul di pantai-pantai sebagai limbah adalah Selada Laut. Selada Laut yang memiliki nama ilmiah *Ulva lactuca* merupakan jenis rumput laut yang tersebar secara luas di sepanjang pantai laut dunia. Masing-masing bilah selada laut dapat tumbuh hingga lebih dari 400 mm. Bentuk rumput laut ini menyerupai daun selada dengan warna hijau terang sampai tua. Selada laut pertumbuhannya sangat cepat. Bentuknya seperti tanaman sawi dengan memberikan warna hijau yang tipis seperti plastik dan permukaan daunnya cukup licin.



Gambar 2.1.1 Selada Laut

Pertumbuhan tunasnya yang begitu cepat membuat tanaman selada laut ini mampu membentuk kelompok tanaman yang rimbun di dasar-dasar laut. Tapi sayang tanaman selada laut mudah dihempaskan oleh gelombang laut terutama bagian cabangnya yang telah tua sehingga cabang-cabang selada laut ini tampak berserakan di pinggir laut. Tidak jarang selada laut ini sering membusuk dan kembali lagi mengotori kawasan pantai. Sangat diharapkan selada laut ini dapat dijadikan bahan-bahan yang berguna baik untuk kebutuhan pangan ternak maupun produk-produk lainnya seperti energi terbarukan yang bisa menopang kebutuhan hidup manusia itu sendiri.

2.3 Buah Bakau

Bakau sering pula disebut sebagai tanaman mangrove. Sepanjang garis pantai Indonesia yang hampir 81.000 km terdapat berbagai macam tumbuhan bakau (mangrove) yang merupakan salah satu dari sumber daya alam yang mendapat perhatian di daerah pesisir. Fungsi hutan mangrove sebagai *spawning ground*,

feeding ground, dan juga *nursery ground* disamping sebagai tempat penampung sedimen, sehingga hutan mangrove merupakan ekosistem dengan produktivitas yang tinggi dengan berbagai macam fungsi ekonomi sosial dan lingkungan. Tanaman bakau cukup cepat dalam pertumbuhan hidupnya. Pohon bakau mampu berbuah ribuan jumlahnya. Karena jumlahnya yang banyak hampir sebagian lebih terseret arus ke tengah laut sehingga laut yang disertai dengan pertumbuhan hutan mangrove sering permukaannya terdapat buah-buah bakau yang berserakan.



Gambar 2.2.1 Buah Bakau

Sampai saat ini hutan mangrove merupakan vegetasi yang berada pada daerah bibir pantai sehingga hutan mangrove menjaga garis pantai agar tetap stabil. Selain itu hutan mangrove dapat melindungi pantai dan tebing sungai dari erosi atau abrasi serta menahan atau menyerap tiupan angin kencang dari laut ke darat. Hutan mangrove dapat menahan sedimen secara periodik sampai terbentuk lahan baru sehingga memungkinkan terjadinya akresi atau penambahan garis pantai serta sebagai kawasan penyangga proses intrusi atau perembesan air laut ke darat. Dengan tetap lestari hutan mangrove karena manfaatnya maka buah-buahnya semakin banyak dihasilkan yang bisa dijadikan produk pangan maupun produk lainnya yang berfungsi dalam menunjang kehidupan manusia.

2.4 Teknologi Evadek

Evadek merupakan sebuah teknologi yang khusus digunakan untuk membuat energi baru terbarukan bioetanol yaitu bahan bakar yang menggunakan bahan-bahan dari organik. Alat ini bersumber dari rancangan teknologi Pertamina Foundation yang kemudian dikembangkan di SMA Negeri 5 Denpasar sejak tahun 2010 karena SMA Negeri 5 Denpasar merupakan salah satu lembaga pendidikan

yang mampu menyanggah predikat sebagai Sekolah Adiwiyata Mandiri (Sekolah Berwawasan Lingkungan), sebagai Sekolah Sobat Bumi, Sekolah Toyota Eco Youth, sehingga pengembangan bioetanol tepat dikembangkan di SMA Negeri 5 Denpasar. Alat praktek yang berukuran kecil dapat dibuat dengan panci tatung, tabung *stainless* yang di dalamnya berisi alat penyulingan (destilator) dan alat pendingin (kondensor).



Gambar 2.4.1 Alat Evadek

Satu unit alat Evadek terdiri dari tabung Evaporator sebagai tempat penguapan hasil fermentasi. Tabung Destilator sebagai tempat proses destilasi (penyulingan dan pemurnian). Sedangkan tabung Kondensor sebagai tempat pengubahan uap murni untuk menjadi bahan bakar dalam bentuk bioetanol. Bioetanol yang dihasilkan akan dibuktikan dengan alat ukur Bakartimeter atau Alkoholmeter dengan kadar alkohol yang dikandungnya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dari karya tulis ini adalah di Laboratorium SMA Negeri 5 Denpasar, Jalan Sanitasi Nomor 2 Denpasar, Bali. Sedangkan waktu yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari tanggal 10 Maret–27 Maret 2022 mulai dari proses pengumpulan data sampai penyusunan dan menarik sebuah kesimpulan.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan jenis data kuantitatif yaitu data yang mengungkap tentang penggunaan bahan-bahan dalam eksperimen melalui takaran-takaran yang tepat. Sedangkan sumber data dari penelitian ini adalah sumber data primer yaitu data yang diperoleh melalui kegiatan eksperimen dan kunjungan lapangan atau observasi beserta sumber data sekunder yaitu penggunaan beberapa buku, referensi/literatur dan dokumen-dokumen yang terkait dengan permasalahan.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode, yaitu:

- 3.3.1 Metode eksperimen: data dari hasil percobaan/eksperimental
- 3.3.2 Metode observasi: data dari kunjungan/pengamatan lapangan.
- 3.3.3 Metode literatur: data yang diperoleh dari beberapa buku dan dokumen

3.4 Objek Penelitian

Objek penelitian dari karya tulis ini adalah bioetanol yang merupakan bahan bakar alternatif atau sebagai energi terbarukan pengganti energi fosil dengan menggunakan bahan-bahan dari limbah selada laut dan limbah buah bakau.

3.5 Prosedur Penelitian

Pembuatan Bioetanol Dengan Bahan Selada Laut

A. Alat – alat Penelitian

- 1) Refraktometer: 1 buah

- 2) Jerigen fermentasi: 3 buah
- 3) Gelas Ukur: 3 buah
- 4) Timbangan Bahan: 1 buah
- 5) Saringan: 2 buah
- 6) Baskom: 3 buah
- 7) Evadek: 1 unit
- 8) Alkoholmeter: 3 buah



Gambar 3.5.1 Alat-Alat Penelitian

B. Bahan-bahan Penelitian

- 1) Salada Laut 6 kg
- 2) Buah Bakau 6 kg
- 3) Air PAM/Sumur 6 liter
- 4) Air Hangat 600 cc
- 5) Ragi Roti 6 gram
- 6) NPK 6 gram
- 7) Urea 6 gram



Gambar 3.5.2 Bahan-Bahan Penelitian

Proses Kerja

1. Tahap: Pengolahan Bahan

| No | Proses Kegiatan |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <p>a. Limbah selada laut (2 kg) ditumbuk, lalu dicampurkan dengan air sebanyak 2 liter sedikit demi sedikit dan diperas untuk dijadikan ekstrak sebanyak 2 liter.</p> <p>b. Ukur konsentrasi glukosanya dengan alat Refraktometer (Satuan ukuran: Brix)</p> <p>c. Ekstrak selada laut ini lalu dicampurkan dengan ragi roti, NPK dan urea masing-masing 2 gram yang sebelumnya telah dilarutkan dengan air hangat masing-masing dengan 100 cc.</p> |

2. Tahap Fermentasi

| No | Proses Kegiatan |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Hasil campuran ekstrak selada laut ini lalu masukkan ke dalam jerigen fermentasi, ditutup rapat jangan sampai |

| | |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | terkontaminasi dengan udara luar. Biarkan fermentasi berlangsung selama 3 hari atau 72 jam. Fermentasi berlangsung dengan baik apabila muncul gelembung-gelembung dalam jerigen dan hari ketiga gelembung tersebut mulai hilang, pertanda fermentasi telah berjalan dengan baik. |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

3. Tahap: Evaporasi, Destilasi, Kondensasi Pada Alat Evadek

| No | Proses Kegiatan |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | <p>a. Setelah proses fermentasi berakhir, cairan fermentasi ini dipindahkan ke dalam tabung evaporator.</p> <p>b. Evaporator dipanaskan dengan api (kompor).</p> <p>c. Proses penguapan akan berlangsung melalui destilator.</p> <p>d. Jika suhu sudah mencapai 60 °C, maka air kran dialirkan dengan debit maksimal 1 liter/menit.</p> <p>e. Uap dialirkan ke kondensor (tong yang sudah berisi air dingin) dan terjadilah proses kondensasi.</p> <p>f. Suhu pada destilator tetap dijaga agar tidak lebih dari 78°C. Jika lebih maka kadar alkohol pada Bakarti akan menurun. (Kecilkan api jika terjadi penambahan suhu atau dimatikan)</p> <p>g. Hasil proses kondensasi ini akan terbentuk bahan bakar bioetanol. Energi bioetanol akan keluar dari kondensor dan ditampung dalam wadah tertutup.</p> <p>h. Tiga sampai empat jam kemudian ukur kadar (kadar alkohol) dari bioetanol tersebut dengan Bakarti meter/Alkohol meter. Kadar alkohol diukur dengan satuan persentase (%)</p> |

4. Catatan:

| No | Tindak Lanjut |
|----|---------------|
| 4 | Catatan: |

| | |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ol style="list-style-type: none">1) Lakukan percobaan II dengan bahan selada laut dengan proses yang sama dengan percobaan I2) Lakukan percobaan selanjutnya dengan menggunakan bahan buah bakau dengan 2 kali percobaan.3) Lakukan percobaan kembali dengan bahan campuran selada laut dan buah bakau melalui 2 kali percobaan. |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

3.6 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis data deskriptif kuantitatif yaitu mengungkap suatu kejadian, peristiwa dari suatu permasalahan yang tertuang melalui kegiatan eksperimen dan memberikan suatu gambaran tentang langkah-langkah yang dilakukan disertai dengan argumentasi dari penulis untuk dapat memperjelas suatu permasalahan sesuai dengan fakta-fakta di lapangan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Campuran Limbah Selada Laut Dan Limbah Buah Bakau Dapat Dijadikan Bahan Bakar Bentuk Bioetanol Sebagai Energi Terbarukan

Banyaknya sumber-sumber daya laut yang telah menjadi limbah rupanya juga sering menjadikan pantai kurang bersih sehingga tampak tidak menunjukkan kelestarian dan kurang adanya kesan tentang kesehatan. Seperti tanaman Selada Laut ini nampak masih banyak berserakan akibat terhempas gelombang sehingga pantai banyak sekali tercemari oleh tanaman Selada Laut tersebut dimana masyarakat desa pesisir sendiri belum bisa memanfaatkannya sebagai produk-produk yang bermanfaat menunjang kebutuhan hidup manusia. Demikian pula halnya dengan buah-buah bakau yang jumlahnya tak terhitung terlihat terapung di permukaan laut dan banyak sudah mulai dengan bau-bau yang membusuk.

Sebagai generasi muda peduli lingkungan khususnya menyangkut tentang masalah energi terbarukan ternyata kedua limbah ini dapat dijadikan bahan bakar pengganti energi fosil. Keyakinan generasi muda untuk menjadikan Selada Laut dan buah bakau ini sebagai energi terbarukan dalam bentuk bioetanol dilatarbelakangi dengan beberapa hasil-hasil pengamatan seperti:

- 1) Masih terkandungnya Selada laut dan buah bakau ini dengan selulosa dan hemiselulosa yang jika dilakukan hidrolisis dengan air dan H_2SO_4 dapat menjadi glukosa dengan konsentrasi masing-masing 8 Brix pada Selada Laut dan 10 Brix pada buah bakau sehingga dapat diyakini akan bisa menjadi bahan bakar bioetanol karena konsentrasi glukosanya telah berada di atas 6 Brix.
- 2) Selada Laut dan buah bakau ini sebagai sumber daya laut juga dapat diyakini akan bisa memenuhi kebutuhan sebagai bahan untuk dijadikan bahan bakar bioetanol mengingat kedua bahan ini ketersediaannya begitu berlimpah dengan reproduksinya yang cepat dan berkelanjutan.
- 3) Berdasarkan hasil penelitian yang telah dapat dilakukan dengan langkah-langkah fermentasi dan penggunaan teknologi Evadek (Evaporasi, Destilasi, Kondensasi) ternyata bioetanol berbahan Selada laut dan buah bakau ini dapat terwujud dengan memiliki kandungan kadar alkohol sebesar 72% (Selada Laut) dan 75% (buah bakau). Sedangkan jika di campurkan kedua bahan tersebut mampu

meningkatkan konsentrasi glukosa sebesar 11,3 Brix dengan kadar alkohol bioetanolnya sebesar 81%.

4) Perhatikan hasil-hasil penelitian pada Tabel 1,2 dan 3 di bawah ini!

Tabel: 1

Hasil Penelitian Tentang Kandungan Konsentrasi Glukosa dan Kadar Alkohol Bioetanol Berbahan Limbah Selada Laut.

| No | Percobaan | Jumlah Bahan | Kegiatan Percobaan | Konsentrasi Glukose | Kadar Alkohol Bioetanol |
|----|-----------|--------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | I | 2 liter | 10-13 Maret 2022 | 8 Brix | 72% |
| 2 | II | 2 liter | 14-17 Maret 2022 | 8 Brix | 72% |

Kegiatan dilakukan melalui 2 kali eksperimen untuk membuktikan kelayakan atau kebenaran dari proses penelitian. Dari hasil penelitian sesuai Tabel 1 di atas maka dapat ditentukan bahwa limbah Selada Laut dengan konsentrasi glukosa 8 Brix dan kadar alkoholnya 72% maka dapat disimpulkan bahwa limbah ini layak dijadikan bahan bakar bioetanol sebagai energi terbarukan pengganti energi fosil. Sebagai bahan bakar bioetanol ini sudah dapat digunakan sebagai energi penopang kebutuhan rumah tangga.

Untuk selanjutnya untuk mengetahui dapat tidaknya buah bakau sebagai bahan bakar bioetanol maka hasil penelitiannya dapat dipaparkan sebagai berikut:

Tabel: 2

Hasil Penelitian Tentang Kandungan Konsentrasi Glukosa dan Kadar Alkohol Bioetanol Berbahan Limbah Buah Bakau.

| No | Percobaan | Jumlah Bahan | Kegiatan Percobaan | Konsentrasi Glukose | Kadar Alkohol Bioetanol |
|----|-----------|--------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | I | 2 liter | 17-20 Maret 2022 | 10 Brix | 75% |

| | | | | | |
|---|----|---------|------------------|---------|------------|
| 2 | II | 2 liter | 21-24 Maret 2022 | 10 Brix | 75% |
|---|----|---------|------------------|---------|------------|

Melalui percobaan sesuai Tabel 2 dengan pelaksanaan 2 kali kegiatan eksperimen maka buah bakau yang memiliki konsentrasi glukosa 10 Brix menghasilkan energi bioetanol dengan kadar alkohol sebesar 75%. Dari ketentuan pemanfaatannya maka bioetanol berbahan buah bakau ini layak digunakan sebagai energi alternatif dalam memenuhi kebutuhan energi baik di rumah tangga maupun di masyarakat sebagai pengganti energi fosil. Dalam upaya meningkatkan konsentrasi glukosa dan kadar alkohol bioetanol ini maka dilakukan percampuran kedua bahan tersebut.

Tabel: 3

**Hasil Penelitian Konsentrasi Glukosa dan Kadar Alkohol Bioetanol
Berbahan Campuran: Ekstrak Selada Laut dan Ekstrak Buah Bakau.**

| No | Percobaan | Jumlah Bahan Campuran | Kegiatan Percobaan | Konsentrasi Glukose | Kadar Alkohol Bioetanol |
|----|-----------|-----------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | I | 1+1 liter | 20–23 Maret 2022 | 11,3 Brix | 81% |
| 2 | II | 1+1 liter | 24–27 Maret 2022 | 11,3 Brix | 81% |

Sesuai percobaan pada Tabel 3 yaitu percampuran dua jenis ekstrak ternyata dari 2 kali percobaan diperoleh perubahan konsentrasi glukosa yaitu 11,3 Brix sehingga kadar alkohol yang dihasilkan pada kadar alkohol bioetanol adalah sebesar 81%. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar alkohol pada bahan bakar bioetanol maka akan semakin banyak pula energi yang dihasilkan dan bisa lebih cepat memberikan kalori panas pada benda yang diberikan reaksi.

4.2 Efektivitas Bakarti Bioetanol Dari Campuran Limbah Selada Laut Dengan Limbah Buah Bakau Sebagai Energi Alternatif Dalam Menunjang Kebutuhan Hidup Rumah Tangga

Untuk mengetahui efektivitas dari energi bioetanol berbahan limbah Selada Laut, buah bakau dan campuran kedua bahan ini maka peneliti melakukan beberapa perbandingan waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air masing-masing sebanyak 2 liter hingga mencapai suhu 100°C. Suhu awal dari air yang digunakan memiliki suhu 26°C. Hasil penelitian dapat dipaparkan sesuai dengan Tabel 4 di bawah ini:

Tabel: 4

Data Perbandingan Efektivitas Penggunaan Bioetanol Berbahan Selada Laut, Buah Bakau, Campuran Kedua Bahan Dengan Kemampuannya Merebus Air Hingga Mencapai 100°C.

| No | Bahan Bioetanol | Kadar Alkohol | Efektivitas Bioetanol Memberikan Kalori Dalam Mencapai Suhu Air Hingga 100°C |
|----|-----------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Bioetanol Berbahan Selada Laut: 1 liter | 72% | Kemampuan energi bioetanol memberikan kalori terhadap air dengan suhu awal 26°C hingga mencapai suhu 100°C adalah selama 18 menit 9 detik |
| 2 | Bioetanol Berbahan Buah Bakau: 1 liter | 75% | Kemampuan energi bioetanol memberikan kalori air dengan suhu awal 26°C hingga mencapai suhu 100°C adalah selama 12 Menit 17 detik |
| 3 | Bioetanol Berbahan Campuran: 1 liter | 81% | Kemampuan energi bioetanol memberikan kalori air dengan suhu awal 26°C hingga mencapai suhu 100°C adalah selama 9 menit 22 detik |
| 4 | Minyak Tanah/Kerosin Sebagai Kontrol | - | Kemampuan energi fosil minyak tanah memberikan kalori air dengan suhu awal 26°C hingga mencapai suhu 100°C adalah selama 20 menit 15 detik |

| | | | |
|--|------------------------------|--|--|
| | (Bahan Bakar Fossil) 1 liter | | |
|--|------------------------------|--|--|

Dari paparan pada Tabel 4, ternyata semua bahan bakar bioetanol efektif digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi dalam rumah tangga pengganti energi fosil. Dalam hal ini semakin besar kadar alkohol yang dimiliki oleh bahan bakar bioetanol maka semakin tinggi kalori yang dimiliki bioetanol tersebut sehingga proses penggunaan untuk kebutuhan rumah tangga semakin cepat. Dalam hal energi bioetanol memiliki kemampuan lebih cepat memberikan reaksi panas dibandingkan dengan minyak tanah karena ikatan C (karbon) pada bioetanol lebih pendek dibandingkan dengan ikatan karbon yang ada pada bahan bakar minyak tanah/kerosin tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

- 5.1.1 Dapatnya limbah Selada Laut dan buah bakau dijadikan energi bioetanol karena kedua bahan ini masih mengandung selulosa dan hemiselulosa yang jika dihidrolisis menjadi glukosa. Konsentrasi glukosa selada laut adalah sebesar 8 Brix sehingga menghasilkan bioetanol dengan kadar alkohol 72%. Sedangkan buah bakau memiliki konsentrasi glukosa sebesar 10 Brix dan kadar alkohol bioetanol nya 75%. Campuran dari kedua bahan tersebut adalah memiliki konsentrasi glukosa sebesar 11,3 Brix dengan kadar alkohol yang dihasilkan sebesar 81%. Ini berarti bioetanol tersebut layak dijadikan bahan bakar dalam menunjang kebutuhan energi rumah tangga dan masyarakat.
- 5.1.2 Bioetanol berbahan limbah selada laut dan buah bakau mempunyai potensi yang baik karena keefektifitasannya dalam manfaatnya sebagai bahan bakar untuk memberikan energi atau kalori panas terhadap air hingga mencapai suhu 100°C rata-rata memerlukan waktu 09 menit 22 detik. Sedangkan minyak tanah atau kerosin (energi fosil) sebagai kontrol mampu memberikan energi selama 20 menit 15 detik.

5.2 Saran-saran

- 5.2.1 Kepada generasi muda agar dapat aktif mencari solusi dengan menipisnya persediaan energi fosil melalui pengembangan energi terbarukan berbahan limbah-limbah organik sehingga pembangunan tetap dapat diwujudkan.
- 5.2.2 Masyarakat hendaklah berhati-hati dengan pemanfaatan energi fosil mengingat sifatnya yang *nonrenewable* sehingga energi bersumber dari bumi ini masih dapat dipertahankan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiana, Saleh. 2017. *Bakarti, Energi Alternatif*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Krisdiyanto. 2018. *Manfaat Hutan Bakau*. Jakarta: Bumi Aksara
- Mahfud.2016. *Mengenal Bahan Bakar Nabati*. Bandung: PT Balai Pendidikan
- Mahendra, Dalem. 2020. *Mengenal Selada Laut Kandungan Kimianya*. Denpasar:
Diklat SMAN 5 Denpasar Dalam Sekolah Berwawasan Lingkungan.
- Mubyarto. 2018. *Mengenal Hutan Mangrove*. Jakarta: Gema Pustaka
- Mutiara, Tia. 2016. *Energi Terbarukan Ramah Lingkungan*. Bandung: Alfabeta
- Widiyawati.2016. *Pemanfaatan Limbah Agroindustri*. Jakarta; Balai Pustaka
- Riduwan. 2016. *Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Gema Aksara
- Sofyan. 2012. *Bioethanol*. Jakarta: Nuansa Baru
- Sugiyono,. 2015. *Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Rineka Cipta
- Somantari, Ayu. 2018, *Limbah Lingkungan Sebagai Bioetanol Pengganti Bahan Bakar Fosil*. Hasil Penelitian Bioetanol Fakultas Kesehatan Lingkungan Denpasar
- Suryantoro. 2017. *Energi Bioetanol Sebagai Energi Alternatif*. Jakarta: Bumi Aksara

LAMPIRAN: 1

Kegiatan Eksperimen



Alat-Alat Penelitian



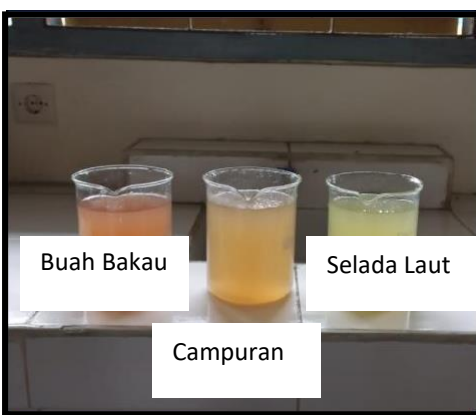
Bahan-Bahan Penelitian



Menimbang Limbah Selada Laut dan Buah Bakau



Menghaluskan Limbah Selada Laut dan Buah Bakau



Hasil Ekstrak Limbah Selada Laut, Campuran, dan Buah Bakau



Pengukuran Konsentrasi Gula

Lampiran: 2



Penimbangan Urea



Penimbangan Ragi Roti



Penimbangan NPK



Proses Fermentasi



Proses Evaporasi



Proses Destilasi

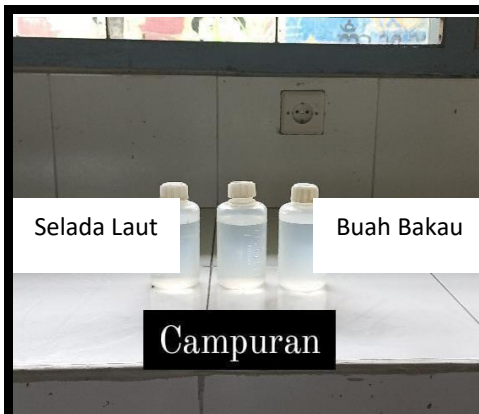
Lampiran: 3



Proses Kondensasi



Proses Pengumpulan Bioetanol



Hasil Pengumpulan Bioetanol



Pengukuran Kadar Alkohol Bioetanol Campuran Kulit Buah Pisang Raja dan Nanas



Uji Efektivitas Bakarti Bioetanol

