

## **RYNOLGEL BATTERY BIOETANOL GEL DARI LIMBAH SEKAM PADI DAN ECENG GONDOK SEBAGAI ENERGI TERBARUKAN**

**Yoga Dwikurniawan<sup>1</sup>, Bernika Irnandianis Evada<sup>2</sup>, Aghissiva Antasya Rahma<sup>3</sup>, Nora Amelia Novitrie<sup>4</sup>, Denny Oktavina Radianto<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia  
<sup>2,3,4,5</sup>Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia  
yogadwikurniawan@student.ppns.ac.id

**Abstract:** *Industrial growth and population growth have an impact on increasing energy needs. According to the Central Statistical Agency of the Republic of Indonesia in 2020, the population in Indonesia has reached a figure of 273.5 million people, and according to the International Energy Agency (IEA), by 2030, the world's energy demand will have increased by 45%. Approximately 80% of the world's energy needs come from fossil fuels. In addition, the use of organic waste is the biggest unresolved challenge. Rice husk, which is high in cellulose, is one such organic waste. Many industries in Indonesia also cause water pollution, which causes algae in the waters to increase. For example, a water hyacinth that is left to grow can damage the aquatic ecosystem. This plant produces high levels of carbon and cellulose. Therefore, innovation is needed, such as the utilization in organic batteries and bioethanol gel as renewable energy source. The aim of this research is to utilize waste as a renewable energy source and to know the suitability of the product. This research method is experimental with the acquisition of data from the study of libraries. The types of data obtained are qualitative and quantitative variables. The battery manufacturing process consists of drying, combustion, and packaging. The process of making bioethanol gel includes the stages of pre-treatment, hydrolysis, and fermentation. The results obtained from this study are batteries and bioethanol gel from rice husk and water hyacinth.*

**Keywords:** *Battery, Bioetanol Gel, Water Hyacinth, Rice Husk*

**Abstrak:** Pertumbuhan industri dan jumlah penduduk berdampak pada peningkatan kebutuhan energi. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Republik Indonesia tahun 2020, jumlah penduduk di Indonesia sudah mencapai angka 273,5 juta jiwa dan menurut Badan Energi Dunia (International Energy Agency-IEA), hingga tahun 2030 permintaan energi dunia meningkat sebesar 45%. Sekitar 80% kebutuhan energi dunia tersebut dipasok dari bahan bakar fosil. Selain itu, pemanfaatan limbah organik menjadi tantangan terbesar yang belum terselesaikan. Salah satu limbah organik tersebut ialah sekam padi yang mengandung selulosa tinggi. Banyaknya perindustrian di Indonesia juga menimbulkan pencemaran air yang mengakibatkan gulma di perairan meningkat. Misalnya tanaman eceng gondok yang jika dibiarkan dapat merusak ekosistem perairan. Padahal tanaman ini berpotensi menghasilkan karbon dan selulosa yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan inovasi berupa pemanfaatan limbah sekam padi dan eceng gondok menjadi baterai dan bioetanol gel sebagai sumber energi terbarukan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memanfaatkan limbah menjadi sumber energi terbarukan dan mengetahui spesifikasi hasil serta kelayakan produk. Metode penelitian ini berupa eksperimen dengan perolehan data dari studi pustaka, internet, dan buku jurnal. Sedangkan jenis data yang diperoleh yaitu variatif yang bersifat kualitatif dan kuantitatif. Proses pembuatan baterai terdiri dari pengeringan, pembakaran, dan pengemasan. Untuk proses pembuatan bioetanol gel meliputi tahap pre-treatment, hidrolisis, dan fermentasi. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu baterai dan bioetanol gel dari sekam padi dan eceng gondok. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan karbon dan selulosa dari keduanya dapat digunakan sebagai bahan pembuatan baterai dan bioetanol gel.

**Kata kunci:** Baterai, Bioetanol Gel, Eceng Gondok, Sekam Padi

### **Pendahuluan**

Indonesia merupakan negara dengan wilayah pertanian yang luas, perairan yang melimpah dan biomassa yang melimpah. Dari bidang pertanian, salah satu biomassa yang dapat

dimanfaatkan sebagai energi terbarukan adalah sekam padi. Sekam padi disebut juga limbah karena merupakan hasil penggilingan padi yang masih tersisa atau sudah tidak terpakai. Jumlah limbah sekam padi di Indonesia sangat besar, 2023 ribu butir. Pada tahun 2010, produksi beras sebesar 66,41 juta ton gabah kering giling (GKG) (BPS, 2011), menghasilkan lebih dari 13,28 juta ton sekam padi (Asnani et al., 2013). Sedangkan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) tumbuh subur di beberapa perairan di Indonesia. Eceng gondok memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan nutrisi, suhu, perubahan ekstrim aliran air, racun dalam air, ketinggian air dan pH (Sukaryo & Purwaningrum, 2016). Eceng gondok memiliki tingkat pertumbuhan dan penyebaran yang sangat cepat. Oleh karena itu, keberadaan eceng gondok yang melimpah dan tidak terkendali dapat menghambat aliran air, kualitas air permukaan dan mengurangi ketersediaan air.

Di antara banyak dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh limbah sekam padi dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), perlu dilakukan pemanfaatan eceng gondok dan sekam padi dalam jumlah banyak untuk mengurangi keberadaannya di lingkungan. Metode yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan biomassa sebagai bahan baku bioetanol gel dan baterai. Bioetanol gel sebagai biofuel memiliki karakteristik antara lain beroktan tinggi, yang dapat mengurangi emisi partikel berbahaya (CO dan CO<sub>2</sub>), bebas dari senyawa timbal, mirip dengan bensin, sehingga tidak memerlukan modifikasi mesin dan tidak mengandung senyawa timbal. Dalam pembuatan bioetanol gel, bahan baku yang dapat digunakan adalah selulosa karena selulosa jika dihidrolisis akan menghasilkan gula dan kemudian difermentasi untuk menghasilkan bioetanol. Contoh bahan yang mengandung selulosa adalah eceng gondok dan sekam padi (Huber, G W; Shabaker, J W; Dumesic, 2003). Kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Tentu saja, berbagai jenis energi diperlukan untuk mendukung semua aktivitas manusia. Energi dapat disimpan dalam media penyimpan energi seperti baterai. Hal ini telah mendorong penelitian dan pengembangan ke arah penggunaan sumber energi alternatif. Salah satunya dengan memanfaatkan eceng gondok dan sisa sekam padi sebagai bahan pembuatan baterai (Mujadi, 2012). Limbah eceng gondok dan sekam padi diolah menjadi karbon aktif. Oleh karena itu, energi alternatif terbarukan ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah peningkatan permintaan produksi (Nurwidayati et al., 2019).

Adapun tujuan dari penelitian ini meliputi, mengetahui proses pembuatan bioetanol gel dan baterai dari eceng gondok dan sekam padi, mengetahui kandungan yang dapat digunakan untuk pembuatan baterai dan bioetanol gel, dan mengetahui kelayakan produk bioetanol gel dan baterai.

## Metode

### 1. Sumber dan Jenis Data

Perolehan data dari penelitian ini diperoleh dari studi pustaka, buku jurnal, internet, dan tahap uji coba. Jenis data yang kami peroleh yaitu variatif yang bersifat kualitatif dan kuantitatif. Sedangkan, metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa eksperimen. Sehingga untuk dapat menghasilkan produk tersebut digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan dilakukannya pengujian produk agar dapat bekerja secara efektif.

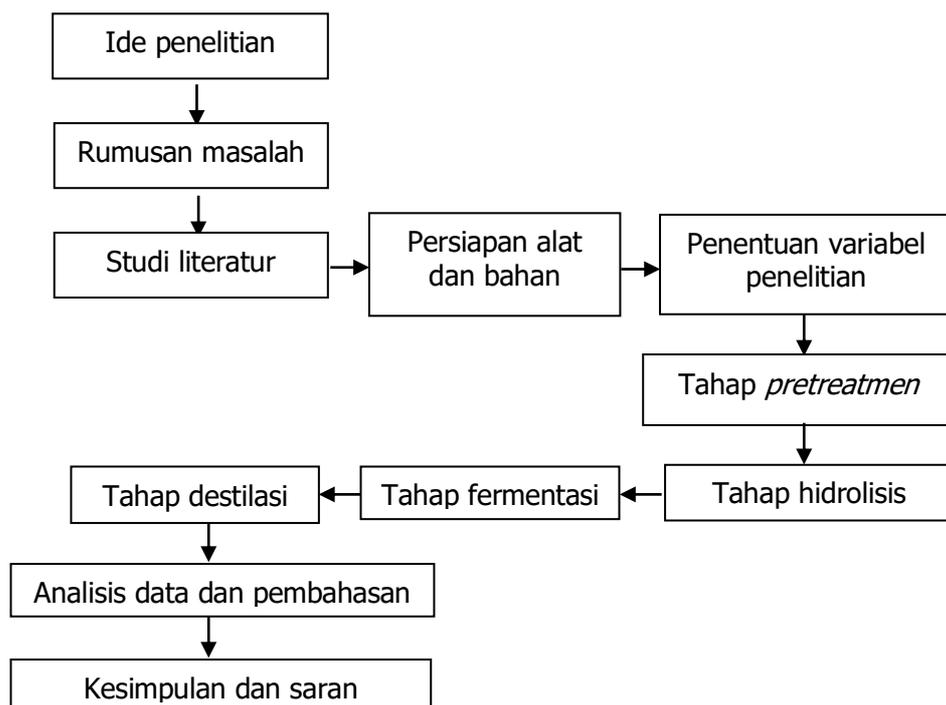
### 2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan perancangan alat ini dilakukan selama beberapa bulan. Penelitian dimulai pada 30 Oktober – 25 Desember 2021. Tempat penelitian, perancangan serta pengujian produk dilakukan di rumah tinggal penulis dan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

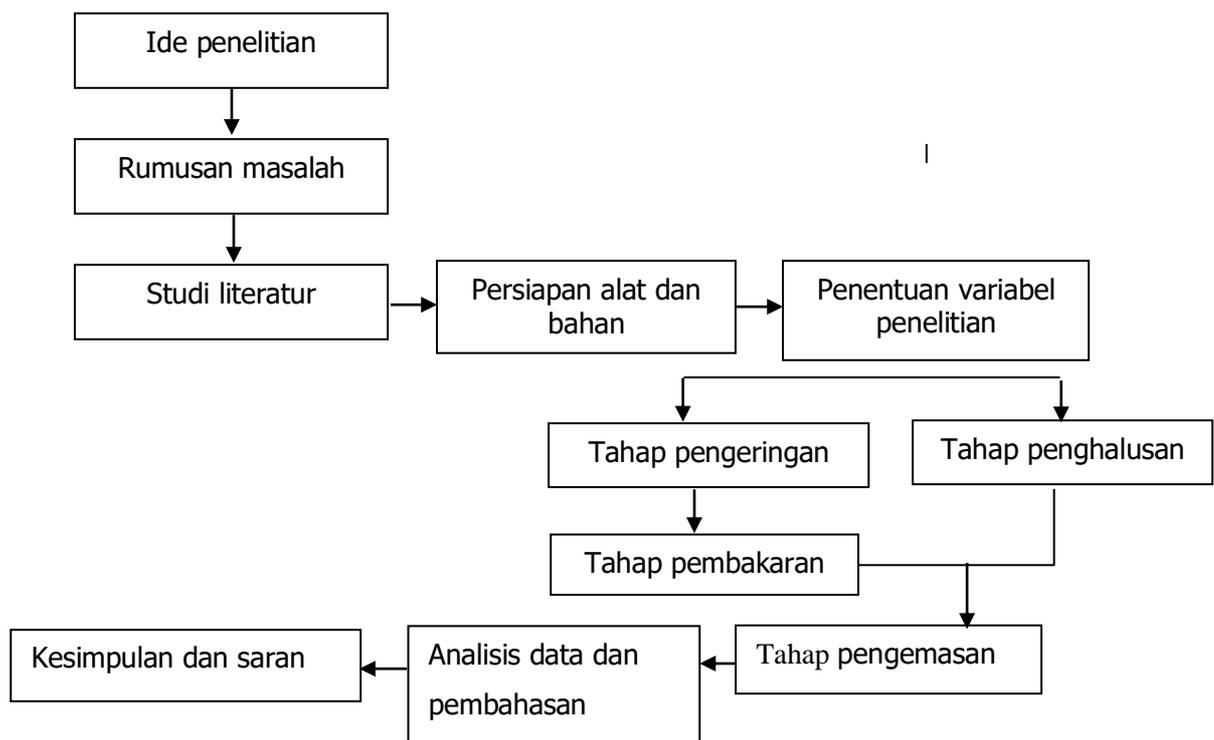
### 3. Flowchart

Berikut ini merupakan flowchart pembuatan bioetanol gel dan baterai dari eceng gondok dan sekam padi.

#### a. Bioetanol Gel



b. Baterai



4. Langkah-Langkah Pembuatan

a. Bioetanol Gel

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pemanas listrik, inkubator, penangas air, spektrofotometer, timbangan analitik, oven, kertas saring, tabung reaksi, jarum, otoklaf, labu erlenmeyer, gelas ukur, cawan petri, alat destilasi, dan gelas dengan kapasitas 2000 ml.

Bahan yang perlu dipersiapkan adalah eceng gondok, sekam padi, *S. cerevisiae*, asam sulfat, aquadest, kapas lemak, stok biakan jamur *T. Viride* dan *A. niger*, media biakan Potato Dextrose Agar (PDA) dan Potato Dextrose Broth (PDB). Adapun langkah-langkah pembuatan bioetanol gel sebagai berikut:

- Persiapan Bahan Baku

Dalam penelitian ini, eceng gondok dan sekam padi digunakan sebagai bahan baku. Kedua bahan didapat dari wilayah Ponorogo dan kemudian dicuci. Setelah dicuci masing-masing eceng gondok dan sekam padi untuk menghilangkan kotoran, mereka dipotong kecil-kecil dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100 sampai 105 ° C selama 56 jam.

- Persiapan Media

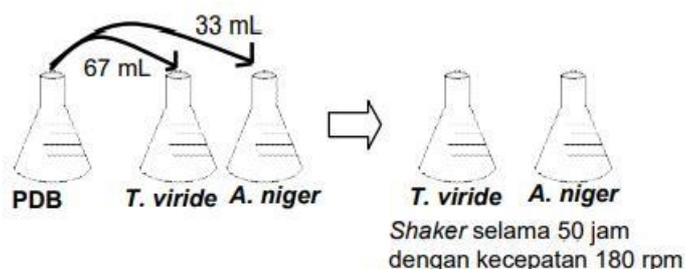
Membuat media PDB dengan cara melarutkan 80 g PDB ke dalam 3,3 L aquadest, kemudian mensterilkan dengan menggunakan autoclave dan siap

digunakan untuk media tumbuh *T. viride*, *A. niger*, *S. cerevisiae*.

- Pembuatan Inokulum *T. viride*, *A. niger*, dan *S. cerevisiae*

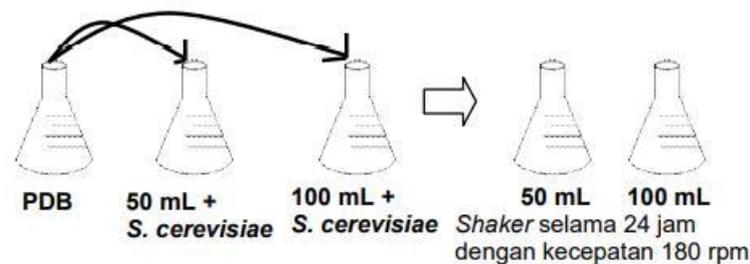
Langkah pertama dalam kultur *A. Niger*, *T. viride* dan *S. cerevisiae*, adalah memanaskan dalam aquadest untuk melarutkan media PDA. Kemudian isi 6 tabung dan masukkan ke dalam autoklaf selama 2 jam untuk proses sterilisasi. Langkah selanjutnya adalah memiringkan media sampai mengering. Selanjutnya. Kultur jamur *T. viride* dan *A. Niger* dipanen, steril ditransplantasikan ke media PDA dan ditempatkan dalam inkubator. Bakteri *S. Cerevisiae* dikembangbiakkan dari ragi roti fermipan yang dilarutkan dalam aquadest. Kemudian melarutkan kembali dalam aquadest yang kedua kali. Keluarkan dari pengenceran kedua, tuang ke dalam medium PDA dan masukkan ke dalam inkubator.

Aklmatisasi mikroba dilakukan sebelum mikroba dimasukkan ke dalam substrat. Dalam penelitian ini, inokulum dibuat dari *T. viride* dan *A. niger* untuk tahap hidrolisis dan *S. cerevisiae* untuk tahap fermentasi (I. L. Siregar, 2015). Pembuatan inokulum dilakukan dengan mengambil 1 ose dari masing-masing biakan *T. viride* dan *A. niger* untuk setiap 50 mL media PDB yang telah disiapkan sebelumnya dari setiap kultur *T. viride* dan *A. niger*. Inokulasi *T. viride* sebanyak 67ml, dan inokulasi *A. niger* sebanyak 33ml dengan volume media digunakan untuk satu reaktor. Kultur dalam media PDB dilakukan dengan cara pengocokan dengan kecepatan 180 rpm selama 50 jam berdasarkan kecepatan pertumbuhan cendawan yaitu  $V_{max}$ . Gambar 1 menguraikan pekerjaan yang dilakukan untuk menghasilkan bahan inokulum *T. viride* dan *A. niger*.



**Gambar 1. Gambaran Kerja Pembuatan Inokulum *T. viride* dan *A. niger***

Selanjutnya, siapkan bahan inokulasi *S. cerevisiae* untuk reaktor. Pembuatan inokulum *S. cerevisiae* dilakukan dengan menanamkan biakan *S. cerevisiae* ke dalam media PDB 50 mL dan 100 mL dengan perlakuan yang sama terhadap *T. viride* dan *A. niger*. Pengembangbiakan dalam media PDB dilakukan

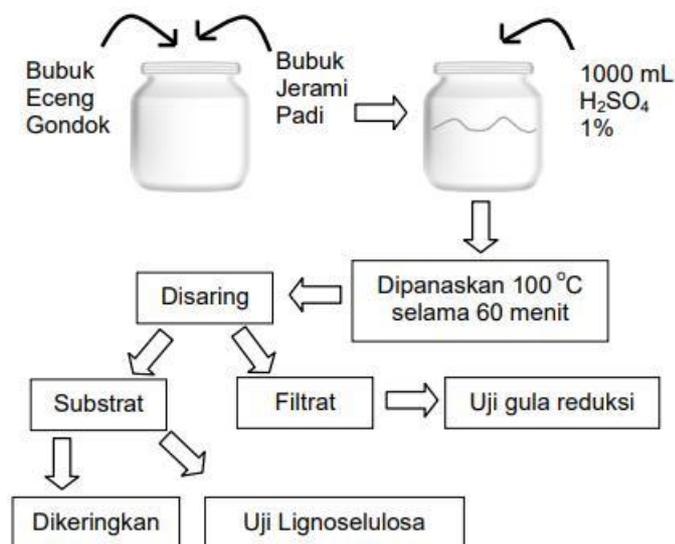


**Gambar 2. Gambaran Kerja Pembuatan Inokulum *S. Cerevisiae***

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua variabel yang berbeda yaitu perubahan kedua bahan, dan perubahan penambahan *S.cerevisiae* selama proses fermentasi. Campur kedua bahan hingga total 100 gram dan masukkan ke dalam reaktor. Selanjutnya ditambahkan variasi *S. cerevisiae* sebanyak 50 ml dan 100 ml pada tahap fermentasi.

- Tahap *Pretreatmen*

Metode *pretreatmen* adalah metode fisikokimia dimana bahan baku dihancurkan, ditambahkan asam dan dipanaskan. Kedua bahan apabila sudah kering digiling atau dicampur hingga menjadi bubuk. Kemudian dicampur ke dalam toples kaca sesuai variasi perbandingan yang sudah ditentukan untuk satu reaktor (S. M. Siregar, 2017). Gambar 3 menunjukkan gambaran kerja proses *pretreatmen*



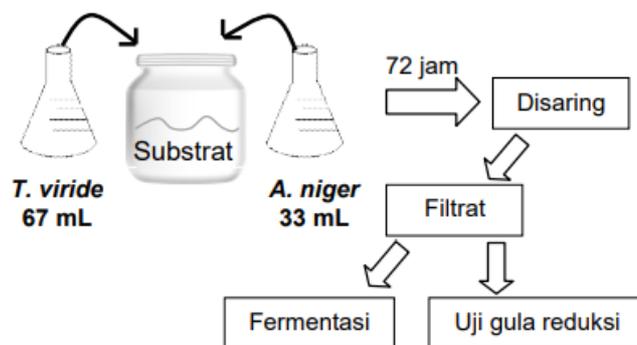
**Gambar 3. Gambaran Kerja pada Proses *Pretreatmen***

- Tahap Hidrolisis

Metode hidrolisis yang digunakan adalah metode enzimatik. Variasi *T.viride* dan *A.niger* telah ditambahkan disetiap sampel. Dalam penelitian Novembrianto dan Pandebesie (2014), proses hidrolisis oleh jamur *T. viride* dan *A.niger* mencapai hasil maksimal dalam 3 hari atau 72 jam. Dalam penelitian ini, 100 ml campuran inokulum

jamur *T. viride* dan *A. niger* ditempatkan dalam reaktor dengan volume media PDB yang disiapkan masing-masing 67 ml dan 33 ml. Selanjutnya ditambahkan NaOH pekat untuk mengatur nilai pH substrat menjadi pH 5, dan diukur dengan indikator pH.

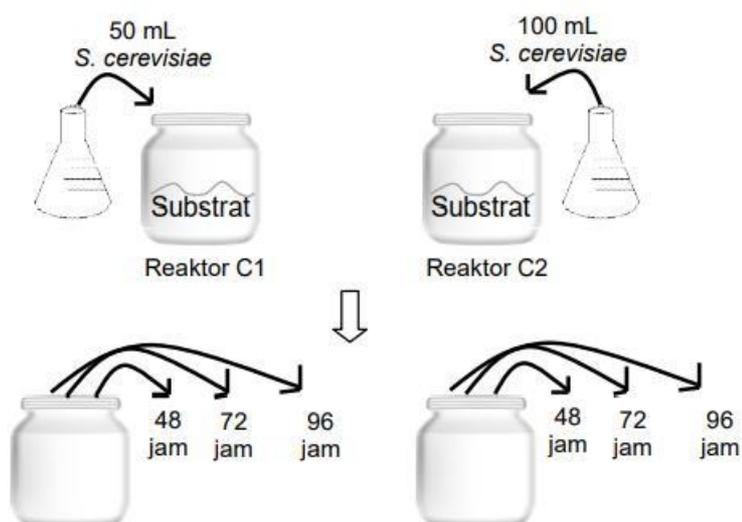
Setelah 72 jam, substrat disaring dan filtrat yang disaring digunakan untuk proses selanjutnya. Gambaran operasi proses hidrolisis ditunjukkan pada Gambar 4



**Gambar 4. Gambaran Kerja pada Proses Hidrolisis**

- Tahap Fermentasi

Selama tahap fermentasi, ragi *S. cerevisiae* ditambahkan ke filtrat terhidrolisis untuk mengubah glukosa menjadi etanol. Pada penelitian ini akan dilakukan variasi penambahan *S. cerevisiae* sebanyak 50 ml untuk masing-masing 5 reaktor dan 100 ml *S. cerevisiae* untuk masing-masing 5 reaktor. *S. cerevisiae* yang digunakan diambil dari biakan pada media PDB yang sudah disiapkan dengan durasi yang diperlukan 96 jam (S. M. Siregar, 2017). Gambaran kerja pada proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Gambaran Kerja pada Proses Fermentasi dan Pengambilan Sampel**

Selanjutnya hasil konversi gula pereduksi menjadi etanol dianalisis dengan kromatografi gas.

- Tahap Distilasi

Pemurnian lanjutan yaitu penghilangan air atau dikenal dengan proses dehidrasi, pada penelitian ini digunakan proses destilasi-adsorpsi dengan perbandingan rasio adsorben: etanol dan ketinggian adsorben dalam kolom adsorpsi (S. M. Siregar, 2017). Rangkaian alat untuk penelitian ini adalah: labu didih diisi dengan etanol pada konsentrasi mulai dari 96% sampai 250 ml. Tambahkan silika gel ke kolom adsorpsi yang terhubung ke labu didih, kemudian tergantung pada rasio adsorben: bioetanol (1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5) dan tinggi adsorben selama adsorpsi. Selanjutnya, panaskan bioetanol dalam jaket untuk menguapkan bioetanol dan air pada suhu 78°C. Uap bioetanol kemudian disuplai ke kondensor dan kondensat ditampung dalam labu erlenmeyer yang bersih. Pemanasan berhenti ketika kondensat menetes ke dalam labu erlenmeyer.

b. Baterai

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain pisau dan wadah baterai bekas. Sedangkan bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan produk meliputi eceng gondok dan sekam padi. Adapun langkah-langkah pembuatan baterai sebagai berikut:

1. Serbuk Karbon

- Prsiapan Bahan

Setelah dicuci masing-masing kedua bahan untuk menghilangkan kotoran, eceng gondok dipotong kecil-kecil dan dijemur selama 3 hari.

- Pembakaran

Melakukan pembakaran pada kedua bahan yang sudah kering sampai menjadi serbuk arang. Selanjutnya, mendinginkan serbuk arang sampai suhu normal.

- Pengemasan

Serbuk arang yang sudah dibuat dimasukkan ke dalam wadah baterai bekas yang isi karbonnya sudah dipastikan bersih. Menutup dengan erat menggunakan isolatip dan baterai siap digunakan.

2. Pasta Basah

- Persiapan Bahan

Setelah kedua bahan dibersihkan untuk menghilangkan kotoran, eceng gondok dipotong kecil-kecil dan dihaluskan menggunakan alu mortar hingga menjadi pasta. Sementara itu, sekam padi dihaluskan dengan mixer. Campur kedua bahan dan lanjutkan ke tahap pengemasan.

- Pengemasan

Campuran pasta kedua bahan yang sudah dibuat dimasukkan ke dalam wadah baterai bekas yang isi karbonnya sudah dipastikan bersih. Tutup dengan erat menggunakan isolatip dan baterai siap digunakan.

## 5. Pengumpulan Data

Pengujian Baterai pada Lampu LED

**Tabel 1. Uji Kelayakan Baterai**

Uji coba	Baterai sekam padi dan eceng gondok basah	Baterai sekam padi dan eceng gondok serbuk	Produk lainnya
Tegangan			
Kekuatan lamanya			

## 6. Pengolahan Data

Pengujian Baterai pada Lampu LED

**Tabel 2. Uji Kelayakan Baterai**

Uji coba	Baterai sekam padi dan eceng gondok basah	Baterai sekam padi dan eceng gondok serbuk	Produk lainnya
Tegangan	1,5 volt	1,5 volt	1,5 volt
Kekuatan lamanya	3 jam	96 jam	72 jam

## 7. Analisis Data

Percobaan pada produksi baterai dan bioetanol gel menunjukkan bahwa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki kandungan etanol yaitu  $\pm 7\%$  dan lignoselulosa yang tinggi. Sedangkan sekam padi memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi. Oleh karena itu, keduanya dapat digunakan sebagai komponen utama dalam produksi bioetanol gel. Produk pembakaran eceng gondok dan sekam padi kaya akan karbon aktif, yang merupakan komponen utama pembuatan baterai.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil

#### 1. Perbandingan Kadar Lignoselulosa antara Eceng Gondok dan Jerami Padi dengan Eceng Gondok dan Sekam Padi

##### a. Eceng Gondok dan Jerami Padi

Data awal hasil pengukuran kandungan awal hemiselulosa, selulosa, dan lignin eceng gondok dan jerami padi dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Analisis Kandungan Awal Lignoselulosa pada Eceng Gondok dan Jerami Padi**

Substrat	Hemiselulosa (%)	Selulosa (%)	Lignin (%)
100 : 0	38	29	11

75 : 25	31	26	12
50 : 50	32	28	13
25 : 75	28	25	13
0 : 100	23	23	12

Sumber: Ineke Lamria Siregar (2015)

Pada Tabel 3, eceng gondok memiliki kandungan hemiselulosa dan selulosa yang lebih tinggi dibandingkan jerami padi. Kandungan lignoselulosa setiap eceng gondok dan setiap jerami padi berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya. Hal ini karena eceng gondok dan jerami padi yang digunakan berasal dari sumber dan daerah yang berbeda.

Persentase hemiselulosa (38%) dan selulosa (29%) pada eceng gondok lebih tinggi dari persentase hemiselulosa (23%) dan selulosa (23%) pada jerami padi. Pada campuran 75:25 (eceng gondok 75 g dan jerami padi 25 g) kandungan hemiselulosa dan selulosa lebih rendah dibanding dengan campuran 100:0 (100 g eceng gondok), yaitu 31% dan 26%. Penurunan ini disebabkan adanya pengurangan berat eceng gondok dan penambahan jerami padi yang memiliki kandungan hemiselulosa dan selulosa yang lebih rendah.

Proporsi hemiselulosa (38%) dan selulosa (29%) pada eceng gondok lebih tinggi dibandingkan proporsi hemiselulosa (23%) dan selulosa (23%) pada jerami padi. Pada campuran 75:25 (75 g eceng gondok dan 25 g jerami padi), kandungan hemiselulosa dan selulosa lebih rendah dibandingkan dengan campuran 100:0 (100 g eceng gondok) (31, dan 26 %). Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya eceng gondok dan penambahan hemiselulosa dan jerami padi yang memiliki kandungan selulosa rendah.

Hal ini berbanding terbalik dengan campuran 25:75 (25 g eceng gondok dan 75 g jerami padi) yang memiliki kandungan hemiselulosa dan selulosa yang lebih tinggi dari campuran 0:100 (100 g jerami padi), yaitu 28% dan 23%. Peningkatan ini disebabkan adanya pengurangan berat jerami padi dan penambahan berat eceng gondok yang memiliki kandungan hemiselulosa dan selulosa lebih tinggi (S. M. Siregar, 2017).

b. Eceng Gondok dan Sekam Padi

Pengukuran lignoselulosa pada awal penelitian bertujuan untuk mengukur sifat bahan. Sifat ini dapat dikenali dari kandungan lignoselulosa awal dari campuran bahan ini yang telah diolah sebelumnya. Tabel 4 menunjukkan data awal untuk menganalisis kandungan lignoselulosa kedua bahan.

**Tabel 4. Hasil Analisis Kandungan Awal Lignoselulosa pada Eceng Gondok dan Sekam Padi**

Substrat	Hemiselulosa (%)	Selulosa (%)	Lignin (%)
100 : 0	38,99	26,30	10,01
75 : 25	31,44	32,60	11,61
50 : 50	30,38	27,92	15,05
25 : 75	27,07	28,11	18,76
0 : 100	25,02	27,37	18,98

Sumber: Wilda A. Naufala dan Ellina S. Pandebesie (2015)

Tabel 4. menunjukkan kadar lignoselulosa awal substrat bahan ini. Eceng gondok memiliki kadar selulosa, sementara sekam padi memiliki kadar selulosa lebih tinggi dari hemiselulosanya. Perbedaan kandungan lignoselulosa dalam literatur disebabkan oleh perbedaan habitat antara eceng gondok dan budidaya padi. Lingkungan di mana eceng gondok tumbuh terdiri dari air yang terkontaminasi yang mengandung lebih banyak elemen daripada air bersih. Mikro elemen merupakan salah satu komponen pertumbuhan untuk memenuhi nutrisi eceng gondok (Wilda, Naufala; Pandebesie, 2015).

Dari data kandungan yang didapat pada kedua literatur dapat dijadikan acuan apabila kedua bahan juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan bioetanol gel. Hal tersebut dikarenakan kandungan dari eceng gondok dan sekam padi dengan eceng gondok dan jerami padi memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi. Namun, rata-rata kadar kandungan pada eceng gondok dan sekam padi lebih tinggi daripada eceng gondok dan jerami padi. Sehingga lebih efektif apabila digunakan sebagai bahan pembuatan bioetanol gel.

## 2. Baterai

### a. Baterai Basah

**Tabel 5. Uji Kelayakan Baterai Basah**

Uji coba	Baterai sekam padi dan eceng gondok basah	Produk lainnya
Tegangan	1,5 volt	1,5 volt
Kekuatan lamanya	3 jam	72 jam

**Tabel 6. Uji Kelayakan Baterai Basah**

Massa isian baterai	Jumlah	Voltase	Keterangan
@25 gram	1	1,5 volt	Dapat menyalakan jam dinding
@25 gram	2	3 volt	Dapat menyalakan lampu LED

### b. Baterai Kering

**Tabel 7. Uji Kelayakan Baterai Basah**

Uji coba	Baterai sekam padi dan eceng gondok basah	Produk lainnya
Tegangan	1,5 volt	1,5 volt
Kekuatan lamanya	96 jam	72 jam

**Tabel 8. Uji Kelayakan Baterai Basah**

Massa isian baterai	Jumlah	Voltase	Keterangan
@25 gram	1	1,5 volt	Dapat menyalakan jam dinding
@25 gram	2	3 volt	Dapat menyalakan lampu LED

## Pembahasan

### 1. Bioetanol Gel

Penggunaan eceng gondok dan sekam padi sebagai bahan baku bioetanol gel merupakan salah satu cara untuk mengurangi jumlah limbah di lingkungan. Hal ini disebabkan oleh melimpahnya kedua bahan di lingkungan, yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Pembuatan bioetanol gel dengan bahan baku yang mengandung lignoselulosa dapat dilakukan dalam beberapa tahap, antara lain *pretreatmen*, hidrolisis dan fermentasi. Kandungan campuran bahan utama yaitu karbon yang aktif dalam bioetanol gel ini tinggi hemiselulosa dan selulosa. Keunggulan bioetanol gel berbahan baku eceng gondok dan sekam padi adalah:

- Ketahanan Penguapan

Bioetanol gel ini apabila didiamkan, bertahan lebih lama dibandingkan dengan bahan bakar cair. Sehingga lebih efisien apabila digunakan sebagai solusi alternatif pengganti bahan bakar supaya tidak cepat habis.

- Limbah Eceng Gondok dan Sekam Padi

Banyaknya limbah kedua bahan yang masih belum dimanfaatkan secara maksimal mengakibatkan berbagai macam permasalahan lingkungan. Pada limbah eceng gondok sendiri dapat mengakibatkan pencemaran pada perairan sehingga mengganggu ekosistem perairan tersebut. Sedangkan pada sekam padi dapat mengakibatkan penumpukan limbah pertanian yang pemanfaatannya hanya terbatas. Lain halnya dengan jerami, yang masih dapat digunakan untuk kerajinan, pakan ternak dan sebagainya.

- Hasil residu

Pada bioetanol gel ini tidak menghasilkan residu berupa asap dan jelaga ketika dibakar. Sehingga tidak menimbulkan masalah baru berupa polusi udara.

- Sifat Karsinogenik

Bioetanol gel ini bersifat non karsinogenik karena menggunakan bahan yang melimpah di alam dan tidak berefek samping terhadap kesehatan pada makhluk hidup.

- Sifat Korosif

Bioetanol gel ini bersifat non korosif dan tidak mengiritasi bagian tubuh manusia.

## 2. Baterai

Setiap perlakuan menggunakan ukuran seng dan tembaga yang sama, sehingga voltase yang dihasilkan tidak berbeda nyata. Pada perlakuan pertama menggunakan satu baterai kecil mampu menyalakan jam dinding dengan daya 1,5 volt. Pada perlakuan kedua, apabila menggunakan 2 buah baterai, maka semakin meningkat voltasenya yaitu 3 volt. Pada uji coba pertama menggunakan pengganti elektrolit berupa pasta dari campuran kedua bahan dan dilakukan pengujian pada lampu LED yang menunjukkan bahwa rangkaian dan panjang kabel juga mempengaruhi besar voltase. Sedangkan pada uji coba yang kedua menggunakan pengganti elektrolit berupa serbuk karbon aktif yang sudah dibakar dan dilakukan pengujian pada lampu LED yang menghasilkan data bahwa ketahanan dayanya lebih tahan lama daripada baterai dari pasta. Prinsip yang digunakan pada pembuatan baterai menggunakan prinsip sel volta dengan menggunakan seng dan tembaga. Baterai ini memiliki tegangan yang sama, namun ketahanan dayanya lebih lama dari pada baterai lain. Anoda adalah seng, katoda adalah tembaga, pengganti elektrolit pada pasta hasil tumbukan eceng gondok dan sekam padi serta serbuk karbon kedua bahan. Listrik berasal dari kandungan lignoselulosa yang tinggi dalam kedua bahan utama, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pasta baterai basah dan karbon aktif pengganti elektrolit pada baterai kering.

## Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Tumbuhan eceng gondok dan sisa sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan bioetanol gel dan baterai. Tahapan pembuatan bioetanol gel meliputi tahap *pretreatment*, tahap hidrolisis, tahap fermentasi dan tahap distilasi. Langkah-langkah pembuatan baterai basah meliputi langkah penumbukan, pencampuran, dan pengemasan, dan untuk baterai kering langkah-langkahnya meliputi pengeringan, pembakaran, dan pengemasan bahan.
2. Adapun kandungan yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan bioetanol dan baterai yaitu kandungan lignoselulosa berupa hemiselulosa, selulosa, dan lignin serta karbon yang tinggi.

3. Produk hasil penelitian ini dapat dinyatakan layak karena bioetanol gel dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Sedangkan produk baterai kelayakannya ditinjau dari jumlah tegangan yang dihasilkan sebesar 1,5volt yang dapat membuktikan bahwa kandungan karbon dan lignoselulosa pada eceng gondok dan sekam padi dapat digunakan sebagai energi listrik alternatif yang terbarukan. Selain itu, produk baterai ini memiliki kelebihan dengan ketahanan lama lebih lama apabila digunakan dengan aplikasi pada lampu LED daripada baterai di pasaran. Selain itu, kelayakan dari produk ini ditinjau dari ketersediaan eceng gondok dan sekam padi, kondisi masyarakat, pemanfaatan limbah eceng gondok dan sekam padi ini juga mempengaruhi biaya ekonomi, hasil yang memuaskan, keunggulan bioetanol gel dan baterai.

### **Ucapan Terima Kasih**

Sehubungan dengan terbitnya artikel ini, peneliti mengucapkan terimakasih kepada Tuhan YME yang memberikan seluruh nikmat dan kelancaran dalam penelitian ini. Selain itu, tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada seluruh mitra yang sudah bekerja sama, dosen pembimbing, dan anggota yang memberikan sumbangsih terhadap jurnal ini. Disisi lain mengucapkan terimakasih juga kepada akademisi dan praktisi artikel pada jurnal ini pada edisi mendatang/

### **Referensi**

- Asnani, A., Ratnaningtyas, N. I., & Suhermiyati, S. (2013). Analisis Hasil Delignifikasi Sekam Padi Yang Berpotensi Sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Pengembangan Sumber Daya Pedesaan Dan Kearifan Lokal Berkelanjutan III, November 2015*, 87–94.
- Huber, G W; Shabaker, J W; Dumesic, J. A. (2003). Raney Ni-Sn Catalyst for H<sub>2</sub> Production from Biomass-Derived Hydrocarbons. *Science (New York, N.Y.)*, 75–77.
- Mujadi, K. (2012). *Uji Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Berpenggerak Motor Bakar Berbahan Bakar Syngas Dari Gasifikasi Sekam Padi Uap-Udara*. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/29667>
- Nurwidayati, A., Sulastri, P. A., Ardiyati, D., & Aktawan, A. (2019). Gasifikasi Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Mahoni (*Swietenia Mahagoni*) untuk Menghasilkan Bahan Bakar Gas sebagai Sumber Energi Terbarukan. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 5(2), 67. <https://doi.org/10.26555/chemica.v5i2.13046>
- Siregar, I. L. (2015). *Pemanfaatan Eceng Gondok dan Jerami Padi sebagai Bahan Baku Bioetanol*. 93. <http://repository.its.ac.id/71143/>
- Siregar, S. M. (2017). Pengaruh Bahan Elektroda Terhadap Kelistrikan Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) sebagai Solusi Energi Alternatif Ramah Lingkungan. *Jurnal Penelitian Pendidikan MIPA*, 2(1), 166–173. <https://jurnal-lp2m.umnaw.ac.id/index.php/JP2MIPA/article/download/143/136>
- Sukaryo, S., & Purwaningrum, S. D. (2016). PEMBUATAN BIOETANOL DARI ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DENGAN PROSES FERMENTASI. *Neo Teknika*, 2(1). <https://doi.org/10.37760/neoteknika.v2i1.891>
- Wilda, Naufala; Pandebesie, E. (2015). Hidrolisis Eceng Gondok Dan Sekam Padi Untuk Menghasilkan Gula Reduksi Sebagai Tahap Awal Produksi Bioetanol. *Jurnal Teknis Its*, 4.2, 2–6.