

## **Analisis Pemanfaatan Daun-Daun Kering menjadi Biobriket sebagai Energi Alternatif**

**Andre Ramadhan<sup>1\*</sup>, Marhama Jelita<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> UIN Suska Riau, Indonesia

\*Corresponding author, e-mail: [andrepekan@gmail.com](mailto:andrepekan@gmail.com)

### **Abstrak**

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau memiliki ruang terbuka hijau dengan luas sekitar 1200m<sup>2</sup> sekelilingnya ditumbuhi pepohonan. Ruang terbuka hijau ini menghasilkan limbah daun-daun kering dan ranting. Berdasarkan observasi langsung terhadap permasalahan yang di jumpai limbah daun-daun kering ini penanganannya dengan dibakar langsung oleh petugas kebersihan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah daun-daun kering menjadi biobriket dan potensi biobriket menjadi energi listrik. Dalam penelitian ini menggunakan metode pirolisis dengan menggunakan tungku pirolisis. Hasil percobaan dengan sampel 1 kg daun kering menghasilkan 14 keping biobriket dengan berat 100 gram, dan menghasilkan nilai kalor sebesar 4493,40 kal/gram. Jika dalam sehari 10 kg daun-daun kering menghasilkan 140 keping biobriket dengan berat 100 gram, dan menghasilkan nilai kalor sebesar 629.020 kal/gram. Potensi daya bahan bakar yang dapat di hasilkan sebesar 3,0456 Watt. Potensi energi listrik dari biobriket dengan asumsi efisiensi PLTU 25% sebesar 18,27 kWh perharinya, dan dalam sebulan dapat menghasilkan energi listrik 548,1 kWh jika potensi limbahnya 300 kg di kumpulkan dalam 1 bulan di setiap harinya. Potensi energi listrik dari pemanfaatan limbah daun kering bisa digunakan untuk mensuplay kebutuhan listrik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau.

**Kata Kunci:** biobriket, pirolisis, energi, alternatif, listrik

### **Abstract**

*The Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau has a green open space with an area of about 1200m<sup>2</sup> surrounded by trees. This green open space produces waste of dry leaves and twigs. Based on direct observation of the problems encountered, this dry leaf waste is handled by burning it directly by cleaning workers in the Faculty of Science and Technology. This study aims to determine the potential of dry leaf waste to become bio-briquettes and the potential of bio-briquettes to become electrical energy. In this study using the pyrolysis method using a pyrolysis furnace. The experimental results with a sample of 1 kg of dry leaves produced 14 pieces of biobriquettes weighing 100 grams, and producing a calorific value of 4493.40 cal/gram. If in a day 10 kg of dry leaves produce 140 pieces of biobriquettes weighing 100 grams, and produce a calorific value of 629,020 cal/gram. The potential for fuel power that can be generated is 3.0456 Watt. The potential for electrical energy from biobriquettes, assuming a PLTU efficiency of 25%, is 18.27 kWh per day, and in a month it can produce 548.1 kWh of electricity if the potential for waste is 300 kg collected in 1 month every day. The potential for electrical energy from the utilization of dry leaf waste can be used to supply electricity needs within the Faculty of Science and Technology UIN SUSKA Riau.*

**Keywords:** biobriquette, pyrolysis, energy, alternative, electricity

### **PENDAHULUAN**

Negara Indonesia dikenal sebagai negara agraris dengan sebagian besar daerah nya terdiri dari kawasan hutan lindung, perkebunan, pertanian, dan ruang terbuka hijau [1]. Indonesia dikenal dengan penduduk yang padat diperkotaannya, yang mengharuskan untuk menerapkan langkah *gogreen* disetiap wilayah di Indonesia, dan proporsi 30 % luasan ruang terbuka hijau yang harus ada di setiap provinsi nya di Indonesia termasuk provinsi Riau [2][3].

Ibu kota provinsi Riau yakni Pekanbaru yang dimana memiliki luas sekitar 632,26 Km<sup>2</sup> [4]. Pekanbaru memiliki ruang terbuka hijau dengan luasnya 6.449 Ha yang mana bersifat terbuka, tempat tumbuh

tanaman, yang sengaja ditanam atau secara alamiah [5]. Kawasan ruang terbuka hijau terdapat di taman perkantoran, taman kota dan lingkungan Universitas. UIN SUSKA Riau merupakan salah satu Universitas di provinsi Riau, yang terletak di Km.15 Jl.Soebrantas Simpang baru Panam memiliki luas lahan seluas 80,50 Ha dan memiliki 8 fakultas [6], salah satu nya Fakultas Sains dan Teknologi (FST). Lahan terbuka hijau di FST dengan luas sekitar 1200 m<sup>2</sup> sekelilingnya ditumbuhi pepohonan.

Ruang terbuka hijau di lingkungan FST ditumbuhi oleh pepohonan yang terdiri dari pohon ketapang (*Terminalia Catappa*), dan pohon mahoni (*Swietenia macrophylla*). Pepohonan memiliki dua limbah yakni ranting dan daun. Peneliti fokus kepada limbah daun pada pohon tersebut dikarenakan potensinya lebih melimpah di bandingkan ranting dari pohon tersebut, potensi pada limbah daun sebanyak 10 Kg/ harinnya, dan sebulannya bisa mencapai 300 Kg.

Berdasarkan observasi dan wawancara langsung kepada petugas kebersihan FST UIN SUSKA Riau Yusmiati menyatakan untuk saat ini penanganan limbah organik hanya dilakukan pembakaran langsung di lingkungan FST UIN SUSKA Riau. Pengumpulan limbah ini dilakukan setiap harinya dan limbah yang dihasilkan lebih banyak potensinya pada musim kemarau dibanding musim penghujan. Dari pernyataan pimpinan Dr.Hartono,M.Pd selaku dekan FST UIN SUSKA Riau sejauh ini pengelolaan dari limbah dedaunan masih dilakukan pembakaran langsung di lingkungan FST UIN SUSKA Riau, namun jika ada dari penelitian mahasiswa yang ingin mengatasi polusi dari pembakaran langsung, Dekan bersedia untuk merealisasikan solusi tersebut. Pernyataan mahasiswa FST UIN Suska Riau Triparlan dan Raihan menyatakan bahwa mereka juga merasakan kegelisahan akibat asap yang di timbulkan dari pembakaran sampah organik ini, tanggapan dosen Aulia Ullah menyatakan bahwa polusi asap sangat mengganggu efektifitas pembelajaran dan bahkan tidak baik untuk kesehatan dikelas, dan berharap untuk pihak dekanat ikut andil dalam mengatasi permasalahan ini.

Dari permasalahan limbah daun kering penulis ingin mengkaji terkait pemanfaatan limbah daun kering pada kawasan terbuka hijau di lingkungan FST UIN Suska Riau. Ada beberapa penelitian yang mengkaji Pemanfaatan daun-daun kering, seperti penelitian [7] penelitian ini meneliti tentang pemanfaatan daun kering dan kulit kakao menjadi briket sebagai bahan bakar alternatif dengan menggunakan metode pirolisis. Penelitian [8] meneliti tentang pengolahan sampah organik menjadi biobriket sebagai energi terbarukan secara pirolisis. Penelitian [9] meneliti tentang karakteristik briket pelepah kelapa sawit menggunakan metode pirolisis dengan perekat tepung tapioka secara pirolisis. Penelitian [10] meneliti tentang pemanfaatan limbah padat industri serbuk gergaji kayu menjadi briket sebagai salah satu energi alternatif menggunakan metode pirolisis.

Berdasarkan penelitian terkait, semua penelitian fokus meneliti tentang pemanfaatan limbah organik menjadi biomassa biobriket dengan metode pirolisis hanya pada nilai yang terkandung pada biobriket. Penelitian terkait belum melakukan analisis potensi energi listrik dari nilai kalor yang diperoleh dari biobriket. Penelitian ini akan selain menganalisis nilai kandungan energi kalor bahan bakar biobriket yang memanfaatkan daun-daun kering di ruang terbuka hijau FST dengan metode pirolisis dan juga melakukan potensi energi listrik dari biomassa biobriket tersebut.

Kajian potensi nilai kalor bahan bakar biobriket dari limbah daun kering di FST UIN SUSKA Riau pada kajian ini akan melakukan merancang prototype pirolisis, dengan pembakaran diluar wadah atau diluar furnace dikarenakan untuk mencapai arang karbon yang baik untuk briket haruslah dari pembakaran yang tidak disentuh api secara langsung namun melalui kalor panas sehingga menjadi arang karbon. Proses pirolisis yakni pembakaran dimana minim oksigen untuk menghasilkan arang, gas, dan cairan. Suhu pada proses pirolisis tergantung oleh biomassa yang akan di pirolisis, Briket yang sudah jadi akan diuji kadar kalornya sehingga bisa dilakukan perhitungan potensi energi listriknya.

## **METODE**

Penelitian terkait pemanfaatan limbah organik menjadi biobriket dapat dimulai dari :

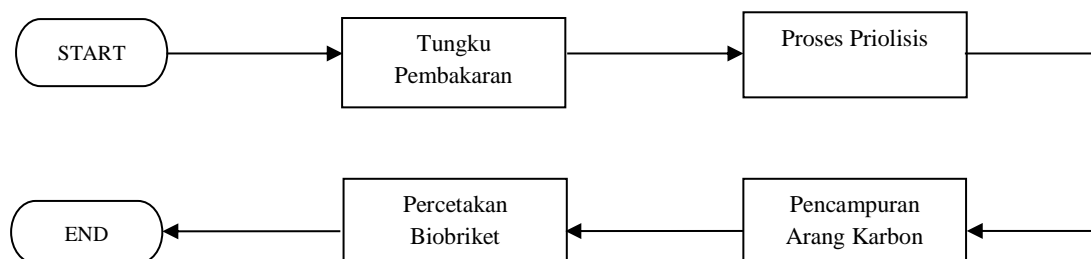
### **A. Pengumpulan Data Potensi Limbah Daun Kering**

Tahap pengumpulan data dengan cara menimbang hasil limbah yang sudah dikumpulkan oleh petugas kebersihan Fakultas Sains dan Teknologi. Data potensi limbah yang diperlukan skala per perhari, perbulan dan bahkan potensi di bulan musim penghujan dan kemarau, dikarenakan potensi limbah daun kering di setiap bulan nya berbeda. Pada bulan musim penghujan lebih sedikit potensinya dibandingkan musim kemarau.

**Tabel 1. Potensi Limbah Daun Kering Lingkungan FST UIN SUSKA Riau**

No	Parameter	Jumlah
1	Daun Kering perhari	10kg/hari
2	Daun Kering perbulan	300kg/hari
3	Waktu Pengumpulan	Setiap hari

## B. Blok Diagram Dalam Proses Perancangan



**Gambar 1. Blok Diagram Proses Perancangan**

### 1. Tungku Pembakaran

Tungku Pembakaran ini terbuat dari besi yang dimana terjadi pembakaran diluar *furnance* atau diluar wadah. Ini bertujuan sebagai tempat daun-daun kering akan menjadi arang karbon, sehingga daun-daun kering tidak tersentuh langsung dengan api. dan tidak menyebabkan daun-daun minim menjadi abu akan tetapi menjadi arang karbon. Bahan bakar yang digunakan kayu dan ranting-ranting dari limbah pepohonan di lingkungan FST UIN SUSKA Riau.

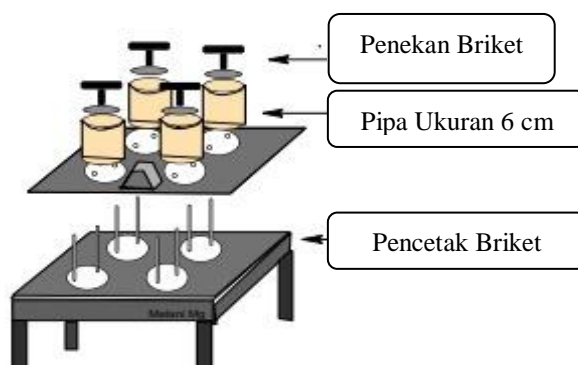
### 2. Proses Priolisis

Priolisis didefinisikan sebagai proses pembakaran tanpa atau minim oksigen yang ada didalam wadah yang dibakar atau dibakar diluar *furnance* untuk menghasilkan arang, cairan dan gas. Suhu pirolisis suatu biomassa tergantung biomassa yang akan di pirolisis, apabila biomassa nya padat maka suhu yang dibutuhkan semakin tinggi, begitu sebaliknya.

### 3. Pencampuran Arang Karbon

Pada tahap pembuatan arang karbon dilakukan dengan metode pirolisis. Untuk bahan baku daun-daun kering dibakar selama 60 menit. Dan dilakukan proses penghalusan dengan ukuran mesh 60. Setelah dilakukan penyaringan dengan yang kasar dilakukan pencampuran arang dengan perekat yang berbahan tepung tapioka dengan komposisi 2 : 1, dengan dua arang karbon dan satu perekat [7], kemudian dikempa setelah itu dilakukan pengeringan selama 7 hari dibawah sinar matahari dan briket siap menjadi bahan bakar.

### 4. Pencetakan Biobriket



**Gambar 2. Alat Pencetak Biobriket**

Alat pencetak biobriket ini berfungsi sebagai pencetak adonan biobriket yang sudah di aduk dengan adonan tepung perekat tapioka, dan sehingga padat dan membentuk padatan [7][11][12].

### C. Perancangan

Dalam tahap perancangan tungku pembakaran priolisis kita harus mempersiapkan design tungku pembakaran yang akan menjadi tungku pembakaran priolisis, didalam perancangan kita harus memanfaatkan bahan dan alat yang bisa di daur ulang. Dan yang harus kita perhitungkan apa saja yang diperlukan, yang diperlukan untuk pembuatan tungku priolisis yakni drum besi dan reaktor aluminium. Setelah itu kita potong drum besi untuk sebagai tempat pembakaran dari tungku, setelah menjadi tempat pembakaran maka langkah selanjutnya perlu disesuaikan dengan dandang atau wadah priolisisnya dengan tutup yang memiliki aliran udara yang kecil keluar sehingga membuat pembakaran secara priolisis yang sempurna.

**Tabel 2. Ukuran Material Tungku Pembakaran Priolisis**

No	Parameter	Bahan	Diameter	Tinggi	Ketebalan
1	Reaktor	Aluminium	45 Cm	50 Cm	1 Mm
2	Tungku Drum	Besi	57 Cm	45 Cm	0,5 Mm

### D. Pengujian Nilai Kalor Pada Biobriket

Dalam pengujian nilai kalor pada biobriket sebelum nya kita harus memahami langkah langkah untuk mendapatkan nilai kalor pada biobriket, langkah yang pertama kita membuat design rancangan tungku pembakaran priolisis yang dimana tungku pembakaran minim oksigen. Proses priolisis ini terjadi karna pembakaran di luar *furnance* , Setelah bahan daun-daun organik ini dibakar dan menghasilkan arang karbon yang dimana belum tersentuh api secara langsung. Langkah selanjutnya kita lakukan penyaringan dengan mesh 60 dan kita beri campuran perekat tepung tapioka yang dimana perbandingan campuran nya sebanyak 2 : 1, dan setelah itu kita masuk di tahap percetakan biobriket ini menjadi padatan balok yang mempermudah biobriket ini untuk menyala nya api [7][13].

Pengujian nilai kalor menggunakan alat Oksigen Bom Kalorimeter. Menggunakan alat bom kalorimeter ini untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalor) yang telah dibebaskan pada saat pembakaran sempurna (dalam O<sub>2</sub> berlebih) suatu senyaa, seperti bahan makanan, dan bahan bakar [14]. Arang pada bahan bakar biobriket ini di uji nilai kalornya terlebih dahulu ditimbang berapa berat bersihnya dan diletakkan dibawah elektroda, aliran listrik dinyalakan dari alat hingga elektroda nya membakar arang biobriket tadi. Di dalam ruang tempat elektroda dibakar dilengkapi asap supaya panas tidak langsung terbuang sia-sia [10]. Kemudian nyala briket ini memanaskan air dalam gelas bervolume 1 liter, berberapa saat kemudian dari alat bom kalorimeter akan tercetak data besarnya nilai kalornya dari kenaikan suhunya.

### E. Perhitungan Potensi Listrik

Perhitungan potensi listrik dari biobriket dapat dilakukan dengan cara mendapatkan nilai kalor dari biobriket dan massa aliran biobriket setelah itu dilakukan perhitungan :

$$Potensi\ Daya\ Bahan\ Bakar = Jumlah\ Kandungan\ Nilai\ Kalor \times Aliran\ Massa\ Biobriket \quad (1)$$

Potensi daya Bahan Bakar : Potensi Energi dari output yang dihasilkan (Watt)  
 Jumlah Kandungan Nilai Kalor : Nilai kalor pada biobriket (kj/kg)  
 Aliran Massa Biobriket : Massa dari limbah organik (kg/hari)

$$Potensi\ Energi\ Listrik = Daya\ Bahan\ Bakar \times Durasi\ Hidup \times Efisiensi\ PLTU \quad (2)$$

Potensi Energi Listrik : Jumlah dari potensi energi bahan bakar di kali efisiensi PLTU (kWh)  
 Daya Bahan Bakar : Potensi energi dari output yang dihasilkan (Watt)  
 Durasi Hidup : Waktu operasi PLTU (Jam atau Hours)  
 Efisiensi PLTU : Efisiensi PLTU ( 25%)

Pada perhitungan energi listrik kita memakai efisiensi PLTU yang paling rendah sebesar 25%, dikarnakan biasanya efisiensi dari PLTU kisaran 25% - 50% [15].

---

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Perancangan Tungku Pirolisis



**Gambar 3. Proses Pembakaran Tungku Pirolisis**

Proses pembakaran menggunakan tungku pirolisis yang dimana menggunakan kayu kayu sebagai bahan bakar pada burnernya , dan di dalam reaktor tungku terdapat daun daun kering dari lingkungan FST. Dalam uji coba ini kita menggunakan sampel daun kering sebanyak 1 kg, yang dimana menghasilkan arang karbon sebanyak 900 gram dari awalnya 1kg, proses pembakaran terjadi selama 2 jam waktu pembakaran, dan setelah itu di haluskan dan dicetak kepingan biobriket per 100 gram. Dapat kita lihat pada table 3 dari banyak biobriket yang dapat di hasilkan biobriket dari proses pengolahan bahan baku 1 kg limbah daun-daun kering.

**Tabel 3. Banyak Biobriket Yang Di Hasilkan Dari Proses Pengolahan**

No	Daun Kering	Bahan Perekat	Berat Biobriket satuan	Biobriket yang dihasilkan
1	1 kg	0,5 kg	100 gram / keping	14 keping

Hasil percobaan dari sampel 1 kg dapat menghasilkan 14 keping biobriket dengan berat 100 gram per keping. Jika potensi limbah daun kering 10 kg per harinnya dilingkungan FST maka dapat menghasilkan 140 keping biobriket dengan berat 100 gram. Dan jika limbah daun kering 300 kg per bulan nya dilingkungan FST maka dapat menghasilkan biobriket 4200 keping biobriket dengan berat 100 gram.



**Gambar 4. Pengujian Nilai Kalor Pada Biobriket**

Pengujian nilai kalor menggunakan alat Oksigen Bom Kalorimeter. Arang pada bahan bakar biobriket ini di uji nilai kalornya terlebih dahulu ditimbang berapa berat bersihnya dengan berat 100 gram perkepingnya dan diletakkan dibawah elektroda, aliran listrik dinyalakan dari alat hingga elektroda nya membakar arang biobriket tadi. Di dalam ruang tempat elektroda dibakar dilengkapi asap supaya panas tidak langsung terbuang sia-sia. Kemudian nyala briket ini memanaskan air dalam gelas bervolume 1 liter, beberapa saat kemudian dari alat bom kalorimeter akan tercetak data besarnya nilai kalornya dari kenaikan suhunya. Pada pengujian ini didapatkan hasil pada tabel 4 dengan pengujian perkeping nya pada biobriket.

**Tabel 4. Pengujian Biobriket Perkeping**

No	Berat Biobriket satuan	Nilai Kalor yang terkandung
1	100 gram / keping	4493,40 kal/gr

Hasil uji menggunakan bom kalori meter 100 gram biobriket daun kering menghasilkan nilai kalor sebesar 4493,40 kal/gram. Jika 1 kg daun kering menghasilkan 1.400 gram biobriket murni, dan dapat menghasilkan nilai kalor sebesar 62.907,6 kal/gram. Dan jika 10 kg daun kering per harinnya menghasilkan 14.000 gram biobriket murni, dapat menghasilkan nilai kalor sebesar 624.876 kal/gram. Jika 300 kg daun kering perbulannya menghasilkan 420.000 gram biobriket murni, dapat menghasilkan nilai kalor sebesar 187.462.800 kal/gram.

**B. Potensi Energi Bahan Bakar Biobriket**

**Tabel 5. Potensi Energi Bahan Bakar Biobriket**

No	Jumlah Potensi limbah daun kering	Biobriket yang Dihasilkan	Nilai kalor
1	1kg (percobaan)	1.400 gram	62.907 kal/gram
2	10 kg (potensi perhari)	14.000 gram	629.020 kal/gram
3	300 kg (potensi perbulan)	420.000 gram	18.870.600 kal/gram

Dari potensi daun kering 1 kg dan ditambah perekat dapat menghasilkan sebesar 1.400 gram biobriket murni atau 14 keping biobriket, dan menghasilkan nilai kalor sebanyak 62.907 kal/gram. Jika potensi 10 kg dan ditambah perekat dapat menghasilkan 14.000 gram biobriket murni atau 140 keping biobriket, dan menghasilkan nilai kalor sebanyak 629.020 kal/gram. Dan jika potensi 300 kg dan ditambah perekat dapat menghasilkan sebesar 420.000 gram biobriket murni atau 4.200 keping biobriket dan menghasilkan nilai kalor sebesar 18.870.600 kal/gram.

**C. Potensi Enegi Listrik dari Biobriket**

Sebelum perhitungan energi listrik, perlu menghitung potensi bahan bakar biobriket, oleh karna itu, langkah selanjutnya melakukan perhitungan potensi bahan bakar biobriket dan potensi energi listrik dengan menggunakan persamaan 1 dan 2.

Potensi bahan bakar biobriket dihitung dengan menggunakan kandungan nilai kalor biobriket dan aliran massa biobriket untuk mendapatkan potensi daya bahan bakar.

Jumlah kandungan nilai kalor 100 gram biobriket = 4493,40 kal/gram

Jumlah kandungan nilai kalor 100 gram biobriket = 18.800,38 kJ/kg

Aliran massa biobriket = 14 kg/hari = 0,000162 kg/s

$$Potensi\ Daya\ Bahan\ Bakar = 18.800,38 \frac{kJ}{kg} \times 0,000162 \frac{kg}{s} = 3,0456\ Watt$$

Jadi , potensi daya bahan bakar biobriket perharinya sebesar 3,0456 Watt.

Potensi energi listrik dihitung dengan menggunakan potensi daya bahan bakar dan asumsi efisiensi PLTU 25% untuk mendapatkan potensi energi listrik dari limbah daun kering dalam 1 hari.

Potensi daya bahan bakar = 3,0456 Watt  
Efisiensi PLTU = 25%

$$\text{Potensi Energi listrik} = 3,0456 \text{ Watt} \times 24 \text{ Jam} \times 25\% = 18,27 \text{ kWh}$$

Jadi, potensi energi listrik untuk satu hari bisa menghasilkan 18,27 kWh.

**Tabel 6. Hasil Pemanfaatan Limbah Daun Kering**

No	Parameter Hasil Potensi dari Limbah Daun Kering	Nilai (Satuan)
1	Nilai kalor biobriket dalam 1 hari	629.020 kal/gram
2	Daya bahan bakar biobriket 1 hari	3,0456 Watt
3	Energi listrik bahan bakar biobriket 1 hari	18,27 kWh
4	Energi listrik bahan bakar biobriket 1 bulan	548,1 kWh

Jadi dapat di peroleh nilai kalor dalam 1 hari sebesar 629.020 kal/gram, daya bahan bakar sebesar 3,0456 Watt , dan energi listrik bahan bakar biobriket sebesar 18,27 kWh. Dan dalam 1 bulan energi listrik bahan bakar sebesar 548,1 kWh. Potensi energi listrik dari pemanfaatan limbah daun kering bisa digunakan untuk mensuplay kebutuhan listrik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau. Pada penelitian ini nilai kalor biobriket yang dihasilkan lebih rendah sebesar 4493,40 kal/gr dibandingkan penelitian sebelumnya [7] sebesar 4552 kal/gr. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai kalor briket yaitu perbedaan kondisi operasional selama karbonisasi, dan perbedaan suhu dalam proses pirolisis juga dapat mempengaruhi nilai kalor pada biobriket ini. Untuk Pemanfaatan bahan bakar biobriket ini menjadi energi listrik dari hasil daya bahan bakar di asumsikan dengan efisiensi PLTU sebesar 25% dengan pemakaian satu hari, Potensi energi listrik ini akan tambah besar nilai nya apabila nilai efisiensi yang kita tetapkan pada proses konversi energi di tingkatkan.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil diperoleh, disimpulkan bahwa dengan total limbah dedaun kering sebanyak 10 kg perhari dapat diolah menjadi biobriket dengan metode pirolisis sebanyak 140 keping biobriket dengan berat 100 gram per keping dan nilai kalor sebesar 629.020 kal/gram, dan potensi daya bahan bakar yang dapat dihasilkan dari biobriket sebesar 3,0456 Watt, dan potensi energi listrik yang dihasilkan perharinya sebesar 18,27 kWh. Jika daun kering 300 kg perbulan dapat diolah menjadi biobriket sebanyak 4.200 keping biobriket dengan berat 100 gram per keping dengan nilai kalor sebesar 18.870.600 kal/gram, dan potensi daya bahan bakar yang dapat di hasilkan sebesar 91,368 Watt, dan potensi energi listrik yang dihasilkan perbulannya 548 kWh.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Selvianti, Marisa Nopriyanti, and A. Azhari, "Karakteristik kimia dan uji organoleptik beras (studi kasus di kecamatan benua kayong kabupaten ketapang)," *J. Teknol. Pangan dan Agroindustri Perkeb.*, vol. 2, no. 1, pp. 100108, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.politap.ac.id/index.php/lipida/article/view/355%0Ahttps://jurnal.politap.ac.id/index.php/lipida/article/download/355/267>
- [2] H. M. Caesarina and D. R. Rahmani, "Penyediaan Ruang Terbuka Hijau dengan Pendekatan Kota Hijau pada Perkotaan Martapura," *J. Planoearth*, vol. 4, no. 1, p. 11, 2019, doi: 10.31764/jpe.v4i1.712.
- [3] I. Setiyadi, "Konsep Pengembangan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kecamatan Kuantan Tengah," 2022. [Online]. Available: <https://repository.uir.ac.id/13249/1/153410514.pdf>
- [4] M. Saputra, I. Nugraha, F. Agus, and A. Hidayah, "Prediksi Perubahan Penutup Lahan menggunakan Integrasi Celular Automata dan Analytical Hierarchy Process (AHP)(Studi Kasus: Kota Pekanbaru)," *J. Urban Reg. Plan. Sustain. Environ.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2022.
- [5] J. Silalahi and A. Harianja, "Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Di Kota Medan," *Pros. Ekspose Has.*

- Penelit.*, no. September, pp. 218–228, 2014.
- [6] Pratiwi, “Hubungan Konsep Diri terhadap Kesiapan Kerja Mahasiswa Bimbingan Konseling Islam Fakultas Dakwah Komunikasi UIN Suska Riau Angkatan 2017,” 2021. [Online]. Available: [https://repository.uin-suska.ac.id/51425/1/Skripsi Gabungan.pdf](https://repository.uin-suska.ac.id/51425/1/Skripsi%20Gabungan.pdf)
- [7] M. Ganing, “Pemanfaatan Daun Ketapang Kering dan Kulit Kakao menjadi Briket sebagai Bahan Bakar Alternatif,” vol. 6, no. 2655, p. 9, 2021, doi: 10.33536/jcpe.v6i2.757.
- [8] G. M. Saragih, M. Marhadi, and Y. Defriati, “Pengolahan Sampah Organik Menjadi Biobriket Sebagai Energi Terbarukan,” *J. Daur Lingkung.*, vol. 3, no. 2, p. 58, 2020, doi: 10.33087/daurling.v3i2.55.
- [9] D. Saputra, A. L. Siregar, D. Istianto, and B. Rahardja, “Karakteristik Briket Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Metode Pirolisis Dengan Perekat Tepung Tapioka,” vol. 3, pp. 143–156, 2021, doi: <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v3i2.1973>.
- [10] Y. Casafranca Loayza, “Pemanfaatan Limbah Padat Industri Serbuk Gergaji Kayu Menjadi Briket Sebagai Salah Satu Energi Alternatif,” pp. 1–26, 2018.
- [11] Amin Sulistiyanto, “Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa,” *Media Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 77–84, 2006.
- [12] A. Yudanto and K. Kusumaningrum, “Pembuatan Briket Bioarang Dari Arang Serbuk Gergaji Kayu Jati,” *Univ. Stuttgart*, no. 024, p. 1 of 5, 2009.
- [13] S. Asri, “Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran pada Biobriket Batang Jagung (*Zea mays L.*),” *J. Teknosains*, vol. 7, pp. 78–89, 2013.
- [14] H. Kurniawan, “Analisis Pengaruh Kandungan Logam Berat Terhadap Energi Pembakaran Batubara,” *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 121–128, 2017, doi: 10.22373/crc.v1i2.2083.
- [15] O. W. Irawan, L. S. Pratama, and C. Insani, “Analisis Termodinamika Siklus Pembangkit Listrik Tenaga Uap Kapasitas 1500 kW,” *JTM-ITI (Jurnal Tek. Mesin ITI)*, vol. 5, no. 3, p. 109, 2021, doi: 10.31543/jtm.v5i3.579.