

**Abstract**

**MANUFACTURING AND TECHNICAL TESTING OF HOUSEHOLD-SCALE GASIFICATION SYSTEM STOVES MADE FROM RAW COCONUT HUSK**

**Pembuatan dan Uji Teknis Kompor Sistem Gasifikasi Skala Rumah Tangga berbahan Baku Sabut Kelapa**

**Dedie Tooy<sup>1)\*</sup>, Ireine A. Longdong<sup>1)</sup>, Frangky J. Paat<sup>2)</sup> dan Herry F. Pinatik<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi, Manado Jl. Kampus UNSRAT Manado-95115 Telp (0431) 846539 Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi, Manado Jl. Kampus UNSRAT Manado-95115 Telp (0431) 846539 Indonesia

\*Corresponding author:  
[dtooy@unsrat.ac.id](mailto:dtooy@unsrat.ac.id)

The coconut husk is the outermost part of the coconut fruit that covers the coconut shell whereas one coconut contains 35% husk. In several areas, including in North Sulawesi, a lot of coconut husk is still being thrown away or left in the garden. Coconut husk has a potentially utilized energy capacity. For this reason, the idea arose to make a stove for energy utilization from coconut husk waste with a gasification system. The purpose of this study was to design and technically test a household-scale coconut husk stove with a gasification system. The research method was carried out by design and experimental testing, then the resulting data were analyzed descriptively. In this study, two types of stoves were designed and manufactured which were practical for application on a household scale using a gasification system made from coconut coir. The first stove that uses an air blower can reach a temperature of 740 °C and is tested with 1.5 liters of water, so the water can boil for 9 minutes. The second stove, which does not use an air blower, can boil 1.5 liters of water for 11 minutes at a temperature of 608°C. Both stoves have a waiting time to produce gas that is not much different, which is about 3 minutes with an initial fuel mass of 300 g. The results of economic calculations show that the cost of making this stove is relatively cheap and easy to maintain. However, the raw material for coconut coir runs out quickly and requires several replenishments of raw materials.

**Keywords: Stove, household scale, gasification, coconut husk.**

**Abstrak**

Sabut kelapa merupakan bagian terluar buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa dimana dalam satu butir buah kelapa mengandung 35% sabut. Di beberapa daerah termasuk di Sulawesi Utara, sabut kelapa masih banyak yang dibuang atau dibiarkan saja di kebun. Sabut kelapa mempunyai kapasitas energi yang potensial dimanfaatkan. Untuk itulah timbul ide untuk membuat kompor sebagai pengganti kompor untuk pemanfaatan energi dari limbah sabut kelapa ini dengan sistem gasifikasi. Tujuan penelitian ini adalah membuat rancangan dan uji teknis kompor sabut kelapa skala rumah tangga dengan sistem gasifikasi. Metode penelitian dilakukan dengan pembuatan dan uji teknis alat secara eksperimental, kemudian data yang dihasilkan di analisis secara deskriptif. Dalam penelitian ini di buat dua tipe kompor yang diharapkan dapat diaplikasikan pada skala rumah tangga dengan menggunakan sistem gasifikasi berbahan baku sabut kelapa. Kompor yang pertama yang menggunakan penghembus udara dapat mencapai suhu 740°C dan uji coba dengan air 1,5 liter, maka air tersebut dapat mendidih selama 9 menit. Kompor yang kedua, yang tidak menggunakan penghembus udara dapat mendidihkan air 1,5 liter selama 11 menit dengan suhu mencapai 608°C. Kedua kompor mempunyai waktu tunggu untuk menghasilkan gas tidak berbeda jauh, yaitu sekitar 3 menit dengan massa bahan bakar awal 300 g. Hasil perhitungan ekonomi menunjukkan bahwa biaya pembuatan kompor ini relatif murah dan mudah pemeliharaannya. Akan tetapi bahan baku sabut kelapa cepat habis dan memerlukan beberapa kali pengisian bahan baku.

**Kata Kunci: Kompor, skala rumah tangga, gasifikasi, sabut kelapa.**

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Sulawesi Utara merupakan daerah penghasil kelapa yang tinggi di Indonesia,

dimana produk tahun 2021 mencapai 265.761 Ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021). Sebagian besar produksi kelapa di Sulawesi Utara dibuat dalam bentuk kopra. Sabut kelapa

merupakan bagian terluar dari buah kelapa, dan di beberapa daerah sabut kelapa ini masih dapat dikatakan sebagai limbah. Sebenarnya sabut kelapa memiliki nilai energi biomassa yang memadai yang dapat digunakan sebagai bahan bakar di lokasi yang relatif merupakan produsen kelapa. Karena merupakan limbah pertanian, biaya pengadaan sabut dapat dikatakan hanya untuk mensubstitusi biaya pengumpulan atau pengangkutannya saja. Di beberapa daerah produksi kopra yang memanfaatkan daging buah kelapanya, sabut kelapa hanya dibuang sehingga masih dapat diperoleh dengan gratis dari lokasi kebun sekitar untuk jumlah tertentu, namun bila memerlukan jumlah yang banyak akan memerlukan biaya transportasi untuk pengangkutannya (Tooy *et al*, 2021).

Sabut kelapa merupakan biomassa yang dapat menjadi sumber energi alternatif yang relatif murah karena mudah didapatkan di daerah penghasil kelapa, seperti di Sulawesi Utara. Sabut kelapa memiliki nilai kalor yang tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan bakar di lokasi yang relatif merupakan produsen kelapa. Sabut kelapa dapat di manfaatkan energinya menjadi energi dengan menjadikannya sebagai briket (Kambey *dkk*, 2022), dan cara lain yaitu dengan menggunakan teknologi pemanfaatan energi biomassa dengan cara sistem gasifikasi (Pangkerego *et al*, 2014).

Gasifikasi merupakan metode yang efisien dalam mengkonversi material organik menjadi energi dan merupakan aplikasi yang bersih. Dalam gasifikasi ada reactor yang memproduksi gas produser dengan cara pembakaran tidak sempurna (oksidasi Sebagian) bahan bakar biomassa pada temperature sekitar 1000° C. Ketika gasifikasi berlangsung, terjadi kontak antara bahakan bakar dengan medium penggasifikasi di dalam gasifier (Rajvanshi, 1986). Gas sintesis yang dihasilkan memiliki dua keuntungan yaitu bisa dibakar langsung pada internal

mesin pembakaran ataupun diproses lebih lanjut menjadi metanol dan hidrogen (Pambudi, 2008). Penggunaan biomassa pada proses memasak dengan kompor tradisional (non gasifikasi) tidak berjalan mulus karena hasil pembakaran menimbulkan asap yang sangat banyak, keadaan dapur terlihat kotor, tidak praktis dalam penggunaan dan pemindahan (Imaduddin *dkk*, 2013). Untuk itu dalam penelitian ini dilakukan pemanfaatan teknologi gasifikasi dengan bahan bakar sabut kelapa sebagai bahan bakar utama dengan merancang kompor sistem gasifikasi untuk skala rumah tangga.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah membuat dan uji teknis kompor sistem gasifikasi dengan bahan bakar sabut kelapa dan melakukan perhitungan praktis ekonomi pembuatan alat di lapang.

### **Manfaat Penelitian**

Diharapkan dengan penelitian ini dapat dikembangkan dan diimplementasikan teknologi sistem gasifikasi sederhana untuk masyarakat di sentra produk kelapa dan lebih luas lagi dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumber biomassa dari sumberdaya lokal yang berperan dalam peningkatan peran daerah bagi substitusi bahan bakar fosil dan mengurangi efek pemanasan global.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan, mulai dari tahap perancangan, uji teknis alat dan analisis. Pembuatan alat kompor dilakukan di bengkel Jl. Siswa, Manado dan Lab. Teknik pertanian, dan uji teknis dilakukan di Lab. Teknik Pertanian, Fak. Pertanian Unsrat Manado.

### **Pengumpulan Data**

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dengan metode pengamatan dan pengukuran dari

pengujian teknis di Laboratorium dan data sekunder didapatkan dari hasil observasi di lapang dan melalui studi literatur.

### Bahan dan Alat

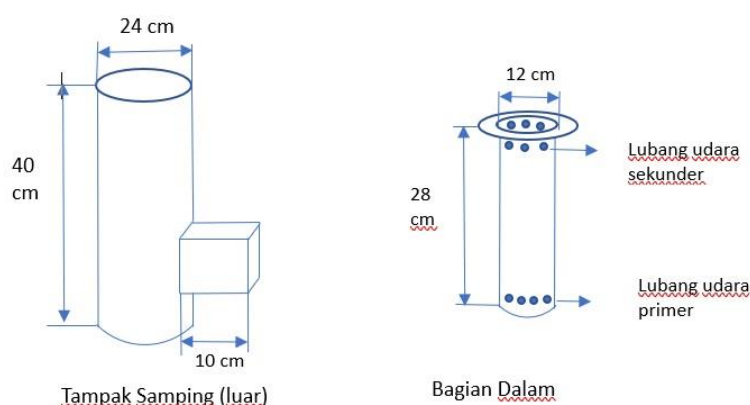
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sabut kelapa, *minyak tanah*, lembaran plat besi, dan kayu.

Alat yang digunakan adalah termokopel digital, mikrometer skrup, plat

besi diameter 22 cm, gelas ukur, blower kecil, las listrik, kawat las, timbangan, karung, *recorder*, kompor minyak tanah, jerigen, corong minyak dan alat tulis.

### Pelaksanaan Penelitian

- Desain Sistem dan Peralatan
- Uji Teknis
- Perhitungan Ekonomi Praktis
- Evaluasi Alat



Keterangan: Ukuran lubang udara sekunder diameter 0,65 cm, jarak 1 cm dan jumlah 22 buah, ukuran lubang udara primer di bawah 0,45 cm, jarak 2,5 cm dan jumlah 15 buah.

Gambar 1. Desain Kompor Sistem Gasifikasi

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *experimental* setelah alat di disain dan dibuat. Untuk pengumpanan bahan baku, dilakukan penelitian awal terlebih dahulu terhadap kadar air sabut kelapa, ukuran sabit dan dihitung suhu yang dihasilkan. Di ukur pula waktu menghasilkan gas, dan waktu memanaskan air sebanyak 1,5 L. Perhitungan efisiensi termal dilakukan dengan menggunakan persamaan (1), lalu perbandingan dengan kompor berbahan bakar minyak tanah dilakukan dengan menggunakan air sebanyak 1,5 L.

### Prosedur Penelitian

#### Pembuatan Kompor

Pembuatan kompor dilakukan berdasarkan gambar 1.

#### Uji Teknis Kompor

- Sabut kelapa di isi ke tempat bahan bakar, dihitung jumlah bahan bakar awal (gram).
- Air sebanyak 1,5 liter di masukan dalam panci kemudian di didihkan
- Di ukur waktu untuk mendidihkan
- Saat air mendidih, dicatat waktunya dan diukur kembali jumlah bahan bakar.
- Ulangan di lakukan sebanyak 3 kali.
- Kegiatan ini diulangi untuk uji perbandingan dengan kompor minyak tanah.

### Variabel yang diamati dan di hitung

- Uji teknis:
  - Waktu pemanasan yaitu berapa waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air lamanya pendidihan di ukur berdasarkan selisih waktu awal dan waktu akhir berdasarkan waktu di *recorder*

- Jumlah bahan bakar yang digunakan untuk mendidihkan air
- Perhitungan ekonomis alat; biaya pembuatan kompor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan Kompor

Kompor dibuat berdasarkan desain pada gambar 1. Di buat dengan plat besi yang tebalnya 1,2 mm. Kompor mempunyai 2 bagian, bagian luar dan dalam. Di bagian luar mempunyai tinggi keseluruhan 40 cm dengan diameter lubang keluaran kompor 12 cm. Pada bagian dalam, dibagian bawah dibuat saluran udara primer dengan diameter 0,45 cm dengan jumlah 15 buah. Dan jarak antar lubang 2,5 cm. Saluran udara primer ini terletak pada bagian bawah. Dibagian bawah di buat juga penyalur udara masuk dengan mengisi blower dengan membuat saluran Panjang 10 cm (jenis ke 2).

Dibagian atas bagian dalam di buat 22 lubang sebagai saluran udara sekunder dengan jarak 1 cm dengan diameter 0,65cm. Lapisan bagian dalam mempunyai tinggi 28 cm, sehingga dengan ada bagian kosong diantaranya untuk masukan udara ke ruang pembakaran. Gambar 2 adalah hasil pembuatan kompor, dimana 2.1 menggunakan blower dan 2.2. tidak pakai blower.

### Penyediaan bahan baku sebagai bahan bakar

Proses gasifikasi memiliki beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses

dan kandungan gas yang dihasilkannya. Salah satu faktor yang penting adalah karakteristik dari biomassa dalam hal ini sabut kelapa sebagai bahan bakar dalam penelitian ini. Praktisnya memang tidak semua jenis biomassa dapat dijadikan bahan baku gasifikasi. Tidak semua biomassa dapat dikonversi dengan proses gasifikasi karena ada beberapa klarifikasi dalam mendefinisikan bahan baku yang dipakai pada sistem gasifikasi berdasarkan kandungan dan sifat yang dimilikinya. Pendefinisian bahan baku gasifikasi ini dimaksudkan untuk membedakan antara bahan baku yang baik dan yang kurang baik. Untuk itu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mempersiapkan bahan baku sebagai bahan bakar gasifikasi. Hal tersebut adalah kandungan energi, kadar Air, debu dan tar.

Dalam penelitian ini, bahan baku sabut kelapa (gambar 3), di potong- potong dengan ukuran 3-5 cm lalu di jemur dengan menggunakan energi matahari untuk menurunkan kadar air sampai sekitar 12 %. Dari pengamatan di lapang, dengan intensitas matahari yang merata, kadar air tersebut dapat di capai dengan penjemuran sekitar 3 hari apabila telah di potong- potong terlebih dahulu dengan ukuran 3-5 cm, dengan hamparan yang merata. Ukuran bahan baku dibuat seragam untuk memudahkan memasukan bahan baku dalam penambahan bahan bakar pada proses penggunaan kompor.



Kompor menggunakan blower



Kompor tidak pakai blower

Gambar 2. Hasil Pembuatan alat kompor gasifikasi



3a. bahan baku sabut



3b. bahan baku yang telah di jemur dan dipotong-potong

Gambar 3. Bahan Baku Sabut Kelapa

### Prosedur Penggunaan Kompor

Untuk penggunaan kompor, bahan bakar sabut langsung dapat dimasukkan kedalam kompor, namun dalam pengujian pada penelitian ini, dilakukan penimbangan terlebih dahulu untuk didapatkan data ilmiah terkait kompor yang dihasilkan. Dalam penyimpanan awal, digunakan terlebih dahulu sabut sebanyak 300 gram.

Setelah bahan baku sabut kelapa yang telah diberikan perlakuan awal di persiapkan dan ditimbang, maka sabut kelapa dimasukkan ke dalam kompor, lalu dibakar dengan menggunakan kertas untuk mempercepat proses pembakaran dan membuatnya merata. Untuk pemasukan atau pengumpanan sabut dapat dibuat dari bambu menjadi penjepit dan mengambilnya, kemudian dengan penjepit tersebut sabut ditaruh di tempat pengumpanan kompor seperti pada gambar 4.

### Uji Api

Setelah bahan baku sabut kelapa dimasukkan, dan di bakar, ditunggu selama beberapa menit sampai menghasilkan api. Dalam penelitian ini, api yang dihasilkan merata memerlukan waktu sekitar 3 menit. Dari uji api ini didapatkan bahwa, api berwarna kuning dan mendekati putih dan kebiruan setelah 4 Menit.

Dalam taraf uji coba nyala api di tingkat awal pengaturan dilakukan pada kecepatan penghembus udara primer di perbanyak dan sekunder ditambah maka

dapat pula dihasilkan gas yang berfungsi seperti penghembus udara. Untuk itulah, konsep perancangan kompor ke dua, adalah dengan menambahkan lubang di bagian saluran primer sebanyak 2 baris dengan jumlah dan ukuran lubang yang sama setiap baris yaitu 22 buah dengan jarak antar baris 2,5 cm

Dari hasil uji suhu api yang dihasilkan, didapatkan bahwa kompor yang pertama, yang tidak menggunakan penghembus udara dapat mendidihkan air 1,5 liter selama 11 menit dengan suhu mencapai 608 °C. Kompor kedua yaitu yang menggunakan penghembus udara tambahan (<sup>blower</sup>) dapat mencapai suhu 747°C dan uji coba dengan air 1,5 liter, maka air tersebut dapat mendidih selama 9 menit. Kedua kompor tersebut mempunyai waktu tunggu untuk menghasilkan gas yang tidak berbeda jauh, yaitu sekitar 3-4 menit dengan massa bahan bakar awal 300 g. untuk mendidihkan air sebanyak 1,5 liter dibutuhkan sabut kelapa sebesar 750 gram, yang artinya perlu proses penambahan bahan bakar pada proses pembakaran. Pengaturan penambahan dilakukan setiap 2 menit setelah 3-4 menit pertama sebanyak 100-125 gram. Dalam penelitian, didapati bahwa dikarenakan kepadatan (densitas) dari sabut kelapa rendah, maka sebaiknya tidak perlu mengisi sabut sebanyak-banyaknya, karena akan cepat habis terbakar oleh api. Setelah proses pendidihan air, panci di angkat dan di ukur suhu bagian dalam kompor, suhu didalam dapat mencapai 967°C.

### Perbandingan kompor gasifikasi dengan kompor minyak tanah

Untuk mengetahui kinerja kompor gasifikasi dengan sabut kelapa ini, maka kompor gasifikasi ini dilakukan perbandingan dengan kinerja kompor minyak tanah yang sudah banyak digunakan pada industri rumah tangga. Untuk perhitungannya adalah pada saat mulai menyala secara menyeluruh atau merata baru di hitung, dan suhu yang

dihasilkan di atas kompor, didaerah yang terkena panci di ukur. Di dapatkan bahwa untuk kompor 22 sumbu, waktu api yang merata adalah sekitar 1-2 menit, sedangkan kompor gasifikasi sekitar 3-4 menit. Untuk suhu dapat mencapai 594 °C. Uji Coba dengan menggunakan air 1,5 liter dididihkan, maka air dapat mendidih setelah 12 menit dengan nyala api yang merata.



Gambar 4. Pengisian Sabut



Gambar 5. Api yang dihasilkan saat menjadi gas, gambar bagian kanan, yang menggunakan *blower* (penghembus udara).



Gambar 6. Cara penambahan sabut (bahan bakar)



Gambar 7. Penggunaan Kompor Minyak tanah

Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa untuk pengaturan energi yang merata dalam pembakaran ternyata sangat bergantung pada jenis bahan bakunya dan apakah jenis pembakaran sempurna atau tidak sempurna. Pembakaran tidak sempurna adalah pembakaran yang kurang oksigen. Dalam penelitian ini densitas bahan baku sabut perlu diperhatikan, oleh karena itu untuk keseragaman ukuran perlu diperhatikan. Dalam penelitian ini, ukuran di buat sedemikian rupa dengan di potong-potong sekitar 3-5 cm. Disisi lain kadar air dari bahan baku sabut kelapa juga mempengaruhi warna dari pada api yang dihasilkan. Dalam percobaan-percobaan yang dilakukan, sabut kelapa yang kadar airnya di atas 15% nyala api adalah merah kehitaman, sehingga dalam penelitian ini sabut kelapa di jemur sampai mencapai kadar air sekitar 12%.

### **Perhitungan Ekonomis**

Untuk aplikasi di tingkat rumah tangga maka perhitungan ekonomi alat ini relatif banyak memperhitungkan bahan baku dari kompor atau kompor berupa plat besi ukuran 1,2 m, kawat las dan ongkos kerja dengan perhitungan biaya bahan baku per satu plat Rp. 250.000,- dan kawat las dan solar untuk melakukan pekerjaan las sebesar Rp. 120.000,- dan tenaga kerja 2 hari @Rp. 125.000 maka untuk 2 buah kompor Gasifikasi didapatkan harga Rp. 495.000,- per buah. Harga ini akan menjadi semakin murah bila dibuat dalam bentuk masal.

Biaya operasional untuk pemakaian kompor ini dalam industri rumah tangga relatif murah, karena bahan bakar dapat diambil di kebun pada daerah penghasil kelapa seperti di Minahasa Utara. Tindakan yang perlu dilakukan adalah mengumpulkannya, memotong-motong 3-5 cm dan menjemurnya sekitar 3 hari maka sabut kelapa sudah dapat digunakan.

## **KESIMPULAN**

### **Kesimpulan**

Dari penelitian ini telah di buat kompor biomassa berbahan bakar sabut kelapa. Rancangan alat di sesuaikan dengan bahan baku sabut kelapa dengan ketinggian 40 cm dan diameter keluaran api dari kompor sebesar 12 cm. Kompor pertama menggunakan *blower* atau penghembus udara untuk mengalirkan udara ke atas. Namun karena masih tergantung pada listrik untuk menggerakkan *blower*, maka di buat pula kompor yang tidak menggunakan penghembus udara (tanpa energi tambahan, dengan memodifikasi saluran primer, dimana jumlah lubang tiap baris tetap 24, namun di tambah sebanyak 2 baris sehingga total 72 lubang.

Hasil uji teknis menunjukkan bahwa ke dua macam kompor yang telah dibuat dapat digunakan untuk skala rumah tangga dengan menggunakan teknologi gasifikasi berbahan dasar sabut kelapa. Kompor yang pertama yang menggunakan penghembus udara dapat mencapai suhu 740°C dan uji coba dengan air 1,5 liter, maka air tersebut dapat mendidih selama 9 menit. Kompor yang kedua, yang tidak menggunakan penghembus udara dapat mendidihkan air 1,5 liter selama 11 menit dengan suhu mencapai 608°C. Kedua kompor mempunyai waktu tunggu untuk menghasilkan gas tidak berbeda jauh, yaitu sekitar 3 menit dengan massa bahan bakar awal 300 g.

Hasil perhitungan ekonomi menunjukkan bahwa kompor ini dapat diproduksi dengan harga sekitar Rp.495.000,- per dua buah. Dan apabila dibuat banyak dapat kurang dari harga tersebut. Penggunaan kompor ini relatif murah, baik pemeliharaan maupun biaya bahan bakar relatif tidak ada dengan sedikit upaya penjemuran sabut kelapa dan pemotongan untuk memudahkan masuk di dalam kompor pembakaran dari kompor.

### **Saran**

Penggunaan kompor gasifikasi dengan bahan baku sabut kelapa

mempunyai potensi yang cukup baik untuk skala rumah tangga terutama di daerah sentra kelapa. Untuk maksimalisasi kompor yang telah dibuat, dikarenakan bahan sabut kelapa relatif cepat habis, campuran dengan bahan bakar yang lebih solid lebih mengurangi jumlah pengumpanan bahan bakar tambahan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alom, E, Paat F J, Ogie T B, Nangoi, R, Oessoe, J Y E. 2022. Time Efficiency Calculation of The Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) Mifra@22 Pericarp Grater. Jurnal Agroekoteknologi Vo 3. No. 2 167-171. DOI: <https://doi.org/10.35791/jat.v3i2.41519>
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2021. Statistik Perkebunan Indonesia, Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian RI. Jakarta.
- Imaduddin, I, B. Lanya dan A. Haryanto. 2013. Pengujian Kompor Gasifikasi Biomassa dengan Tiga Jenis Bahan Bakar. Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian-TekTab Vol. 5 No.1:1-8. <https://doi.org/10.25181/tektan.v5i1.833>
- Kambey, E, D. Tooy dan D. Rumambi. 2022. Uji Kualitas Briket Sabut Kelapa sebagai Sumber Energi Biomassa Alternatif. DOI: <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i1.43000>. Jurnal Cocos Vol.1 no.22.
- Pambudi, N.A. 2008. Energi Alternatif itu Bernama Biomassa. Diakses pada tanggal 3 September 2009. <http://netsains.net/2008/03/energi-alternatif-itu-bernama-biomassa/>
- Pangkerego F., H. Pinatik dan D. Tooy. 2014. Pengaruh Sistem Gasifikasi Sabut Kelapa terhadap Efisiensi Pembangkitan Energi Listrik yang Ramah Lingkungan. Proceeding Seminar Nasional Teknik Lingkungan ULM. ISBN 978-602-9092-64-6.
- Rajvansi, Anil, K., Goswami and D. Yogi. 1986, **Alternative Energy in Agriculture**, CRC Press, United States.
- Tooy, D, E. M. R. Mukuan dan L. H. Sue. 2021. Kajian Log Chain Industri Sabut Kelapa di Sulawesi Utara, Indonesia. Agro Bali: Agricultural Journal: Vol 4, No 3 (2021).
- Yigibalom T, Tooy, D, Kalesaran L. 2023. Performance Test Of Teta22® Small-Scale Coconut Husk Processing Equipment. Jurnal Agroekoteknologi Vo 3. No. 2 478-483. DOI: <https://doi.org/10.35791/jat.v3i2.45345>