

e-ISBN:978-602-0806-38-1

# KONSERVASI SUMBER DAYA ALAM UNTUK PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL KONSERVASI  
2020



Bandar Lampung, 21 April 2020

**LEMBAGA PENELITIAN DAN  
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2020**

# SEMINAR NASIONAL KONSERVASI 21 APRIL 2020

*KONSERVASI SUMBERDAYA ALAM UNTUK PEMBANGUNAN  
BERKELANJUTAN*

## PROSIDING

ISBN: 978-602-0806-38-1

- Penanggung Jawab** : Lusmeilia Afriani
- Reviewer** : Muhajir Utomo  
Sugeng Prayitno Harianto  
Irwan Sukri Banuwa  
Lusmellia Afriyani  
Bainah Sari Dewi  
Nuning Nurcahyani  
Asep Sukohar  
Tina Yunarti  
Indra Gumay Febryano  
Slamet Budi Yuwono  
Aman Damai  
Farida Aryani
- Editor** : Lukmanul Hakim  
Zulmiftah Huda  
Endro P Wahono  
Meliyana  
Bangun Suharti  
Tiara Nirmala  
Syahrio Tantalo  
Madi Hartono
- Layout** : Rara Diantari  
Deny Sapto Chondro Utomo  
M. Mirandy Pratama Sirat  
Darma Yuliana  
Purba Sanjaya  
Agung Kusuma Wijaya
- Desain Sampul** : Rahmad Firdaus

**Publisher:**

**LPPM UNIVERSITAS LAMPUNG**

Gedung Rektorat Lantai V, Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145,  
INDONESIA. Telp. +62 812-7989-2799, Fax +62 721 702767

Korelasi Antara Karakteristik Masyarakat Dengan Persepsi Masyarakat terhadap Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (HKm) .....	174
Prihandini Tria Okta Viani <sup>1</sup> , Hari Kaskoyo <sup>2*</sup> , Christine Wulandari <sup>3</sup> , Rahmat Safei <sup>4</sup> .....	174
Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bawah Di Blok Pemanfaatan Tahura Wan Abdul Rachman .....	182
Qori Nurseba <sup>1*</sup> , Afif Bintoro <sup>2</sup> , Melya Riniarti <sup>3</sup> , Ceng Asamarahman <sup>4</sup> .....	182
Keanekaragaman Spesies Kumbang Kotoran (Dung Beetle) Pada Blok Lindung Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman .....	189
Syarif Hidayat <sup>1</sup> , Bainah Sari Dewi <sup>2</sup> , Sugeng P. Harianto <sup>3</sup> , Yulia Rahma Fitriana <sup>4</sup> .....	189
Diversitas Ektoparasit pada Kepiting ( Scylla sp.) Hasil Tangkapan Estuaria Segara Anakan Cilacap Jawa Tengah .....	197
Rokhmani <sup>1*</sup> , Bambang Heru Budianto <sup>2</sup> .....	197
Struktur dan Perilaku Pasar Kayu Sengon (Falcataria moluccana) di Pekon Lengkokai Kecamatan Kelumbayan Barat Kabupaten Tanggamus .....	204
Rian Betti Kusuma <sup>1*</sup> , Hari kaskoyo <sup>2</sup> , Rommy Qurniati <sup>3</sup> .....	204
Peningkatan Kualitas Kayu Cepat Tumbuh: Pengaruh Durasi Perlakuan Panas dengan Minyak terhadap Sifat-Sifat Kayu Akasia dan Jabon .....	212
Seldi Prayoga <sup>1*</sup> , Shalehudin Denny Ma'aruf <sup>2</sup> , Indra Gumay Febriano <sup>3</sup> , Duryat <sup>4</sup> , Wahyu Hidayat <sup>5</sup> .....	212
Pengaruh Oil Heat Treatment terhadap Perubahan Warna dan Stabilitas Dimensi Kayu Gmelina (Gmelina arborea) dan Kelapa (Cocos nucifera) .....	218
Shalehudin Denny Ma'aruf <sup>1*</sup> , Samsul Bakri <sup>2</sup> , Wahyu Hidayat <sup>3</sup> .....	218
Strategi Petani Hutan Kemasyarakatan (HKm) Citra Lestari dalam Menangani Longsor di Register 27 Kabupaten Tanggamus .....	222
Shinta Bella <sup>1*</sup> , Slamet Budi Yuwono <sup>2</sup> , Rahmat Safe'i <sup>3</sup> , Hari Kaskoyo <sup>4</sup> .....	222
Tingkat Infestasi Cacing Saluran Pencernaan Pada Rusa Timor (Cervus Timorensis) di Penangkaran Rusa Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman .....	230
Rendi Cahyo Hendratmoko <sup>1</sup> , Bainah Sari Dewi <sup>2</sup> , Purnama Edy Santosa <sup>3</sup> , Sugeng P. Harianto <sup>4</sup> .....	230
<b>Karakteristik Arang dari Limbah Kayu Karet (Hevea brasiliensis) dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (Elaeis guineensis) .....</b>	<b>235</b>
<b>Vivi Nurkholifah<sup>1*</sup>, Melya Rinarti<sup>2</sup>, Hendra Prasetya<sup>3</sup>, Udin Hasanudin<sup>4</sup>, Ainin Niswati<sup>5</sup>, Wahyu Hidayat<sup>6</sup> .....</b>	<b>235</b>
Analisis Cadangan Karbon Hutan Mangrove Di Pantai Sari Ringgung, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran .....	241
Wiwik Oktaviani <sup>1*</sup> , Agus Setiawan <sup>2</sup> , Arief Darmawan <sup>3</sup> , Irwan Sukri Banuwa <sup>4</sup> .....	241
Uji Daya Simpan Benih Bakau (Rhizophora Stylosa) Pada Media Arang Sekam Dengan Pemberian Beberapa Konsentrasi Kitosan .....	249
Elham Wicaksono <sup>1*</sup> , Afif Bintoro <sup>2</sup> , Duryat <sup>3</sup> .....	249
Eksplorasi Tumbuhan Berkhasiat Obat Di Batas Luar Kanal TNWK Dusun Margahayu Desa Labuhan Ratu VII Lampung Timur .....	256

# Karakteristik Arang dari Limbah Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*)

Vivi Nurkholifah<sup>1\*</sup>, Melya Rinarti<sup>2</sup>, Hendra Prasetya<sup>3</sup>, Udin Hasanudin<sup>4</sup>, Ainin Niswati<sup>5</sup>, Wahyu Hidayat<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>3</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

\*wahyu.hidayat@fp.unila.ac.id

**Intisari** — Kebutuhan energi yang terus meningkat dan ketersediaan bahan bakar yang menipis memaksa manusia untuk mencari sumber alternatif bahan bakar. Sumber bahan bakar dari biomassa seperti limbah industri penggajian dan limbah produksi kelapa sawit berupa tandan kosong memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan. Salah satu teknologi konversi biomassa untuk meningkatkan kualitas bioenergi adalah melalui pirolisis. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik arang menggunakan teknologi pirolisis dengan variabel temperatur 600°C. Berdasarkan hasil dari penelitian ini ialah kadar air dari karet tanpa perlakuan (kontrol) sebesar 15,18% dan kadar air setelah dilakukannya pirolisis menurun hingga sebesar 1,25%, untuk tandan kosong tanpa perlakuan sebesar 8,75% dan yang mengalami perlakuan sebesar 6,25%. Nilai pH pada kayu karet sebelum mengalami pirolisis memiliki nilai 7,6 dan setelah mengalami pirolisis nilai pH baik menjadi 8,8, untuk tandan kosong nilai pH sebelum pirolisis sebesar 8,5 dan saat pirolisis nilai tersebut naik menjadi 9,5. Kerapatan kering udara pada karet kontrol memiliki nilai sebesar 0,62 gr/cm<sup>3</sup>, karet dengan perlakuan turun sebesar 0,36 gr/cm<sup>3</sup>, dan untuk tandan kosong tanpa perlakuan sendiri kerapatan yang dimiliki yaitu sebesar 0,30 gr/cm<sup>3</sup> dan yang mengalami perlakuan memiliki nilai 0,36 gr/cm<sup>3</sup>, untuk kerapatan kering oven pada karet kontrol memiliki nilai sebesar 0,56 gr/cm<sup>3</sup>, karet dengan perlakuan turun sebesar 0,42 gr/cm<sup>3</sup>, dan untuk tandan kosong tanpa perlakuan sendiri kerapatan yang dimiliki yaitu sebesar 0,30 gr/cm<sup>3</sup> dan yang mengalami perlakuan memiliki nilai 0,52 gr/cm<sup>3</sup>.

**Kata kunci** : limbah, kayu karet, tandan kosong kelapa sawit, arang, pirolisis

**Abstracts** — The increase in energy demand and depletion in energy sources availability has forced humans to obtain alternative energy sources. Fuel sources from biomass such as wastes from the sawmill industry and palm oil production in the form of empty fruit bunches (EFB) have the potential to be developed as a renewable energy source. One of the biomass conversion technologies to improve the quality of bioenergy is through pyrolysis. The purpose of this study was to determine the characteristics of charcoal using pyrolysis technology with a temperature variable of 600°C. The results showed that the initial moisture content of rubber of 15.18% decreased to 1.25% after pyrolysis, while the initial moisture content of palm oil EFB of 8.75% decreased to 6.25%. The initial pH value of rubberwood of 7.6 increased to 8.8 after pyrolysis, while the initial pH of EFB of 8.5 increased to 9.5. The air-dry density in the control rubber has a value of 0.62 gr/cm<sup>3</sup>, the rubber with treatment decreased by 0.36 gr/cm<sup>3</sup>, and for empty bunches, without treatment, the density was 0.30 gr/cm<sup>3</sup>, and the treatment has a value of 0.36 gr/cm<sup>3</sup>, for oven-dry density in control rubber has a value of 0.56 gr/cm<sup>3</sup>, rubber with treatment of 0.42 gr/cm<sup>3</sup>, and for empty bunches, without treatment, the density was 0.30 gr/cm<sup>3</sup> and after treatment increased to 0.52 gr/cm<sup>3</sup>.

**Keywords**— waste, rubberwood, oil palm empty fruit bunches, charcoal, pyrolysis.

## I. PENDAHULUAN

Limbah merupakan bahan sisa yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan proses produksi, baik pada skala rumah tangga, industri, pertambangan, dan sebagainya [15, 16]. Limbah dibagi menjadi dua berdasarkan sifatnya, yaitu limbah organik dan limbah anorganik [17]. Limbah organik merupakan limbah yang dapat diuraikan secara sempurna melalui proses biologi baik aerob maupun

anaerob, sedangkan limbah anorganik merupakan limbah yang tidak dapat diuraikan melalui proses biologi [1].

Salah satu teknologi alternatif yang dapat menjadi solusi bagi permasalahan limbah yaitu dengan teknik pirolisis, pirolisis merupakan proses dekomposisi suatu bahan oleh panas tanpa menggunakan oksigen yang diawali oleh pembakaran dan gasifikasi, serta diikuti oksidasi total atau parsial dari produk utama [2, 10]. *Biochar* atau disebut

*biocharcoal* merupakan salah satu produk yang kaya dengan nilai karbon yang diperoleh dari biomassa [3, 18]. *Biochar* dikenal juga sebagai arang yang terbuat dari bahan organik, yang melalui proses pirolisis atau karbonisasi (tanpa oksigen dan suhu yang digunakan tinggi).

Saat ini biomassa telah banyak menarik perhatian masyarakat, hal ini dikarenakan memiliki sifat yang ramah terhadap lingkungan dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan [5, 6, 7]. Biomassa dapat dihasilkan dari berbagai bahan organik atau hasil limbah yang telah diambil produk primernya dan umumnya memiliki nilai ekonomi yang rendah [4, 8, 11]. Di Indonesia sendiri keberadaan biomassa sering dijumpai dan sangatlah berlimpah, salah satu biomassa yang sering dimanfaatkan ialah selulosa, sumber selulosa sendiri terdapat pada beberapa limbah seperti kayu, bambu, kulit buah, dan tandan kosong kelapa sawit [9, 12, 13, 14].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik hasil dari arang dan juga untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat fisis pada arang limbah karena bahan yang lebih mudah didapat dan juga upaya pengelolaan terhadap limbah kehutanan.

## II. METODOLOGI

### A. Bahan

Arang limbah kayu karet, limbah tandan kosong kelapa sawit, akuades.

### B. Alat

Alat yang digunakan meliputi oven, pH meter, timbangan, *caliper*, *blender*, *hot plate*, saringan.

### Cara Kerja

#### Tahap Produksi Arang

A. Produksi Arang dengan Tungku Tradisional dan Skala Laboratorium

B. Produksi arang dengan kilang tradisional

Untuk membuat arang dari bahan kayu menggunakan tungku komersial yaitu dengan bahan batubata dan perekatnya berupa pasir dan tanah liat dengan kapasitas 12 m<sup>3</sup>. Dengan langkah-langkah berikut :

1. Bahan baku kayu karet yang sudah disiapkan tadi, lalu di masukkan dan

disusun kedalam kubah dengan posisi kayu horizontal penataan diusahakan serapat mungkin untuk meminimalisir adanya oksigen yang masuk, karena semakin luas rongga maka pembakaran akan semakin besar.

2. bahan baku yang berasal dari tandan kosong sebelum di masukkan dalam tungku terlebih dahulu membuat alas yang terbuat dari plat-plat besi dan jarak dari permukaan tanah dan alas yaitu sekitar 20 cm yang berguna untuk tempat bahan kayu bakar. Setiap sela untuk pembakaran tandan kosong di masukkan pipa besi yang memiliki lubang-lubang kecil yang mengarah keatas yang berfungsi untuk membuang uap saat proses pembakaran.

3. Setelah semua kayu dan tandan kosong masuk, lubang ditutup rapat dengan menggunakan batu bata yang dilapisi dengan pasir dan tanah liat.

4. Saat proses pembakaran, seluruh lubang yang ada pada tungku dibiarkan terbuka terlebih dahulu, kecuali lubang pemasukan bahan baku yang sudah ditutup setelah kayu dan tandan kosong di masukkan. Biarkan api menyebar hingga kedalam tungku dan membakar seluruh bagian secara merata. Setelah itu lubang kontrol pembakaran sedikit demi sedikit mulai ditutup menggunakan batu bata yang di plaster, suhu yang digunakan yaitu 600°C dan waktu yang dipakai pembakaran yaitu selama 10 hari.

5. Proses terakhir dalam produksi arang adalah pendinginan arang atau suling, langkah-langkah yang perlu dilakukan yaitu yang pertama menghentikan pembakaran didalam tungku kubah dengan menutup seluruh lubang udara yang tersisa termasuk cerobong asap atau lubang kontrol selama 4 hari. Terhitung cukup lama hal ini dikarenakan kapasitas arang dalam tungku yang sangat besar. Selain batasan 4 hari untuk mengetahui keadaan arang di dalam tungku dapat dilakukan juga dengan memegang tungku kubah dan merasakan suhu didalamnya, jika sudah normal dan tidak terasa panas arang sudah dingin dan siap di keluarkan dalam tungku.

C. Produksi arang dengan skala laboratorium

Di dalam pembuatan arang kayu dan tandan kosong dengan skala laboratorium dengan menggunakan drum, terdapat beberapa tahapan cara yang perlu dilakukan meliputi :

1. Tahapan yang pertama yang perlu dilakukan yaitu penyiapan alat untuk produksi arang yaitu berupa drum yang di bawahnya diberi 3 lubang dan cerobong asap.
2. Bahan baku yang berasal dari limbah berupa sebetan kayu karet dan tandan kosong kelapa sawit, untuk kayu karet sebelum di masukkan kedalam drum terlebih dahulu dipotong 40-50 cm dan untuk tandan kosong dalam bentuk utuh atau tidak di cacah.
3. Selanjutnya bahan baku dimasukkan kedalam tungku drum, skema penyusunan bahan baku di dalam tungku drum diisi penuh hingga permukaan atas tungku.
4. Cara pembakaran dengan tungku ini yaitu diberi ganjal dengan batu bata atau batu setinggi  $\pm$  5-10 cm, pada 3 titik lokasi. Selanjutnya di bawah tungku kemudian diberi potongan kayu bakar atau serutan kayu yang kering sebagai umpan yang diberi sedikit minyak tanah. Setelah api dinyalakan tunggu sampai nyala bara api merambat kedalam tungku melalui lubang udara sehingga bahan baku yang terdapat di dalam tungku dapat terbakar dengan sempurna.
5. Asap dari pembakaran potongan atau serpihan kayu umpan terlihat tipis, dengan berjalannya proses pembakaran asap hasil pembakaran akan terlihat semakin berwarna putih tebal. Setelah itu drum di pasang tutup drum dan mengarahkan asap hasil pembakaran bahan baku berjalan.
6. Setelah proses pembakaran berjalan lancar, bagian bawah tungku dan sekelilingnya ditutup dengan pasir atau tanah untuk memperkecil lubang udara hanya diberi 3 lubang dengan diameter 3 cm. Suhu target yang digunakan yaitu 600° C waktu yang digunakan pembakaran arang kayu karet yaitu sekitar 12 jam dan untuk tandan kosong sawit sekitar 48 jam.
7. Proses pendinginan arang dilakukan ialah yang dimulai yaitu di bagian atas tutup

tungku di beri tanah atau pasir serta cerobong asap ditutup dengan kain basah atau rumput kemudian dilapisi tanah sehingga tidak ada udara yang masuk ataupun keluar. Proses ini memerlukan waktu rata-rata 4-5 jam dari awal penutupan.

#### D. Penyiapan arang untuk dianalisis

Arang yang akan diuji pertama dilakukan penghalusan dengan blender, kemudian di saring agar lebih halus kemudian setelah penghalusan sampel dapat dianalisis.

#### E. Rendemen arang

Prosedur analisis arang mengacu pada Standar Nasional Indonesia 06-3730-1995.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat Biochar (g)}}{\text{Berat Bahan Baku (g)}} \times 100\%$$

#### F. Kadar air

Sebanyak 3 gram arang ditempatkan kedalam wadah yang telah diketahui masanya, lalu di oven dalam suhu 100°C selama 1 hari hingga diperoleh massa konstan dan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{MC} = \left( \frac{\text{Ba} - \text{BKT}}{\text{BKT}} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

MC = Kadar Air (%)

Ba = bobot awal (g)

BKT = Bobot kering tanur (g)

#### G. Nilai pH

Pengukuran nilai pH sampel dihancurkan dan diimbang seberat  $\pm$  3 gram dan di oven terlebih dahulu, setelah itu pH meter di bilas dengan akuades untuk mengkalibrasi alat, setelah itu sampel di larutkan kedalam air panas yang fungsinya untuk melarutkan zat-zat ekstraktif pada sampel setelah itu ukur dengan menggunakan pH meter (SNI 6989-11:2019).

#### H. Kerapatan

Kerapatan yang dihitung merupakan kerapatan berat kering udara yang didapat dari berat dan volume arang kayu karet dan tandan kosong kelapa sawit sebelum dioven

dan sesudah di oven Nilai kerapatan dihitung dengan menggunakan rumus standar SNI 01-6235-2000 dengan rumus persamaan kerapata :

$$\text{Density} = \frac{m}{V}$$

keterangan:

Density = kerapatan (g/cm<sup>3</sup>)

M = bobot sampel kayu (g)

V = volume (cm<sup>3</sup>)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Rendemen arang

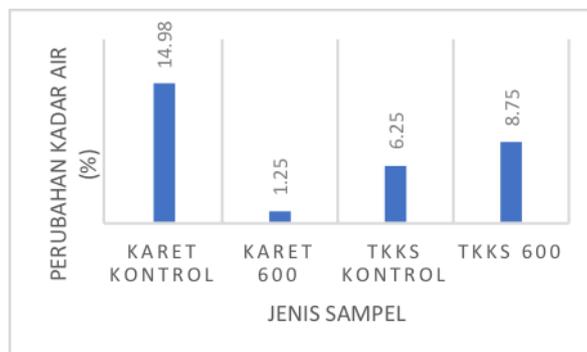
Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui persentase arang aktif yang dihasilkan dari bahan awal kayu karet dan tandan kosongsetelah melewati aktivasi dan karbonisasi. Dari tabel 1. Dapat dilihat rendemen arang tertinggi sebesar 32,00 % diperoleh dari perlakuan pirolisis dengan suhu 600°C dan rendemen terendah yaitu 15,90 % diperoleh dengan suhu yang sama akan tetapi dengan berat kering bahan baku yang berbeda.

Tabel I. Rendemen arang hayati

jenis	Berat kering bahan baku (kg)	Berat kering arang (kg)	Rendemen (%)
Kayu karet	2000	318	15,90
Tandan kosong	1000	320	32,00

#### B. kadar air

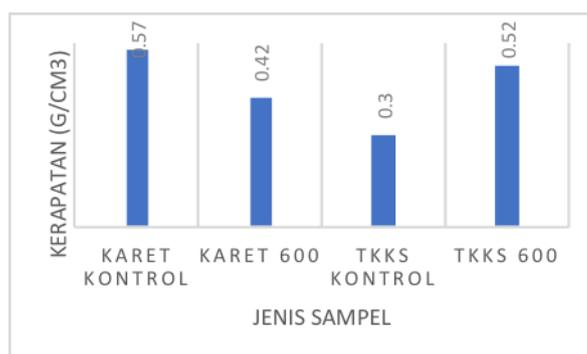
Perhitungan kadar air pada arang aktif bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis (daya serap air) arang aktif. Kadar air tertinggi diperoleh dari sampel karet kontrol sebesar 14,98 % dan yang kedua dari sampel tandan kosong suhu 600°C 8,75 % dan kadar air rendah yaitu tandan kosong kontrol sebesar 6,25% dan paling rendah karet 600°C sebesar 1,25% dapat diligat pada gambar 1.



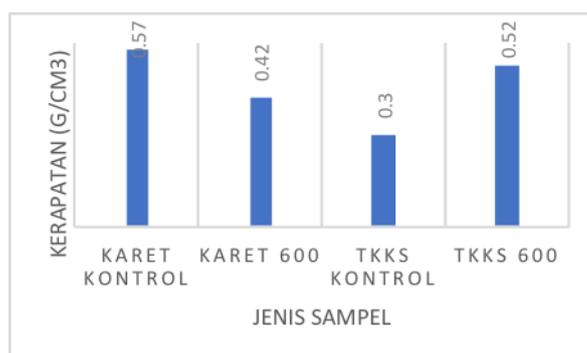
Gbr 1. diagram kadar air.

#### C. Kerapatan

Perhitungan kerapatan pada arang aktif bertujuan untuk mengetahui nilai kerapatan dalam suatu jenis bahan baku arang aktif. Pengukuran dilakukan 2 jenis yaitu dengan kerapatan kering udara. Kerapatan yang tertinggi diperoleh dari sampel karet kontrol sebesar 0,62 gr/cm<sup>3</sup> dan yang kedua dari sampel tandan kosong suhu 600°C 0,38 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air rendah yaitu karet 600°C sebesar 0,36 gr/cm<sup>3</sup> dan paling rendah yaitutandan kosong kontrol 0,30 gr/cm<sup>3</sup>. yang kedua yaitu kerapan kering tanur kerapatan dengan nilai besar yaitu karet kontrol sebesar 0,57 gr/cm<sup>3</sup> disusul dengan tandan kosng 600°C sebesar 0,52 gr/cm<sup>3</sup> untuk nilai kerapatan yag rendah yaitu tkks kontrol sebesar 0,30 gr/cm<sup>3</sup> dan yang kedua karet 600°C dengan nilai sebesar 0,42 gr/cm<sup>3</sup> pada gambar 2 dan 3.



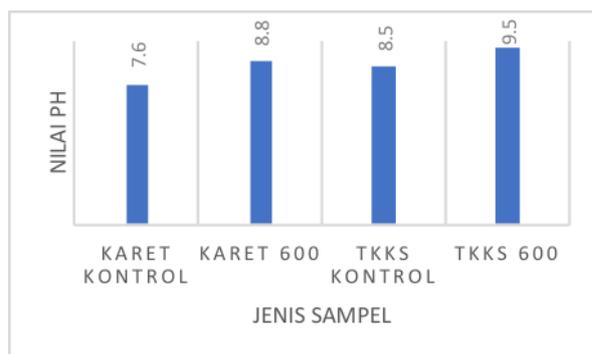
Gbr 2. diagram kerapatan kering udara.



Gbr 3. diagram kerapatan kering tanur.

#### D. Nilai pH

Nilai pH yang dilakukan ialah untuk mengetahui besaran pH pada suatu sampel dan hasil yang didapat yaitu nilai paling besar yaitu tkks 600°C dengan nilai 9.5, yang kedua yaitu karet 600°C dengan nilai 8.8, ketiga yaitu tkks kontrol dengan nilai 8.5 dan yang rendah yaitu karet kontrol dengan nilai 7.6, dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. diagram nilai pH. Pada grafik, tuliskan keterangan sumbu Y

#### PENUTUP

Secara umum, karakteristik arang dapat dilakukan dengan suhu 600°C dapat menghasilkan berbagai varian nilai kerapatan, nilai kadar air, pH dan nilai rendemen pada arang itu sendiri. Saran yang dapat penulis sampaikan adalah perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik arang aktif termasuk dari berbagai biomassa yang ada.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Tri Ismianto, Asha Ridhayana, dan Ufara Qasrin yang telah membantu selama penelitian.

#### REFERENSI

1. Latifah, R. N., Winarsih, dan Rahayu, Y.S. 2011. Pemanfaatan sampah organik untuk pertumbuhan tanaman bayam merah (*alternanthera ficooides*). *Jurnal lentera biologi*. 1(3) : 139-144.
2. Bridgwater, A.V. (2004). Biomass Fast Pyrolysis, *Thermal Science*, 8(2), 21-49.
3. Geonadi, D. H., dan santi, I. P. 2017. Kontroversi aplikasi standar mutu biochar.

4. Daryanto, 2007. Energi masalah dan pemanfaatan bagi kehidupan manusia. Pustaka widyatama. Togyakarta.
5. Febrianto, F., Hidayat, W., Samosir, T. P., Lin, H. C., and Soong, H. D. 2010. Effect of Strand Combination on Dimensional Stability and Mechanical Properties of Oriented Strand Board Made from Tropical Fast-Growing Tree Species. *Journal of Biological Sciences* 10(3): 267–272.
6. Febrianto, F., Hwee, S. P., Man, C. K., and Hidayat, W. 2017b. Properties Enhancement of Rubber Wood Particleboard Laminated with Low Density Polyethylene (LDPE) Resin. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 10(2): 186–194.
7. Febrianto, F., Royama, L. I., Hidayat, W., Bakar, E. S., Kwon, J. H., and Kim, N. H. 2009. Development of Oriented Strand Board from Acacia Wood (*Acacia mangium* Willd). *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 37(2): 121–127.
8. Hartono, R., Hidayat, W., Damayanti, R., and others. 2019. Effect of Impregnation Methods and Bioresin Concentration on Physical and Mechanical Properties of Soft-Inner Part of Oil Palm Trunk. in: *Journal of Physics: Conference Series* 012078.
9. Hidayat, W., Kim, Y. K., Jeon, W. S., Lee, J. A., Kim, A. R., Park, S. H., Maail, R. S., and Kim, N. H. 2017. Qualitative and Quantitative Anatomical Characteristics of Four Tropical Wood Species from Moluccas, Indonesia. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 45(4): 369–381.
10. Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J. H., Febrianto, F., Lee, S. H., Chae, H. M., Kondo, T., and Kim, N. H. 2017. Carbonization Characteristics of Juvenile Woods from Some Tropical Trees Planted in Indonesia. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*. 62(1): 145–152.
11. Hidayat, W., dan Febrianto, F. 2018. *Teknologi modifikasi kayu ramah lingkungan: modifikasi panas dan pengaruhnya terhadap sifat-sifat kayu*. Buku. Pusaka media. Bandar Lampung.
12. Hidayat, W., Suri, I. F., Safe'i, R., Wulandari, C., Satyajaya, W., Febryano, I. G., and Febrianto, F. 2019. Keawetan dan Stabilitas Dimensi Papan Partikel Hibrida Bambu-Kayu dengan Perlakuan Steam dan Perendaman Panas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 17(1): 68–82.

13. Lubis, M. A. R., Hidayat, W., Zaini, L. H., and Park, B. D. 2020. Effects of Hydrolysis on the Removal of Cured Urea-Formaldehyde Adhesive in Waste Medium-Density Fiberboard. *Jurnal Sylva Lestari* 8(1): 1–9.
14. Park, S. H., Jang, J. H., Qi, Y., Hidayat, W., Hwang, W. J., Febrianto, F., and Kim, N. H. 2018. Anatomical and Physical Properties of Indonesian Bamboos Carbonized at Different Temperatures. *Journal of the Korean Wood Science and Technology* 46(6): 9–18.
15. Rani, I. T., Hidayat, W., Febryano, I. G., Iryani, D. A., Haryanto, A., and Hasanudin, U. 2020. Pengaruh Torefaksi terhadap Sifat Kimia Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Pertanian* 9(1): 63–70.
16. Rubiyanti, T., Hidayat, W., Febryano, I. G., and Bakri, S. 2019. Karakterisasi Pelet Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) Hasil Torefaksi dengan Menggunakan Reaktor Counter-Flow Multi Baffle (COMB). *Jurnal Sylva Lestari* 7(3): 321–331.
17. Sulistio, Y., Febryano, I. G., Yoo, J., Kim, S., Lee, S., Hasanudin, U., and Hidayat, W. 2020. Pengaruh Torefaksi dengan Reaktor Counter-Flow Multi Baffle (COMB) dan Electric Furnace terhadap Pelet Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba*). *Jurnal Sylva Lestari* 8(1): 65–76.
18. Qi, Y., Jang, J. H., Hidayat, W., Lee, A. H., Lee, S. H., Chae, H. M., and Kim, N. H. 2016. Carbonization of Reaction Wood from *Paulownia tomentosa* and *Pinus densiflora* Branch Woods. *Wood Science and Technology* 50(5): 973–987.