



## **PENGARUH PENGGUNAAN LARUTAN NaOH DAN CH<sub>3</sub>COOH TERHADAP KARAKTERISTIK BIOBRIKET DARI AMPAS KOPI DENGAN PROSES *HYDROTHERMAL***

**M.Alif Alzahy Retwan, Zainuddin Ginting\*, Muhammad, Syamsul Bahri, Faisal**  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355  
\*e-mail: [zginting@unimal.ac.id](mailto:zginting@unimal.ac.id)

### **Abstract**

*Hydrochar adalah padatan berkarbon yang dihasilkan dari konversi biomassa dengan menggunakan metode karbonisasi hidrotermal (HTC). Waktu tinggal dan jenis pelarut yang digunakan merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik hydrochar yang dihasilkan. Pada penelitian ini hydrochar dibuat dari ampas kopi dengan proses hidrotermal menggunakan alat autoclave pada suhu 130°C dan tekanan 2 bar. Proses hidrotermal dilakukan dengan pelarut NaOH dan CH<sub>3</sub>COOH serta variasi konsentrasi yaitu 0,5; 0,75 dan 1 Molar. Waktu tinggal yang digunakan divariasikan antara 60, 75, dan 90 menit. Setelah proses hidrotermal dilanjutkan dengan penyaringan hydrochar padat dan cairannya. Hydrochar kemudian dilakukan pengeringan dalam oven selama 3 jam pada suhu 105°C untuk mengurangi kandungan airnya. Parameter sampel termasuk kadar air, abu, zat mudah menguap, karbon tetap, dan kalor. **Penelitian ini telah dilakukan sebelumnya dan yang membedakan penelitian ini dari yang sebelumnya yaitu jenis pelarut yang digunakan serta konsentrasi pelarut.** Hasil pengujian untuk kadar air pada larutan NaOH sebesar 5,26-8,13% dan untuk pelarut CH<sub>3</sub>COOH sebesar 3,22-7,84%, untuk kadar abu pada larutan NaOH sebesar 3,38-5,65% dan untuk pelarut CH<sub>3</sub>COOH sebesar 2,54-4,83%, untuk kadar zat mudah menguap pada larutan NaOH sebesar 9,67-16,57% dan untuk pelarut CH<sub>3</sub>COOH sebesar 9,28-15,25%, dan untuk kadar karbon pada larutan NaOH sebesar 72,46-79,28% dan untuk pelarut CH<sub>3</sub>COOH sebesar 69,74-76,14%.*

**Kata Kunci:** *Autoclave, Hydrochar, Karbonisasi Hidrotermal, Pelarut, dan Waktu Tinggal*

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i5.18057>

### **1. Pendahuluan**

Karbonisasi hidotermal (HTC) adalah proses termokimia yang menggunakan panas dan tekanan untuk mengubah biomassa mentah dengan air menjadi biofuel berkarbon. Proses ini mengubah limbah biomassa menjadi bahan serupa dengan kandungan karbon yang lebih tinggi. Autoclave, alat yang

digunakan dalam proses HTC ini, adalah tabung atau tangki yang mengandung uap bertekanan tinggi yang memungkinkan pengaturan suhu tinggi.

Alat *autoclave* bekerja dengan cara di mana pelarut atau material di dalamnya dapat dipanaskan hingga suhu yang lebih tinggi dari titik didihnya. Karena volume yang konstan sesuai dengan hukum gas ideal, tekanan dalam *autoclave* meningkat seiring dengan pemanasan.

Proses HTC menghasilkan tiga jenis produk, yaitu : padat, cair dan gas. Produk padatnya berupa hidrochar bahan bakar padat energi, terhomogenisasi dan kaya karbon. Oleh karena itu, *hydrochar* berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat maupun bahan baku pelet. Berbeda dengan produk padat, produk cair memerlukan fraksinasi melalui ekstraksi ketika digunakan untuk bio-oil produksi. Produk gas hasil hidrochar berjumlah sekitar 1-3 % dari bahan mentah, sebagian besar terdiri dari CO<sub>2</sub>.

Metode karbonisasi hidrotermal (HTC) mengubah biomassa menjadi padatan berkarbon *hidrochar*. Selain porositas dan luas permukaan spesifik yang rendah, *hidrochar* memiliki gugus fungsi permukaan polar yang menunjukkan kapasitas adsorpsi yang rendah, terutama untuk bahan organik non-polar (Gao et al., 2016). Menghasilkan *hidrochar* pasti akan mengurangi jumlah limbah biomassa yang tersedia. Salah satu solusi dalam menangani limbah biomassa adalah ini (Tippayawong et al., 2020).

Perekat tapioka biasanya digunakan untuk membuat briket karena murah dan mudah didapat. Nilai kalor kayu dalam bentuk aslinya akan lebih tinggi daripada nilai kalor briket jika tepung kanji digunakan sebagai bahan perekat (Capah, 2007). Karena kemungkinan briket menjadi lebih buruk dan menghasilkan banyak asap, kadar perekat yang digunakan biasanya tidak lebih dari 15%.

Tujuan penelitian untuk menganalisa karakteristik biobriket dari limbah ampas kopi.

## 2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian termasuk alat dan bahan serta alur kerjanya disajikan di bawah ini.

### 2.1 Bahan-bahan dan Alat-alat

Beberapa bahan yang diperlukan adalah limbah ampas kopi, Aquades, CH<sub>3</sub>COOH, NaOH, Tepung Tapioka 10%. Sementara itu, perlengkapan yang diperlukan antara lain *autoclave*, *oven*, neraca analitik, *beaker glass*, penjepit, kertas saring, *stopwatch*, *aluminium foil*, desikator, *crusher*.

### 2.2 Prosedur Penelitian

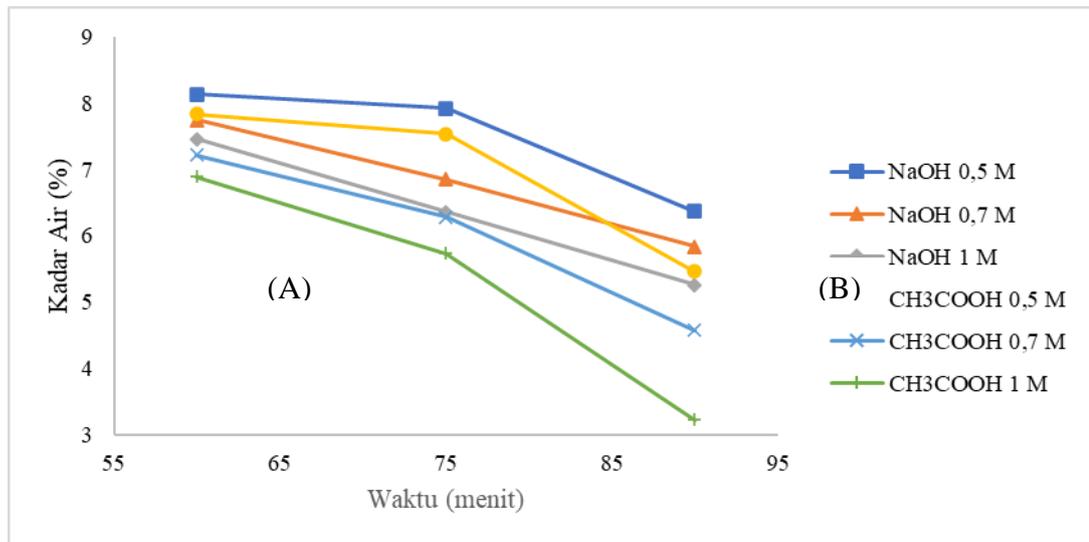
Berikut adalah langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini: Penelitian ini dilakukan dengan mempersiapkan bahan baku limbah ampas kopi yang dimasukkan kedalam *beaker glass* sebanyak 100 gr. Kemudian ditambahkan sebanyak 500 ml larutan CH<sub>3</sub>COOH dan NaOH kedalam beaker glass dengan variasi konsentrasi yang ditetapkan kemudian tutup *beaker glass* menggunakan *aluminium foil*. Campuran tersebut masuk ke proses karbonisasi *hydrothermal* dengan suhu 130°C dan tekanan 2 bar dengan variasi waktu karbonisasi setelah itu disaring menggunakan kertas saring. Selanjutnya *hydrochar* dijemur dibawah sinar matahari selama 1 hari kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 103°C selama 3 jam. Sampel diayak menggunakan *mesh* 60. Kemudian larutkan tepung tapioka dipanaskan dengan air hingga menjadi larutan homogen sebagai perekat dengan perbandingan 1:10 lalu campurkan sampel dengan perekat dan aduk hingga merata. Masukkan campuran kedalam mesin briket untuk dicetak dan jemur briket yang sudah dicetak hingga kering.

## 3. Hasil Penelitian

Di bawah ini adalah beberapa hasil penelitian.

### 3.1 Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Terhadap Kadar Air

Kadar air adalah tingkat di mana bagian air bebas dalam briket dipanaskan sampai seimbang dengan udara sekitarnya. Nilai kalor dan daya pembakaran meningkat dengan kadar air yang lebih rendah, dan sebaliknya, dengan kadar air yang lebih tinggi, nilai kalor dan daya pembakaran menurun.



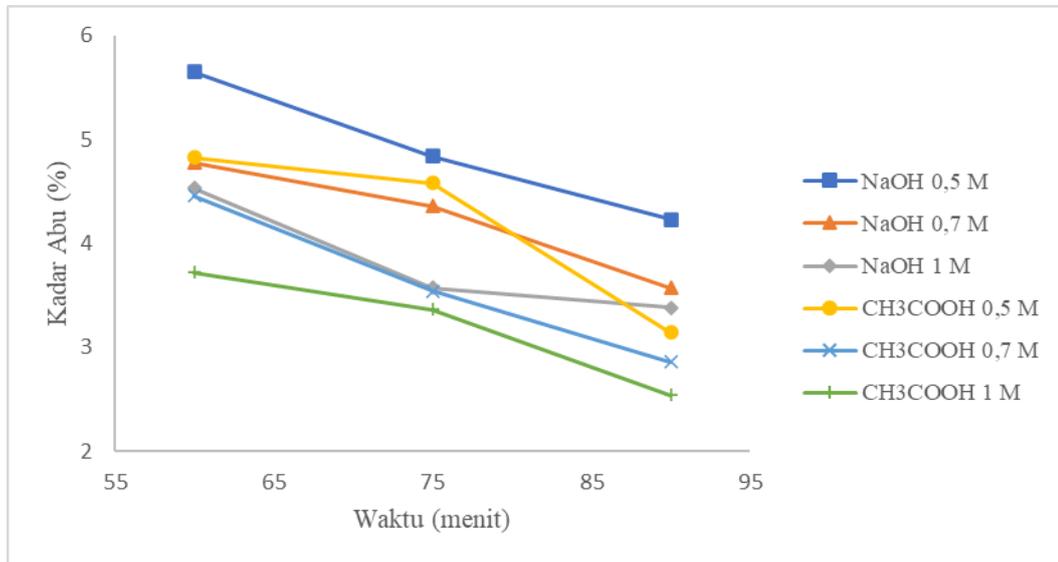
**Gambar 1.** Grafik Hubungan Konsentrasi Larutan dan Waktu Terhadap Kadar Air pada Biobriket

Gambar 1 menunjukkan bahwa aktivator higroskopis NaOH menyebabkan kadar air yang rendah ini. Air ( $H_2O$ ) dalam bahan bereaksi dengan NaOH, sehingga kadar air yang dihasilkan menjadi lebih kecil. Kandungan air karbon aktif yang tinggi dapat menyebabkan daya adsorpsi yang lebih rendah (Suhendarwati et al., 2013).

Karena reaksi dehidrasi menghilangkan sebagian gugus OH hidrofilik dari biomassa, torefaksi basah sangat membantu mengurangi jumlah air dalam biobriket. Ini ditunjukkan oleh perubahan suhu dan konsentrasi asam asetat selama proses torefaksi basah. Menurut Djani (2012), kadar air yang tinggi mengurangi suhu dan memperlambat pembakaran.

Nilai kadar air terhadap karbon aktif dihasilkan dari perbedaan konsentrasi larutan dan lama proses *hydrothermal*. Semakin tinggi konsentrasi larutan dan semakin lama proses *hydrothermal*, nilai kadar airnya cenderung menurun. Semua sampel memiliki kadar air antara 3,22 dan 8,13%, memenuhi standar SNI 01-6235-2000 untuk kualitas karbon aktif berbentuk serbuk sebesar 8%.

### 3.2 Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Terhadap Kadar Abu



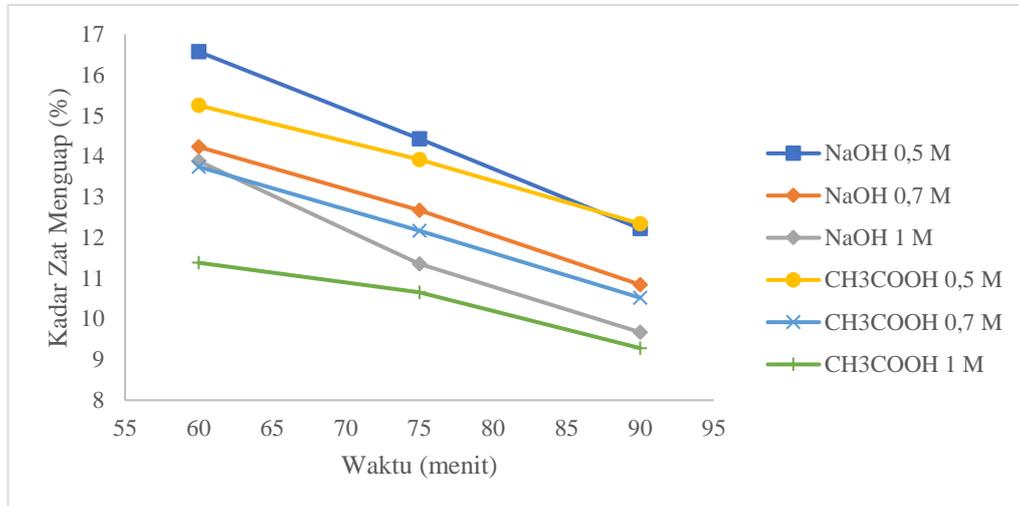
**Gambar 2.** Grafik Hubungan Konsentrasi Larutan dan Waktu Terhadap Kadar Abu pada Biobriket

Uji kadar abu menunjukkan berapa banyak abu yang dibuat selama pembakaran biobriket. Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa semakin banyak fraksi anorganik terlarut dihilangkan, semakin rendah nilai kadar abu meskipun konsentrasi NaOH lebih tinggi dan waktu tinggal yang lebih lama. Keadaan ini merupakan keuntungan dari proses karbonisasi *hydrotermal* karena kandungan abu pada bahan bakar tidak dapat diingankan dan menyebabkan masalah selama proses pembakaran.

Perlakuan dengan menggunakan larutan CH<sub>3</sub>COOH dengan konsentrasi 1 M dan waktu 90 menit memiliki nilai kadar abu terendah, yang sesuai dengan penelitian (Bach, 2015) menyatakan media air panas dengan larutan asam juga dapat mengurangi kandungan abu dalam biomassa. Kualitas biobriket yang dihasilkan berkorelasi negatif dengan kadar abu, kandungan abu yang tinggi akan menyebabkan panas yang dihasilkan menurun karena abu menumpuk selama pembakaran (Hendra,2012).

Uji kadar abu ini menunjukkan berapa banyak abu yang dihasilkan selama proses pembakaran biobriket. Nilai dari semua sampel berkisar antara 2,54 dan 5,65%, memenuhi standar kualitas kadar abu SNI 01-6235-2000, yaitu 8%.

### 3.3 Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Terhadap Kadar Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*)



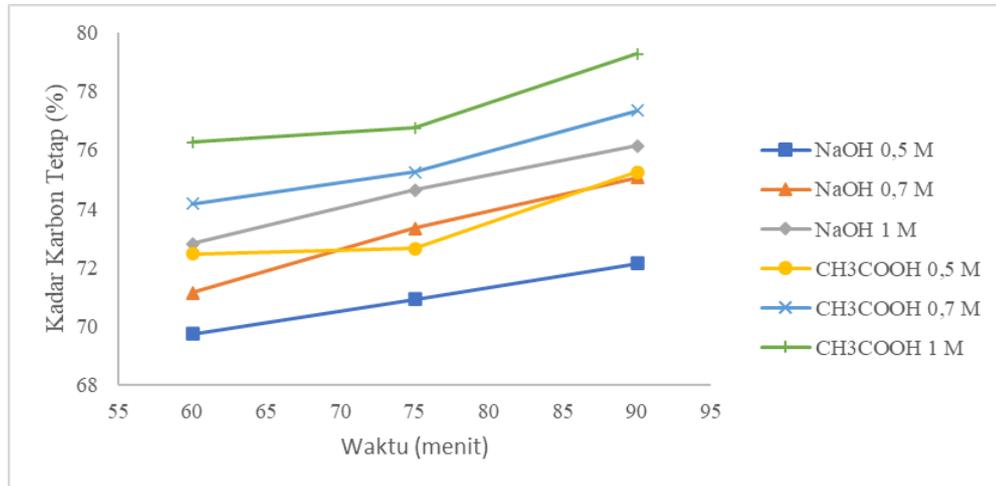
**Gambar 3.** Grafik Hubungan Konsentrasi Larutan dan Waktu Terhadap Kadar Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*) Pada Biobriket

Kadar zat mudah menguap, yang merupakan zat yang mudah menguap yang ditemukan dalam biomassa, menurun seiring dengan konsentrasi pelarut yang digunakan yang semakin pekat dan durasi proses *hidrotermal* yang lebih lama, seperti yang ditunjukkan pada grafik di atas.

Karena suhu yang meningkat selama proses hidrotermal, senyawa larutan NaOH dapat meningkatkan ekstraksi mineral dan biomassa. Akibatnya, senyawa yang membentuk *hydrochar* terurai, yang mengakibatkan penurunan kadar zat mudah menguap: kualitas *hydrochar* yang dihasilkan berkorelasi positif dengan kadar zat mudah menguap (Wilk dkk., 2020).

Larutan NaOH berfungsi sebagai perantara penting selama rangkaian reaksi untuk mengkatalisis dekomposisi molekul dan pembentukan *hydrochar*, sehingga konsentrasi NaOH yang lebih tinggi dapat mempercepat laju reaksi dan menyesuaikan pencapaian *hydrochar* yang diinginkan (Wang dkk., 2018). Analisa kadar zat mudah menguap biobriket dapat disimpulkan bahwa kualitas biobriket ampas kopi yang dihasilkan telah sesuai dengan Standar SNI (01-6235-2000) yaitu maksimal 15%.

### 3.4 Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Terhadap Kadar Karbon Tetap (*Fixed Carbon*)

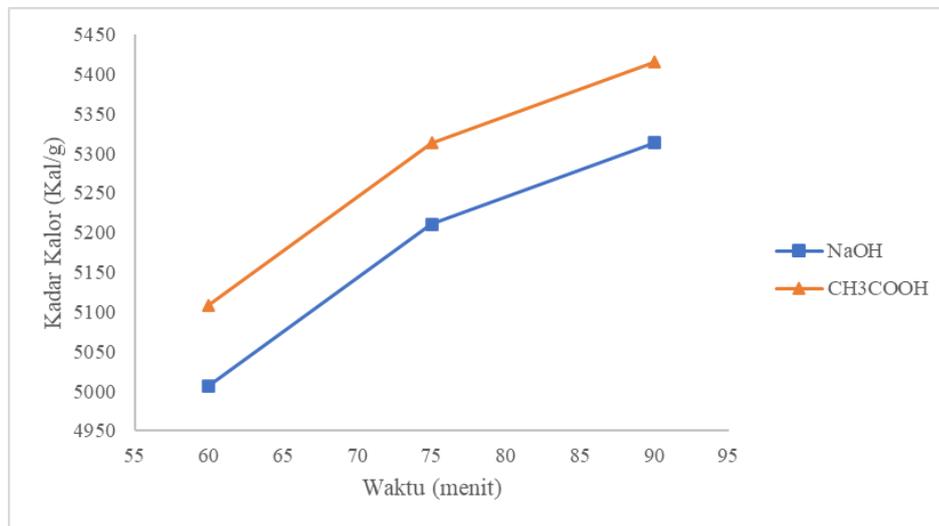


**Gambar 4** Grafik Hubungan Konsentrasi Larutan dan Waktu Terhadap Kadar Karbon Tetap (*Fixed Carbon*) Pada Biobriket

Kadar karbon tetap adalah banyaknya karbon yang dihasilkan dari material sisa setelah kadar air, abu, dan zat mudah menguap turun. Dalam Gambar 4, kadar karbon tetap terendah dihasilkan pada konsentrasi larutan NaOH 0,5 M dengan waktu tinggal 60 menit, yaitu 69,74%, dan kadar karbon tetap tertinggi dihasilkan pada konsentrasi larutan CH<sub>3</sub>COOH 1 M dengan waktu tinggal 90 menit, yaitu 79,28%. Keduanya menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kadar karbon tetap dibandingkan dengan kadar.

Ampas kopi yang diproses secara hidrotermal menghasilkan karbon terikat, atau karbon permanen, karena tingkat asam asetat berubah. Ini jelas menunjukkan bahwa lebih banyak karbon permanen dihasilkan dengan meningkatkan konsentrasi asam asetat yang digunakan. Ini karena karbonisasi *hidrotermal* menghasilkan degradasi hemiselulosa yang lebih kuat daripada karbonisasi dengan air (Y.Shen, 2015). Kadar karbon tetap lebih dari 17% dihasilkan dari penelitian ini, yang memenuhi standar SNI 8951:2020 yang umum digunakan untuk pembangkit listrik.

### 3.5 Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Terhadap Kadar Kalor



**Gambar 5** Grafik Hubungan Konsentrasi Larutan dan Waktu Terhadap Nilai Kalor Pada Biobriket Ampas Kopi

Nilai kalor, juga dikenal sebagai nilai kalor, merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting untuk menentukan kualitas biobriket, terutama jika dilihat dari seberapa efektif bahan tersebut. Kadar air, abu, zat terbang, dan karbon terikat memengaruhi nilai kalor. Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai kalor meningkat dengan waktu tinggal yang lebih lama. Di antara sampel yang ada, sampel yang diuji, dengan konsentrasi larutan 1 M dan waktu tinggal 90 menit, memiliki kadar air, abu, zat menguap, dan karbon yang paling rendah. Sampel yang diuji juga memiliki kadar karbon yang paling tinggi.

Karena sifat biomassa sebagai bahan bakar, tujuan perlakuan torefaksi basah adalah untuk meningkatkan potensi biomassa. Sifat-sifat biomassa dalam proses torefaksi basah dipengaruhi oleh suhu torefaksi basah, dan hasil pengujian nilai kalor menunjukkan hasil pretreatment dengan variasi larutan selama proses torefaksi basah. Menurut Bach (2013) Kadar kalor paling tinggi adalah 5312,97 Kal dan kadar kalor paling rendah adalah 5006,4525 Kal saat menggunakan larutan NaOH 0,5 M. Kandungan hemiselulosa yang lebih tinggi pada bahan baku ampas kopi menyebabkan kadar kalor yang lebih tinggi. Setelah analisis nilai kalor yang diuji, SNI (01-6235-2000) memenuhi standar.

Berdasarkan hasil analisis nilai kalor, dapat disimpulkan bahwa suhu torefaksi basah dan konsentrasi asam asetat memainkan peran yang signifikan dalam peningkatan nilai kalor larutan CH<sub>3</sub>COOH. Selama 60 menit, nilai kalor larutan meningkat menjadi 5108,625 kkal, 5312,97 kkal, dan 5415,1425 kkal, masing-masing.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Konsentrasi pelarut memainkan peran penting dalam kualitas briket yang dibuat. Briket dengan konsentrasi yang lebih tinggi memiliki kualitas yang lebih baik, dan waktu karbonisasi juga memainkan peran penting dalam pembentukan briket, waktu karbonisasi yang lebih lama menghasilkan briket dengan hasil yang lebih baik. Oleh karena itu, larutan NaOH dan CH<sub>3</sub>COOH dapat berfungsi sebagai pengganti air dalam proses *hydrothermal*. Dengan konsentrasi larutan sebesar 1 M dan waktu tinggal 90 menit, hasil terbaik dicapai.

#### 5. Daftar Pustaka

- Capah Ag. 2007. Pengaruh Konsentrasi Perekat Dan Ukuran Serbuk Terhadap Kualitas Briket Arang Dari Limbah Pembalalakan Kayu Mangium (Acacia Mangnum Willd). Skripsi. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.  
<https://ejournalfakultasteknikunibos.id/index.php/saintis/article/download/130/44/595>.
- D. Hendra, “Rekayasa Pembuatan Mesin Pelet Kayu Dan Pengujian Hasilnya ( Design and Manufacture of Wood Pellets Machine and Testing of its Product ),” Jurnal Penelitian Hasil Hutan, vol. 30, no. 2, pp. 144–154, 2012.  
<https://www.neliti.com/publications/123572/rekayasa-pembuatan-mesin-pelet-kayu-dan-pengujian-hasilnya>.
- Ditjenbun Direktorat Jendral Perkebunan. 2021. Statistik Perkebunan Unggul Nasional 2019-2021. <https://repository.polteklpp.ac.id/id/eprint/4076/>.
- Gao, P., Zhou, Y., Meng, F., Zhang, Y., Liu, Z., Zhang, W., & Xue, G. (2016). Preparation and characterization of hydrochar from waste eucalyptus bark by hydrothermal carbonization. *Energy*, 97, 238–245.  
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.123>.
- Poomsawat, S., & Poomsawat, W. (2021). Analysis of hydrochar fuel characterization and combustion behavior derived from aquatic biomass via hydrothermal carbonization process. *Case Studies in Thermal*

- Engineering, 27(July), 101255.  
<https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101255>.
- Suhendarwati, L., Suharto, B. & Susanawati, L.D. 2013. Pengaruh Konsentrasi Larutan Kalium Hidroksida Pada Abu Dasar Ampas Tebu Teraktivasi. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1(1):19-25.  
<http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1769109&val=7351&title=Pengaruh%20Konsentrasi%20Larutan%20Kalium%20Hidroksida%20pada%20Abu%20Dasar%20Ampas%20Tebu%20Teraktivasi>.
- Tipayawong, N., Kantakanit, P., & Koonaphapdeelert, S. (2020). Characterization of hydrochar from hydrothermal carbonization of maize residues. *Energy Reports*, 6, 114–118.  
<https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.11.050>.
- Triono A. 2006. Karakteristik Briket Arang Dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (*Maesopsis Eminil Engl*) Dan Sengan (*Paraserianthes Falcataria L Nielsen*) Dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*Cocos Mucifera L*). [Skripsi]. Departemen Hasil Hutan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.  
<https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin/article/view/203>
- Wang, T., Zhai, Y., Zhu, Y., Li, C., & Zeng, G. (2018). A review of the hydrothermal carbonization of biomass waste for hydrochar formation: Process conditions, fundamentals, and physicochemical properties. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90(March), 223–247.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.071>.
- Wilk, M., Magdziarz, A., Kalemba-Rec, I., & Szymańska-Chargot, M. (2020). Upgrading of green waste into carbon-rich solid biofuel by hydrothermal carbonization: The effect of process parameters on hydrochar derived from acacia. *Energy*, 202. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117717>.
- Yuliza, N., Nazir, N. dan Djalal, M. (2013). Pengaruh Komposisi Arang Sekam Padi dan Arang Kulit Biji Jarak Pagar terhadap Mutu Briket Arang. *Jurnal Litbang Industri* 3 (1): 21-30. Padang.  
<https://ejournals.umma.ac.id/index.php/jifta/article/download/871/687/>