# PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP VOLUME DAN KUALITAS TAR PIROLISIS LIMBAH SERABUT KELAPA

1Muhammad Safaat Surya Damae, 2Akhmad Farid

1) Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang, 2) D3 Mesin Otomotif Universitas Widyagama Malang

E-mail: [Safaatsurya@gmail.com](mailto:Safaatsurya@gmail.com)

*Abstract*

*Energy and waste are issues that need attention in Indonesia. Indonesia's population, including developing countries, has produced a lot of waste. Indonesia as a developing country has a very large population so that the accumulation of rubbish is everywhere the volume of garbage is always increasing and is always a big problem especially in big cities in Indonesia. One of them is organic waste, related to this research, which is coconut fiber waste which we easily get, such as in markets, households and restaurants. Coconut fiber waste has more economic value if we can use it as an alternative energy because this waste is relatively easy to find and free. The alternative energy in question is to make coconut fiber waste into biofuel or tar through a pyrolysis process for 3 hours with the provisions of coconut fiber waste weighing 200 grams. In this study, variations in temperature changes are 250 ̊C, 350 ̊C, 450 ̊C and 550 ̊C. The thing observed is the change in temperature during the pyrolysis process, the addition of tar volume, change in tar mass, change in tar density, calorific value of tar and color difference in the results of pyrolysis tar, this study uses 2 variables: free and bound variables, independent variables are temperature variations, time and weight of waste to be studied, the dependent variable is the change in temperature, the volume of tar produced by pyrolysis, change in mass, change in density, heating value and color difference in the result of pyrolysis tar. From the results of the study it was found that the higher the temperature the more tar results obtained with a peak temperature of 450 450C and decreased at 550 ̊C. The best results were obtained at a temperature of 450 ̊C with a tar volume of 42.5 ml with a heating value of 1375.989143 cal / gram.*

*Keywords: energy, pyrolysis, pyrolysis, waste, coconut fiber.*

**Abstrak**

Energi dan sampah adalah masalah yang perlu diperhatikan di negara Indonesia. Penduduk Indonesia yang termasuk negara berkembang telah banyak menghasilkan sampah. Indonesia sebagai negara berkembang memiliki penduduk yang sangat banyak sehingga penumpukan sampah ada dimana-mana sampah yang volumenya selalu meningkat dan selalu menjadi masalah besar terutama di kota-kota besar di Indonesia. Salah satunya adalah limbah organik, terkait penelitian ini yaitu limbah serabut kelapa yang mudah kita dapatkan seperti pada pasar, rumah tangga maupun rumah makan. Limbah serabut kelapa memiliki nilai ekonomis lebih jika dapat kita manfaatkan sebagai energi alternatif dikarenakan limbah ini tergolong mudah dicari dan gratis. Energi alternatif yang dimaksud adalah menjadikan limbah serabut kelapa menjadi biofuel atau tar melalui proses pirolisis selama 3 jam dengan ketentuan limbah serabut kelapa seberat 200 gram. Pada penelitian ini memiliki variasi perubahan temperatur yaitu 250 ̊C, 350 ̊C, 450 ̊C dan 550 ̊C. Hal yang diamati adalah perubahan temperatur selama proses pirolisis, penambahan volume tar, perubahan massa tar, perubahan massa jenis tar, nilai kalor tar dan perbedaan warna tar hasil pirolisis, penelitian ini menggunakan 2 variable yaitu variable bebas dan terikat,variable bebas adalah variasi temperatur,waktu dan berat limbah untuk diteliti, variable terikatnya merupakan perubahan temperatur, volume tar hasil pirolisis, perubahan massa, perubahan massa jenis, nilai kalor dan perbedaan warna tar hasil pirolisis. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin tinggi temperatur maka akan semakin banyak pula hasil tar yang diperoleh dengan temperatur puncaknya 450 ̊C dan menurun pada 550 ̊C. Hasil terbaik didapatkan pada temperatur 450 ̊C dengan volume tar sebanyak 42,5 ml dengan nilai kalor 1375,989143 kal/gram.

Keywords : energi, pirolisis, pyrolisis, limbah, serabut kelapa.

**PENDAHULUAN**

Energi dan sampah adalah masalah yang perlu diperhatikan di negara Indonesia. Penduduk Indonesia yang termasuk negara berkembang telah banyak menghasilkan sampah. Indonesia sebagai negara berkembang memiliki penduduk yang sangat banyak sehingga penumpukan sampah ada dimana-mana sampah yang volumenya selalu meningkat dan selalu menjadi masalah besar terutama di kota-kota besar di Indonesia. Disisi lain mereka juga butuh pasokan energi untuk kehidupan sehari-hari.Energi sangat berperan banyak dalam kehidupan manusia setiap harinya, ada berbagai macam energi yang dibutuhkan oleh manusia, salah satu masalah energi yang dihadapi sekarang adalah makin menipisnya energi bahan bakar yang tidak dapat diperbarui. Proses pembentukan bahan bakar tidak terbarukan sangat lama, yaitu sekitar 300 juta tahun sehingga manusia harus mencari sumber energi lain yang berpotensi menggantikan peran bahan bakar ini. Pencarian energi terbarukan sebelumnya juga sudah banyak dilakukan oleh peneliti lainnya seperti biodiesel dari proses pirolisis limbah kayu mahoni dan juga biogas dari limbah kotoran hewan.

Melihat jumlah sampah yang begitu banyak alangkah baiknya jika sampah dimanfaatkan sebagai sumber energi yang terbarukan mengingat kembali negara ini mengalami krisis energi tak terbarukan, khususnya energi bahan bakar. Ada dua macam jenis sampah yaitu organik dan anorganik dua jenis sampah ini mempunyai sifat yang berbeda ,organik adalah sampah yang bersifat bioregredable sehingga mudah untuk terdekomposisi, contoh dari sampah organik ini adalah sampah dari hewani maupun nabati bisa berbentuk sisa makanan, kayu, daun, kertas, sisa hasil panen buah maupun sayuran. berbeda halnya dengan sampah anorganik ,sampah ini bersifat non-regredable sehingga untuk di dekomposisi sangat sulit, contoh sampah anorganik adalah plastik, besi, kain dll. Selama ini penanganan sampah masih belum menemukan titik ujung karena mayoritas pemahaman masyarakat sampah akan teratasi dengan cara ditimbun dan dibakar, jika hal ini sudah melebihi baku mutu lingkungan akan menimbulkan masalah baru, yaitu pencemaran air tanah dan pencemaran udara. Maka penanganan khusus perlu dilakukan untuk menanggulangi hal itu dan memaksimalkan sampah untuk menjadi barang yang kembali dapat digunakan atau bermanfaat.

Pada penelitian ini peneliti menggunakan sampah organik hasil dari panen buah atau memanfaatkan bagian buah yang jarang digunakan kembali yaitu serabut kelapa, seperti kita ketahui kelapa adalah salah satu buah yang akan selalu berbuah tanpa dipengaruhi musim dan kebutuhan akan kelapa sehari-hari sangat tinggi, untuk santan campuran bahan masakan ,bahan makanan maupun untuk penjual es. Dalam penggunaan kelapa tersebut menghasilkan suatu limbah yaitu serabut kelapa yang masih sedikit pemanfaatannya sehingga terjadi penumpukan serabut kelapa, serabut kelapa mudah sekali kita temui seperti di pasar, rumah tangga, maupun rumah makan dll. Sehingga jika memanfaatkan serabut kelapa untuk membuat energi terbarukan melewati proses pirolisis ini akan sangat mudah mendapatkan biomassa secara gratis.

Dari latar belakang tersebut maka perlunya dilakukan proses pirolisis serabut kelapa agar dapat membentuk limbah tersebut menjadi biodiesel(tar), bricket(char) maupun gas. Dalam penelitian ini hanya akan di teliti hasil pirolisis yang berbentuk tar. Tar adalah salah satu produk hasil pirolisis,biodiesel(tar) sendiri adalah bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, pyrolisis oil,bio-crude oil,wood oil, wood liquids dan liquid smoke. Tar terbentuk dari depolimerisasi dari selulosa, hemiselulosa dan lignin.Tar memiliki fungsi untuk pembakaran, bahan bakar mesin diesel dan Combustion Turbines.

Pirolisis merupakan proses dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa melibatkan oksigen, untuk mendapatkan molekul yang lebih kecil dan ringan. Pada temperatur diatas 200̊C, lignocellulosic material (kayu), terdegradasi dan akan terbentuk gas, cairan (tar) dan padatan (char) sebagai hasil utamanya, dimana semua komponen tersebut mampu terbakar [2].Pirolisis adalah kasus khusus [termolisis](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Termolisis&action=edit&redlink=1). Pirolisis ekstrem yang hanya meninggalkan [karbon](https://id.wikipedia.org/wiki/Karbon) sebagai [residu](https://id.wikipedia.org/wiki/Residu), disebut [karbonisasi](https://id.wikipedia.org/wiki/Karbonisasi). Sabut kelapa yang di pirolisis akan menghasilkan Tar (biodiesel), Char (bricket), dan juga gas. yang masing-masing tar, bricket maupun gas jika diberi perlakuan khusus akan dapat dimanfaatkan sebagai sesuatu yang berguna, char/bricket dapat dimanfaatkan sebagai arang untuk bahan bakar padat, dan juga tar/biodiesel dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar cair, begitu pula gas dapat dipakai untuk bahan bakar gas ,namun hasil pirolisis ini dapat memiliki presentase kalor yang berbeda hal ini dipengaruhi oleh lamanya proses pirolisis, dan tinggi rendahnya temperatur saat proses pirolisis berlangsung.

Maka dari penjelasan tersebut diperlukannya penelitian mengenai pengaruh variasi temperatur terhadap tar hasil proses pirolisis limbah sabut kelapa. Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu berkontribusi dalam bidang energi terbarukan, dan juga akan dijadikan pembelajaran dalam penelitian berikutnya.

**TINJAUAN PUSTAKA**

**Penelitian Terdahulu**

[3] Yield bio-oil untuk ukuran partikel biomassa -20+30 Mesh bervariasi dari 23,636% sampai 27,889%. Temperatur optimum untuk mendapatkan bio-oil terbanyak pada ukuran ini adalah pada 500̊C. Begitu pula dengan arang yang dihasilkan terbanyak pada 500̊C. Tar relatif sama pada ketiga temperatur. Sedangkan gas menunjukkan bahwa pada temperatur 500̊C terjadi hasil yang paling sedikit dibandingkan pada temperatur 450̊C dan 550̊C. Perbedaan hasil bio-oil pada temperatur 450̊C dan 500̊C karena meningkatnya reaksi devolatilisasi pada temperatur yang lebih tinggi karena energi tersedia lebih banyak dan hal ini menyebabkan terputusnya ikatan dalam senyawa organik sehingga meningkat hasil cairannya. Temperatur 500̊C ini menjadi kondisi dimana hasil bio-oil yang terbanyak. Di atas temperatur ini, bio-oil dan arang berkurang sedang hasil gas meningkat karena terjadi reaksi cracking sekunder dari uap pirolisis dan kemungkinan terjadi dekomposisi sekunder arang. Fenomena yang berbeda terlihat pada hasil pirolisis biomassa yang berukuran 30+40 Mesh.Yield bio-oil cenderung masih terus meningkat pada temperatur 550̊C. Dengan menaikkan temperatur pirolisis di atas 550̊C dapat terlihat temperatur optimum pirolisis untuk menghasilkan bio-oil yang terbanyak. Sedangkan yield arang dan gas cenderung sedikit menurun terus dari temperatur 450̊C sampai 550̊C. Pada ukuran partikel biomassa yang lebih kecil ini, kenaikan temperatur menyebabkan reaksi devolatilisasi yang terus menerus dengan kenaikkan temperatur dan pada temperatur yang lebih tinggi karena energi tersedia lebih banyak menyebabkan terputusnya ikatan dalam senyawa organik.

[4] Komposisi kimia sabut kelapa secara umum terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, tannin, dan potasium. Setiap butir kelapa mengandung serat 525 gram (75 % dari sabut), dan serbuk sabut kelapa 175 gram (25 % dari sabut).

Tabel 1 Komposisi Kimia serat sabut kelapa Parameter Kadar (%)

|  |  |
| --- | --- |
| Selulosa | 26,6 |
| Hemiselulosa | 27,7 |
| Lignin | 29,4 |
| Air | 8 |
| Komponen ekstraktif | 4,2 |
| Unsur anhidrat | 3,5 |
| Nitrogen | 0,1 |
| Abu | 0,5 |

## Tar (Biodiesel)

[5]Tar merupakan salah satu zat yang dihasilkan dari proses pirolisis serbuk kayu. Tar ini berwarna gelap hitam, berbentuk cairan yang berisi banyak campuran senyawa. Di dalam tar yang terbentuk masih terkandung air dalam jumlah yang cukup besar. Terkadang juga ada zat padat (char) yang ikut terbawa.

Nama lain dari tar adalah bio-oil, pyrolisis oil,bio-crude oil,wood oil, wood liquids dan liquid smoke. Tar terbentuk dari depolimerisasi dari selulosa, hemiselulosa dan lignin.

Kualitas dari tar ini dapat dilihat dari berat minyak yang dihasilkan dan nilai kalor yang dimiliki oleh tar. semakin berat massa tar maka semakin baik kualitas dari tar. selain itu semakin tinggi nilai kalor yang dimiliki tar maka semakin baik pula kualitas dari ini. Air di dalam tar ini merupakan akibat dari uap air yang ikut terkondensasi sehingga ikut terjebak dengan tar. Tar memiliki fungsi untuk pembakaran, bahan bakar mesin diesel dan Combustion Turbines.



Gambar 1 Tar hasil pirolisis

Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan di dalam penelitian ini adalah metode penelitian nyata (*true experimental research*). Jenis penelitian ini dapat dipergunakan untuk menguji suatu perlakuan dengan membandingkannya dengan perlakuan lainnya.

**Tempat dan Waktu Pelaksanaan**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang, untuk proses pengambilan data ,mulai bulan September tahun 2018 sampai bulan Januari tahun 2019 .

## Variabel Penelitian

Di dalam penelitian ini terdapat 3 variabel yang dipergunakan, antara lain:

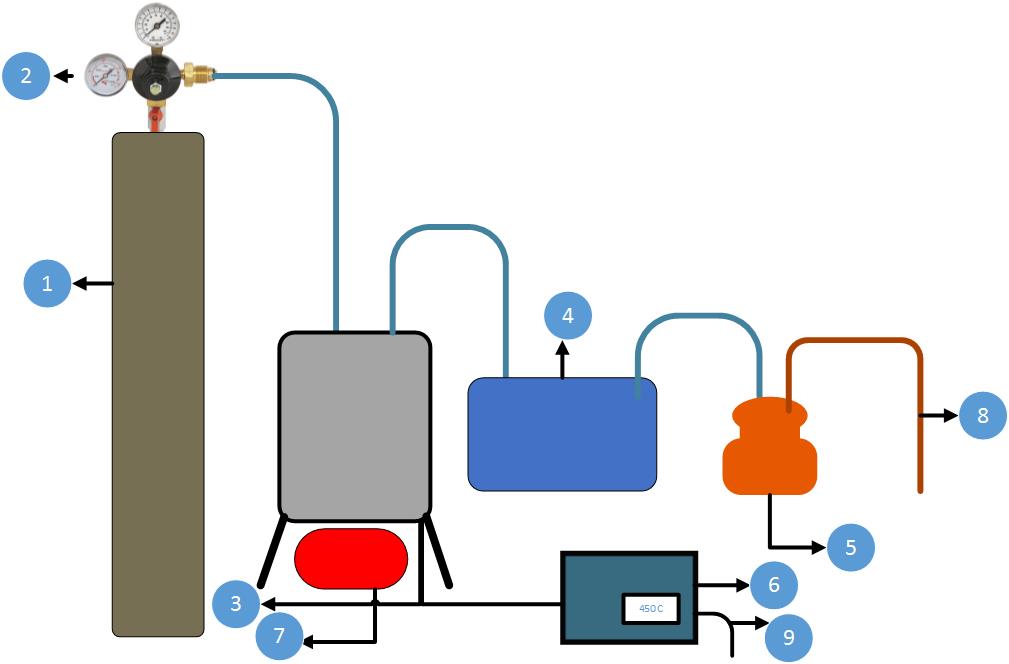
1. Variabel bebas adalah variabel yang nilainya kita tentukan dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Adapun variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah temperatur pemanasan pada saat proses pirolisis yaitu 250˚C, 350˚C, 450˚C dan 550˚C, limbah serabut kelapa 200 gram dengan waktu pirolisis 3 jam.
2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besar nilainya tidak dapat ditentukan melainkan tergantung pada nilai dari variabel bebasnya. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian pirolisis ini adalah volume tar selama pirolisis serta nilai kalor selama pirolisis.

## Alat Dan Bahan Penelitian

1. Instalasi Pirolisis

Instalasi ini berfungsi untuk mem-pirolisis bahan baku yang dimana dalam hal ini limbah kertassebagai bahan utama. Limbah kertas dimasukkan ke dalam piroliser dan kemudian akan diatur suhu pemanasannya.



Gambar 2 Instalasi Pirolisis

Keterangan Gambar:

1. Tabung Gas N2
2. *Flowmeter* Gas N2
3. *Pirolizer*
4. Kondensor
5. Bio oil
6. *Datalogger*
7. *Burner*
8. Saluran bio-gas
9. Ke stop kontak

## Diagram Alir Penelitian



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian ini adalah perubahan temperatur, volume tar hasil pirolisis, perubahan massa, massa jenis, nilai kalor dan warna spesimen hasil pirolisis. Pada proses pirolisis temperatur pemanasan 250̊C suhu konstan didapatkan mulai dari menit ke 6, dikarenakan suhu 250̊C adalah suhu yang tergolong rendah maka akan cepat tercapai dan panas tergolong kecil. Pada proses pirolisis temperatur 350̊C suhu konstan didapatkan pada menit ke 10, pirolisis menggunakan temperatur 450̊C mendapatkan suhu konstannya pada menit ke 16, dan pada proses pirolisis temperatur 550̊C didapatkan suhu konstan pada menit ke 22, perubahan temperatur ini dapat dilihat pada gambar 2. Pada proses pirolisis ini berlangsung selama 3 jam dengan pengamatan per 2 menit temperatur dikontrol melalui solenoid yang terhubung dengan *temperature controller* menggunakan sensor *thermocouple* yang terletak pada tabung piroliser untuk membaca suhu di dalam tabung*.* Panas yang dihasilkanuntuk proses pirolisis ini menggunakan kompor gas bertekanan, apinya diatur oleh regulator. Regulator dan solenoid menjadi serangkaian sehingga ketika suhu belum tercapai pada *temperature setting* maka solenoid akan terbuka yang mengakibatkan api akan tetap besar dan terus memanaskan piroliser sampai suhu tercapai.

**Gambar 4 Grafik perubahan temperatur saat proses pirolisis**

Berikutnya, Grafik hubungan antara variasi temperatur pirolisis dengan volume tar hasil pirolisis limbah serabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 3. Dari grafik dapat diketahui bahwa volume tar mengalami peningkatan dari temperatur 250°C sampai pada 450°C lalu mengalami penurunan pada temperatur 550°C. Pada temperatur 250°C, volume tar yang dihasilkan adalah sebesar 0 ml. Terkait hal ini dikarenakan suhu 250°C memang adalah suhu awal pirolisis namun panas yang dihasilkan belum mamapu untuk melakukan dekomposisi selulosa, hemiselulosa dan lignin pada serabut kelapa. Lalu mendapati peningkatan perolehan hasil tar pada temperatur 350°C yaitu sebesar 12 ml. Hal ini dikarenakan selulosa dan hemiselulosa sudah mulai terdekomposisi sehingga menghasilkan tar dibandingkan dengan temperatur sebelumnya yaitu 250°C.

**Gambar 5 Grafik Hubungan Antara Volume Akhir dan Temperatur**

Selanjutnya adalah grafik perubahan massa terhadap waktu, Dapat dilihat pada gambar 4 menunjukan perolehan massa tar pada semua variasi temperatur, pada temperatur 250°C adalah tidak ada. Hal ini disebabkan karena temperatur 250°C serbuk serabut kelapa belum terpirolisis sempurna, dikarenakan walau temperatur 250°C adalah suhu awal pirolisis tetapi temperatur belum merata dan belum mampu melakukan proses pirolisis pada serabut kelapa. Pada temperatur 350°C massa pertama keluar pada menit ke 18 dengan temperatur 347 ̊C . Penambahan tar ini tidak terjadi secara berkelanjutan namun memiliki jeda yang berbeda-beda hingga akhir proses pirolisis berlangsung, hal ini dikarenakan naik turunnya temperatur yang diatur oleh solenoid melalui pembaca suhu *thermocouple* yang diletakkan didalam tabung piroliser sehingga suhu yang ada dalam tabung piroliser tidak konstan naik terus dan memerlukan waktu yang lebih lama untuk melakukan dekomposisi pada serabut kelapa dalam tabung piroliser. Sehingga biomassa dalam tabung piroliser belum semua terdekomposisi sempurna menjadi bentuk cair, padat dan gas. Pada temperatur 450 ̊ C tar pertama didapatkan pada menit ke 16 dengan temperatur 448 ̊C. Hal tersebut terjadi karena semakin tinggi temperatur maka semakin banyak komponen-komponen biomassa yaitu, selulosa, hemiselulosa dan lignin yang terdekomposisi namun pada temperatur 450 ̊C ini zat terbanyak yang terdekomposisi adalah selulosa dan hemiselulosa sehingga mendapatkan perolehan hasil tar paling banyak. Pada temperatur 550 ̊ C hasil tar menurun dibandingkan pada temperatur 450 ̊C. Hal tersebut terjadi karena semakin tinggi temperatur maka semakin banyak komponen-komponen biomassa yaitu, selulosa, hemiselulosa dan lignin yang terpirolisis namun pada temperatur 450 ̊C sampai 550 ̊C ini lignin pada biomassa mulai banyak terdekomposisi karakteristik dari hasil pirolisis lignin ini adalah 55 % char, 15 % tar, 20 % cairan dan 20 % gas. sehingga gas dan char yang dihasilkan lebih banyak daripada tar.

**Gambar 6 Grafik Hubungan Antara Massa Akhir dan Temperatur**

Berikutnya analisa grafik pengaruh temperatur pirolisis terhadap nilai kalor, Dapat dilihat pada gambar 4.4 dan tabel 4.2.2 yang menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya temperatur maka nilai kalor tar yang dihasilkan akan semakin meningkat pula sampai batas maksimal di suhu 450°C dan menurun pada suhu 550̊C. Berikut penjelasannya pada suhu 300̊C sampai 450̊C dekomposisi selulosa dan hemiselulosa yang memiliki karakteristik dapat menghasilkan cairan yang lebih banyak, hasil cairan ini termasuk tar, sehingga pada puncak 450̊C tar lebih banyak didapatkan daripada uap dan air maka tar yang memiliki karakteristik bensol lebih besar daripada zat lainnya. Kesimpulannya pada suhu 450̊C hasil tar mengandung bensol lebih banyak sehingga nilai kalor yang terkandung menjadi paling tertinggi.

**Gambar 7 Grafik Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Nilai Kalor tar**

Berikutnya adalah perbedaan warna tarpada warna spesimen Tar hasil pirolisis tidak terlalu terlihat perbedaan dapat dilihat pada gamabar 7 warna ketiga spesimen ini yaitu tar hasil pirolisis pada temperatur 350̊C, 450̊C, 550̊C cenderung gelap pekat, untuk temperatur 250̊C sama sekali tidak mengeluarkan tar. Namun pada spesimen tar temperatur 550̊C terlihat lebih terang jika diberikan cahaya hal ini berhubungan juga dengan nilai kalor yang terkandung pada tar hasil pirolisis pada temperatur 550̊C yang memiliki nilai kalor lebih kecil daripada tar hasil pirolisis temperatur lainnya yaitu sebesar 7,610827586 cal/gram. Hal ini berkaitan pula dengan mengapa hasil pada suhu 550̊C lebih terang karena lebih banyak mengandung air daripada tar dan dekomposisi zat lainnya menjadi uap dan gas. Dan pada suhu 350̊C dan 450̊C hasil cair dari pirolisis lebih gelap dikarenakan lebih banyak mengandung tar daripada air, dan juga abu biomassa yang berada didalam piroliser ada beberapa yang ikut masuk kedalam hasil cair atau tar.



**Gambar 8 perbedaan warna tar hasil pirolisis serabut kelapa**

**4.2 Tabel**

**Tabel 2. Massa Jenis Tar Hasil Pirolisis Serabut Kelapa**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Suhu** | **Massa Jenis TAR (kilogram)** |
| **1** | **250** | **0** |
| **2** | **350** | **1,25** |
| **3** | **450** | **1,058** |
| **4** | **550** | **1** |

Massa jenis tar merupakan massa persatuan volume dari cairan hasil proses pirolisis. Massa jenis dapat dihitung dan mengukur massa serta volume cairan yang didapatkan dari proses pirolisis. Berikut adalah salah satu contoh perhitungan massa jenis dari cairan hasil proses pirolisis pada serabut kelapa dengan suhu 350̊C.

=

= Massa Jenis (Kg/m³) atau (g/cm³)

m = Massa (Kg atau gram)

v = Volume (m³ atau cm³)

= = 1,25 Kg/m³

Massa jenis untuk suhu 250̊C adalah 0 karena pada proses pirolisis tidak menghasilkan tar sama sekali, Suhu 350̊C adalah 1,25 Kg/m³, Suhu 450̊C adalah 1,058 Kg/m³, Suhu 550̊C adalah 1 Kg/m³. Dari hasil perhitungan massa jenis tar tersebut dapat dilihat tidak banyaknya pengaruh perubahan temperatur terhadap hasil massa jenis tar. Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis menunjukan tingkat kerapatan suatu zat, hal tersebut dibuktikan dari hasil perbandingan warna spesimen tar hasil pirolisis yang menunjukan tar hasil pirolisis pada suhu 550̊C yaitu lebih cerah dibanding hasil pirolisis temperatur lainnya.

**Tabel 3 Nilai Kalor Hasil Pirolisis Serabut Kelapa**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Suhu** | **Nilai kalor (cal/gram)** |
| **1** | **250** | **0** |
| **2** | **350** | **31,55536842** |
| **3** | **450** | **1375,989143** |
| **4** | **550** | **7,610827586** |

**Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin tingginya temperatur pirolisis maka massa dan volume tar akan meningkat sampai titik puncak pada suhu 450 ˚C yaitu 42,5 ml dan kemudian turun pada suhu 550 ˚C. Hal ini dikarenakan produksi tar maksimal pada suhu 300̊C sampai 450̊C.
2. Nilai kalor terbaik berada pada temperatur 450 ˚C dikarenakan pada temperatur 450̊C hasil tar lebih banyak dan mengandung lebih banyak bensol.
3. Perbedaan warna spesimen cenderung tidak banyak berbeda yaitu hitam pekat namun sedikit berbeda pada tar temperatur 550̊C sedikit lebih cerah dikarenakan pada suhu ini hasil cair proses pirolisis lebih banyak mengandung air daripada tar, dapat dibuktikan dengan melihat hasil massa jenis yang mendapatkan nilai lebih kecil yaitu 1 Kg/m3, yang berarti kerapatan lebih rendah dibanding hasil tar lainnya yang mendapatkan hasil 1,058 Kg/m3untuk temperatur 450̊C dan 1,25 Kg/m3untuk temperatur 350̊C.

**Daftar Rujukan**

[1] Nugroho, A., Sangko, M. N., & Wijayanti, W. (2017). Pengaruh Temperatur Terhadap Entalpi dan Kinetik Rate Gas Pirolisis Kayu Mahoni, (1), 402–407.

[2] Zulkania, A. (2016). Pengaruh temperatur dan ukuran partikel biomassa terhadap Bio-Oil Hasil Pirolisis Ampas Tebu / Baggase. *Jurnal Teknoin*, *22*, 328–336.

[3] Hanum, M. S. (2015). EKSPLORASI LIMBAH SABUT KELAPA ( Studi Kasus : Desa Handapherang Kecamatan Cijeunjing Kabupaten Ciamis ). E-Proceeding of Art and Design, 2(2), 932. <https://doi.org/10.1111/avsc.12056>

[4] Basu, Prabir. 2010. Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory. Published by Elsevier Inc.

[5] Prasetyo Hendra et al.Mesin pengolah limbah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif.Pendidikan Teknik Mesin,Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.