SIFAT PEMBAKARAN PARTIKEL DAN UTUHAN KAYU MAHANG (*Macaranga tanarius* L.) DAN KAYU MERBAU (*Intsia bijuga* OK)

(Combustion Characteristics of Particles and Solid Wood of Mahang [Macaranga tanarius L.] and Merbau [Intsia bijuga OK])

Helmy Y. Setiabudi[1] Cicilia Maria Erna Susanti[1]✉ dan Susilo Budi Husodo[1]
Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan Universitas Papua Manokwari, Papua Barat, 98314. Tlp/Fax: +62986211065.
✉Penulis Korespondensi: Email: c.susanti@unipa.ac.id
Diterima: 18 Jan 2019| Disetujui: 18 Feb 2019

Abstrak

Pembakaran merupakan proses oksidasi biomasa dan membebaskan energi dalam bentuk panas, cahaya, dan radiasi inframerah, yang dipengaruhi juga dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran biomassa serta kandungan bahan kimia biomassa. Kayu mahang (*Macaranga tanarius*) potensial digunakan sebagai bahan bakar karena merupakan salah satu jenis cepat tumbuh dan merupakan tumbuhan pionir pada hutan sekunder. Kayu merbau (*Instia* bijuga) merupakan salah satu jenis kayu yang paling dipilih sebagai kayu bakar. Karateristik pembakaran dari kedua jenis kayu tersebut merupakan tujuan dari kajian ini. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan teknik analisis laboratorium. Sampel yang diuji adalah bagian cabang dan ranting pohon mahang dan merbau, dalam bantuk kayu utuh, tatal kayu, dan serutan kayu, dengan berat yang sama untuk setiap sampel kayu. Pengujian sifat pembakaran menggunakan kompor termoelektrik. Kayu mahang dalam bentuk utuh memiliki durasi pembakaran 11 menit 35 detik dengan abu yang dihasilkan seberat 4,3 gram, tatal mahang memiliki durasi pembakaran 8 menit 4 detik dengan abu yang dihasilkan seberat 5,3 gram, dan serutan mahang memiliki durasi pembakaran 7 menit 7 detik dengan berat abu 1,3 gram. Sementara, durasi pembakaran kayu merbau dalam bentuk kayu utuh adalah 8 menit 33 detik dengan berat abu 6,6 gram, tatal merbau berdurasi pembakaran 8 menit 9 detik dengan berat abu 4,3 gram, dan serutan merbau terbakar dalam durasi 16 menit 25 detik dengan berat abu 5,7 gram.
Kata kunci: durasi bakar, sifat pembakaran, kadar abu, Mahang, Merbau

Abstract

Combustion is biomass oxidation process which liberate energy in form of heat, visible light, and infrared radiation which influenced by forms, dimensions and chemical contents of biomass. Mahang wood (Macaranga tanarius L.) has potential for used as fuel because it's fast growing species and pioneer species in secondary forest. Merbau wood (Instia bijuga OK) is one of the species widely use as firewood. Combustion characteristics of this wood specieses is main goal of this study. This research conducted with descriptive method using laboratory analysis. Samples was taken from branches of mahang and merbau trees, in forms of solid wood, wood chips, and wood shavings with same weight of samples. Testing of combustion characteristics conduted using thermoelectric stove. Mahang in solid form burns for 11 minutes and 35 seconds with 4,3 grams of ashes, mahang chips burns for

8 minutes and 4 seconds with 5,3 grams of ashes, mahang shavings burns for 7 minutes and 7 seconds with 1,3 grams of ashes. Meanwhile, solid merbau wood burns for 8 minutes and 33 seconds with 6,6 gram of ashes, merbau chips burns for 8 minutes and 9 seconds with 4,3 grams of ashes, and merbau shavings burns for 16 minutes and 25 seconds with 5,7 grams of ashes.
Keywords: *burn duration, combustion characteristic, wood ash, Mahang, Merbau*

PENDAHULUAN

Pembakaran merupakan proses oksidasi biomassa dan membebaskan energi dalam bentuk panas, cahaya, dan radiasi inframerah (Browne 1958; Emmons dan Atreya 1982; Vogel 2005; dan Curkeet, 2011). Panas, cahaya dan radiasi infra merah yang dihasilkan bergantung pada massa (bobot) dari biomasa yang dibakar. Banyaknya energi yang dihasilkan biomasa dapat diprediksi dengan mengetahui nilai kalornya. Tiap jenis kayu memiliki nilai kalor yang berbeda-beda (Chakradari dan Patel, 2016). Kayu dengan berat jenis (BJ) yang lebih tinggi cenderung memiliki nilai kalor yang lebih tinggi (Hanun 2014). Selain itu, proporsi komponen kimia kayu (selulosa, lignin, dan zat ekstraktif) menjadi penentu besaran nilai kalor yang dapat dihasilkan oleh suatu jenis kayu (Tillman 1976; Ragland et al. 1991; Yang et al. 2006).

Besarnya energi yang dihasilkan dari pembakaran biomasa juga dipengaruhi oleh kerapatan masa, yang dipengaruhi oleh banyaknya masa per satuan volume material. Selain itu, banyaknya kandungan oksigen dalam suatu material membantu proses pembakaraannya. Pada bahan bakar yang berasal dari biomasa, kerapatan dan kandungan oksigen pada biomasa, didekati dengan bentuk material yang digunakan sebagai bahan bakar.

Kayu merbau dengan bobot jenis 0,63 – 1,04 (pada KA 15%), mengindikasikan banyaknya jumlah biomasa pada jenis kayu ini, dengan nilai kalor merbau sekitar 4.417 kkal/kg, namun sifat pembakaran kayu ini masih belum banyak dilaporkan. Demikian pula dengan kayu mahang (*Macaranga tanarius*), yang merupakan salah satu jenis pionir pada hutan sekunder dan termasuk jenis kayu cepat tumbuh (*fast-growing species*). Mahang memiliki nilai bobot jenis 0,27 – 0,32 (Aprianis dan Wahyuningsih 2016), namun nilai kalornya belum banyak dilaporkan, begitu juga dengan karateristik pembakarannya. Oleh sebab itu, kajian ini dilakukan untuk mengetahui sifat pembakaran dari kayu mahang dan kayu merbau pada berbagai bentuk.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Papua. Penelitian ini dilakukan selama kurang lebih 2 (dua) bulan.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kopor gasifikasi biomasa, timbangan analitik, caliper mini, oven, *stopwatch*, dan peralatan gelas. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagian cabang dan ranting segar pohon mahang (*Macaranga tanarius* L.) dan pohon merbau (*Intsia*

bijuga O.K). Sampel diuji dalam kondisi kering udara (kadar air dan bobot jenis) dan kering tanur (kadar air kering tanur dan pembakaran). Sampel dari tiap jenis dibentuk menjadi kayu utuh (solid), tatal kayu (*chips*), dan serutan kayu (*shavings*).

Metode

Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan teknik analisis laboratorium. Sampel berupa cabang dan ranting mahang (*Macaranga tanarius*) dan merbau (*Intsia bijuga* O.K) yang dibuat dalam bentuk utuh, tatal dan serutan dengan 5 ulangan. Terdapat total 30 satuan percobaan, dengan bobot tiap satuan percobaan 100 gram.

Variabel Penelitian

1. Durasi pembakaran sampel uji
   Durasi pembakaran diukur menggunakan *stopwatch*. Waktu dinyatakan dalam detik.
2. Persentase abu sisa pembakaran sampel uji
   Persentase abu diperoleh menggunakan persamaan (Danuwiputra 2017):

$$A = \frac{BA}{BK}\ x\ 100\%$$

Dimana:

A : Persentase abu (%)
BA : Berat abu (gram)
BK : Berat kering (gram)

Prosedur Penelitian

Pengumpulan sampel

Kayu mahang yang digunakan berasal dari pohon berdiameter 13,5 cm dengan tinggi 8 meter. Kayu merbau yang digunakan berasal dari pohon berdiameter 23,5 cm dengan tinggi 15 meter. Sampel diperoleh dari kawasan hutan sekunder Dataran Rendah Arfai 1 Distrik Manokwari Selatan Kabupaten Manokwari.

Pengkondisian Sampel

Kayu mahang dan kayu merbau dikeringudarakan selama sekitar 1 (satu) minggu (suhu ruangan sekitar 22 °C).

Gambar 1. Bentuk-bentuk sampel uji yang digunakan

Selama proses tersebut, kayu ditimbang dan diukur untuk mengetahui kadar air kering udara dan kerapatannya. Setelah itu, kayu-kayu tersebut dibagi menjadi 3 (tiga) sesuai rancangan, yaitu: utuh (*solid*), tatal (*chips*) dan serutan (*shavings*), kemudian ditimbang seberat 100 gram sesuai satuan percobaan. Sampel kemudian didiamkan selama 3 (tiga) hari, sebelum dimasukkan ke dalam oven selama 3 (tiga) hari berikutnya untuk mengukur kadar air kering tanur.

Pengukuran kadar air sampel

Pengukuran kadar air sampel merujuk kepada standar DIN *yang disitasi* Scharai-rad (1985). Kadar air kering udara diperoleh dengan melakukan penimbangan sampel uji secara teratur selama proses pengkondisian. Kadar air kering tanur diperoleh dengan melakukan penimbangan sampel kayu selama proses pengeringan menggunakan oven.

Perhitungan bobot jenis

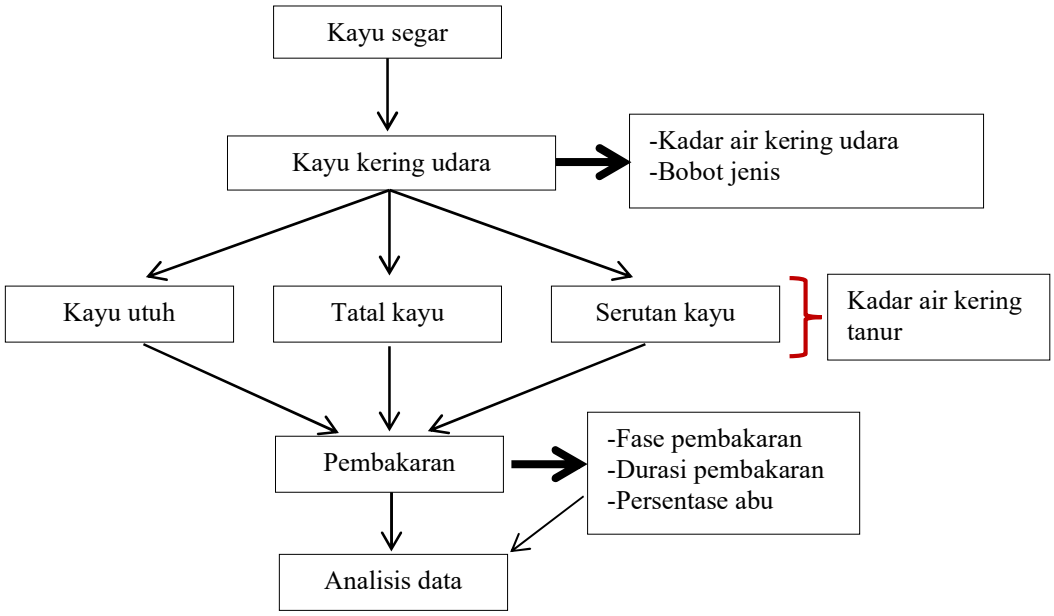
Pengukuran bobot jenis sampel merujuk kepada standar DIN *yang disitasi* Scharai-rad (1985). Penentuan bobot jenis dilakukan saat kayu dalam keadaan kering udara.

Pembakaran sampel

Sampel yang telah ditentukan kadar air kering tanurnya, kemudian diletakkan dalam desikator. Setelah suhu sampel stabil, sampel dimasukkan ke dalam ruang bakar kompor untuk dilakukan uji bakar.

Pengukuran variabel

Selama proses pembakaran, waktu pembakaran diukur menggunakan stopwatch dan tiap-tiap fase dicatat durasi pembakarannya. Abu hasil pembakaran diambil dari dalam kompor kemudian diletakkan pada wadah, dan ditimbang. Pengambilan data dapat diilustrasikan secara rinci pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir pengambilan data

Analisis Data

Data yang diperoleh dipilah sesuai fase pembakaran (nyala api, bara api, dan abu). Kemudian dianalisis secara deskriptif. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Durasi Pembakaran Kayu Mahang dan Kayu Merbau

Rata-rata durasi pembakaran kayu mahang dapat dilihat pada Tabel 1 dan ilustrasi dari durasi pembakaran dapat dilihat pada Gambar 3. Durasi pembakaran tiap jenis kayu bervariasi tergantung BJ, kadar air, dan bentuk sampel. Selama pembakaran, seluruh sampel melewati 3 (tiga) fase, yakni fase nyala api (*pyrolisis*), fase bara api (*charcoal burning*), dan fase abu (*ash*).

Nyala Api

Nyala api adalah fase dimana biomassa yang sedang berpijar yang dihasilkan dari proses oksidasi biomassa akibat tersedianya oksigen, yang menghasilkan panas dan energi. Proses ini dapat terjadi lebih cepat pada kayu dengan nilai BJ rendah, karena oksigen dalam material yang dibakar lebih banyak. Namun, jumlah biomasa yang lebih sedikit menghasilkan nilai kalor lebih rendah (Hanun 2014).

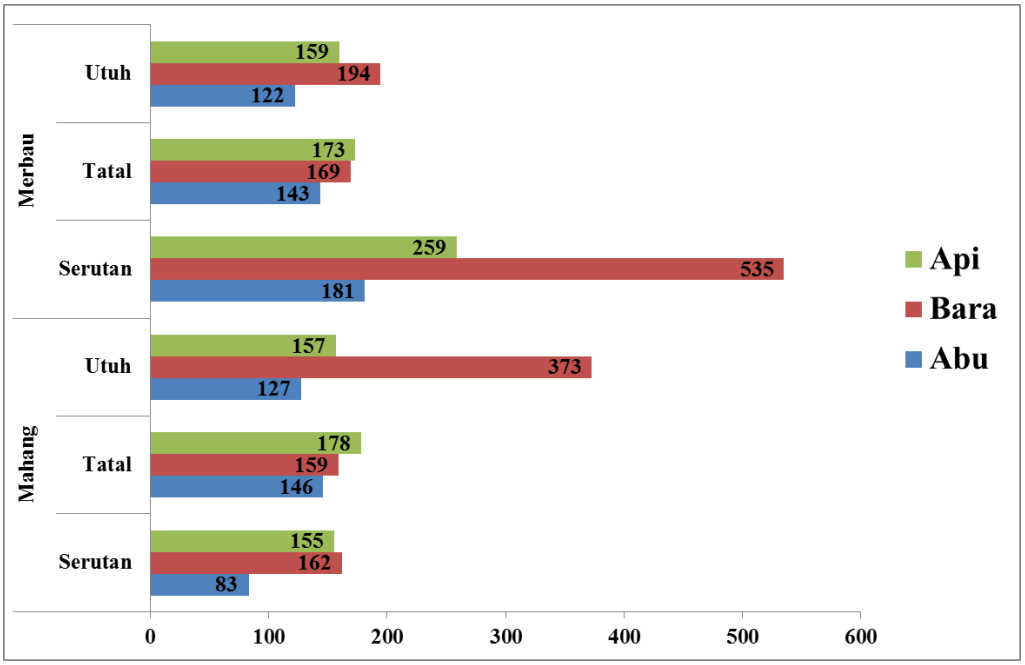
Bentuk utuh dan tatal dari kayu merbau memiliki durasi fase nyala api sedikit lebih lama. Ini dipengaruhi oleh BJ yang lebih tinggi. Bentuk serutan memiliki nilai yang berbeda. Bentuk dan ukuran kayu berpengaruh dalam fase api. Waktu pembakaran serutan kayu merbau lebih lama dibanding waktu pembakaran serutan kayu mahang.

Kayu merbau cenderung lebih padat dan jarak antar lembaran serutan lebih rapat, sehingga udara yang terdapat diantara lembaran tersebut lebih sedikit. Api membakar lebih lambat dan cenderung menjadi bara api sebelum mencapai bagian dalam tumpukan serutan. Serutan kayu mahang memiliki jarak antar lembaran lebih renggang. Ruang antar lembaran serutan kayu lebih besar, sehingga lebih banyak udara diantara lembaran serutan. Hal ini membuat kayu mahang terbakar lebih cepat.

Tabel 1. Rata-rata durasi pembakaran kayu mahang dan kayu merbau dalam berbagai bentuk

Bentuk sampel	Fase Pembakaran		
	Api (detik/100 g)	Arang (detik/100 g)	Abu (detik/100 g)
Mahang utuh	157	373	127
Mahang tatal	178	159	146
Mahang serut	155	162	83
Merbau utuh	159	194	122
Merbau tatal	173	169	143
Merbau serut	259	535	181

@ Asosiasi Peneliti Biodiversitas Papuasia - Fakultas Kehutanan UNIPA



Gambar 3. Rata-rata durasi pembakaran sampel mahang dan merbau pada berbagai bentuk dan fase pembakaran

Antara BJ dan waktu penyalaan terdapat hubungan yang erat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nagaoka et al. (1988), semakin tinggi kepadatan dari suatu jenis kayu, maka waktu penyalaan yang dibutuhkan semakin lama. Penelitian ini mendukung pendapat Nagaoka et al. (1988), dimana cabang kayu mahang memiliki durasi pembakaran rata-rata relatif lebih cepat daripada cabang kayu merbau.

Bara Api

Bara api merupakan proses lanjutan dalam *pyrolisis* yakni pembakaran karbon yang terjadi pada suhu lebih dari 500 °C. Hal ini menyebabkan timbul warna merah berpendar pada permukaan kayu yang terbakar. Api yang dihasilkan berwarna merah gelap hingga tidak berwarna. Ini disebabkan oleh pembakaran oksigen dan karbondioksida (Browne 1958).

Pada bentuk kayu utuh, durasi bara api kayu merbau lebih singkat daripada durasi bara api kayu mahang. Jumlah kepingan kayu mahang dalam sampel uji yang lebih banyak. Durasi fase bara api kayu mahang dan kayu merbau dalam bentuk tatal kayu relatif sama. BJ tatal kayu merbau yang tinggi dengan jumlah sampel lebih sedikit mempercepat pembakaran. Sementara kayu mahang dengan BJ lebih rendah dan jumlah kepingan kayu yang lebih banyak, memperlambat pembakaran sehingga durasi keduanya relatif sama

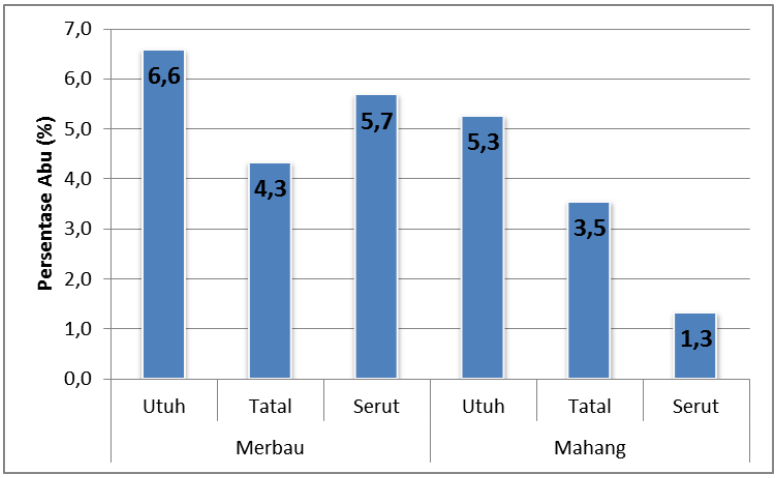
Durasi fase bara api serutan kayu mahang lebih singkat daripada cabang kayu merbau. Nilai BJ merbau yang lebih tinggi menyebabkan durasi fase bara lebih lama. Nyala api dalam ruang bakar tidak membakar seluruh serutan kayu merbau. Selama proses pembakaran, api sudah padam sebelum serutan bagian dalam dapat terbakar. Proses gasifikasi hanya terjadi pada serutan di bagian luar tumpukan. Serutan pada bagian dalam tumpukan, terbakar dengan memanfaatkan transfer panas dari bara api pada bagian luar tumpukan. Proses ini memerlukan waktu lebih lama

dibanding cabang kayu mahang, dimana hampir seluruh serutan sudah terbakar sebelum memasuki fase bara.

Abu

Durasi pembakaran fase abu relatif sama antara kedua jenis dengan bentuk yang sama. Durasi abu sampel mahang lebih singkat, karena seluruh serutan sudah terbakar habis dan berubah menjadi abu, kemudian terlepas ke udara pada fase nyala api. Kurang lebih 50% dari volume serutan kayu mahang dalam ruang bakar, terbakar habis dan terlepas ke udara pada fase nyala api, sehingga hanya sebagian yang tersisa yang melewati fase bara hingga fase abu.

Rata-rata persentase abu yang dihasilkan pada keseluruhan proses pembakaran/hasil pengujian diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rata-rata persentase abu hasil pembakaran kayu mahang dan merbau dalam beberapa bentuk

Abu sisa pembakaran menjadi indikator efisiensi pembakaran. Berat sampel 100 gram, kayu mahang dalam bentuk utuh memiliki efisiensi pembakaran hingga 94,7% untuk bentuk kayu utuh, 95,5% untuk bentuk tatal kayu, dan 98,9% untuk bentuk serutan kayu. Sedang sampel kayu merbau berat 100 gram, memiliki efisiensi pembakaran hingga 92,4% untuk bentuk kayu utuh, 95,7 % untuk bentuk tatal kayu, dan 94,3% untuk bentuk serutan kayu. Jenis pohon hutan tropis memiliki persentase abu antara 3 dan 6%. Ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Ragland et al. (1991) bahwa rata-rata persentase abu kayu hutan tropis adalah 5%.

DAFTAR PUSTAKA

Aprianis Y dan S Wahyuningsih. 2016. Biopulping kayu mahang (*Macaranga hypoleuca*) menggunakan jamur *Phanerochaete chrysosporium.* Prosiding Seminar Lignoselulosa, Cibinong, 6 Oktober 2016. Pp 20 – 28.

Browne FL. 1958. Theories on the combustion of wood and its control. US forest Prod. Lab Report. 2136.

Chakradhari S dan KS, Patel. 2016. Combustion characteristics of tree woods. Journal of Sustainable Bioenergy Systems, 6: 31-43.

Curkeet R. 2011. EPA workshop presentation: Wood Combustion Basics. EPA Workshop (http://intertek.com) (Diunduh 18 November 2018).

Danuwiputra RR. 2017. Kualitas *wood pellet* dari kayu merbau (*Intsia bijuga*) dan kayu pulai (*Alstonia scholaris*). Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Tidak diterbitkan).

Emmons HM and A, Atreya. 1982. The science of wood combustion. Procceding Indian Academic Science, 5(4): 259-268.

Hanun F. 2014. Nilai kalor kayu yang memiliki kerapatan dan kadar lignin berbeda. Institut Pertanian Bogor (IPB).

Nagaoka T, A, Kodaira and S, Uehara. 1988. Relationship between density, ignitability and combustibility of wood. Takenaka Corporation, Japan.

Ragland KW, DJ, Aerts dan AJ, Baker. 1991. Properties of wood for combustion analysis. Jurnal Biosource Technology 37: 161-168.

Scharai-rad. 1985. Bahan ajar pengujian kayu. Standar DIN. Terjemahan. Universitas Mulawarman. Samarinda.

Tillman DA. 1976. Wood as an energy resource. Academic Press. New York.

Vogel M. 2005. Heating with wood: Principles of Combustion. MSU Extension Service. Montana.

Yang H, R Yan, H Chen, DH Lee and C Zheng. 2006. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolisis. Fuel, 86:1781-1788.