

Pemanfaatan Limbah Biomassa Sebagai Bahan Bakar Ramah Lingkungan

Arif Hidayat Purwono¹⁾, Suhartoyo²⁾, Roedy Kristiono³⁾, Dhimas Hardiawan Putra Pradhana⁴⁾

^{1,2,3,4)} Teknik Mesin STT Warga Surakarta

Jl. Raya Solo - Baki No.Km 2, Kwarasan, Kec. Grogol, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57552

email: arifhidayatpurwono@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan inovasi penggunaan limbah yang belum digunakan secara maksimal dirubah menjadi bahan bakar yang bisa digunakan sekala rumah tangga. Limbah biomassa diolah menjadi pellet dengan variasi yang telah ditentukan dengan bahan dasar gergajian kayu jati dan sekam padi. Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pellet variasi A dengan bahan baku berasal gergajian kayu jati membutuhkan bahan bakar paling sedikit dan lama pendidihan air 1 liter paling cepat. variasi F dengan bahan baku berasal sekam padi membutuhkan bahan bakar paling banyak dan lama pendidihan air 1 liter paling lama, karena nilai kalor kayu jati lebih tinggi yaitu 4158,58 kal/gram nilai kalor sekam padi sebesar 3278,10 kal/gram. variasi A yaitu gergajian kayu jati waktu yang dibutuhkan mendidihkan air selama 8 menit 32 detik dan membutuhkan pellet sebanyak 135 gram.

Kata kunci: Kalor, Kayu jati, sekam padi, pellet.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia semakin hari akan semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin pesat [1]. Ditambah lagi semakin mahalnya bahan bakar minyak dan semakin menipisnya cadangan bahan bakar fosil di Indonesia menyebabkan para peneliti semakin kreatif dalam mencari bahan bakar alternatif. Salah satu bahan bakar alternatif yang bisa diperbaharui dan sangat potensial untuk diteliti adalah biomasa [2].

Biomasa merupakan sumber energi yang cukup penting untuk masa depan, hal ini dikarenakan biomasa itu sendiri merupakan sumber bahan bakar yang bisa diperbaharui [3] serta cukup fleksibel untuk kita buat menjadi bahan bakar cair (*biofuel*) dan *combustible gas* (*syntetic*

gas)[4]. Salah satu jenis dari biomasa ini adalah sekam padi. Seperti umumnya biomasa, sekam padi juga bisa dibuat menjadi bahan bakar yang lebih bermanfaat dari pada hanya dibakar secara langsung [5]. Indonesia sendiri merupakan negara agraris yang mayoritas hasil pertaniannya berupa padi. Sekam padi yang merupakan kulit dari padi itu sendiri banyak yang tidak dimanfaatkan hingga menjadi sampah [6].

Pemanfaatan sekam padi secara langsung ini ternyata menimbulkan banyak polusi dari pembakaran yang sebagian besar tidak sempurna dan kadar CO₂ yang dihasilkanpun cukup tinggi, sehingga akan lebih efisien dan efektif jika dibuat menjadi bahan bakar cair ataupun gas yang bisa terbakar [7]. Proses yang digunakan untuk membuat gas ini disebut proses Gasifikasi sedangkan untuk membuat bahan bakar cair dengan proses pirolisis [8].

Pada proses Gasifikasi dan Pirolisis untuk sekam padi, kita harus mengetahui karakteristik dari material ini. Diantaranya adalah karakteristik devolatilisasi, energi aktivasi, dan preekspensial faktor, yang bisa kita cari menggunakan analisis termogravimetri dan persamaan arrhenius [9]. Dimana semakin mudah suatu bahan untuk terbakar maka Energi Aktivasi dari bahan tersebut akan semakin kecil.

Gasifikasi merupakan konversi thermo kimia dari bahan bakar biomassa padat menjadi gas yang mudah bakar [10]. Dalam teknologi gasifikasi dijamin sekarang limbah biomassa dapat diolah dengan mudah dengan alat yang kita dapat rancang dan buat sendiri [11], pada penelitian ini penulis menggunakan alat yang bernama reaktor gasifikasi, reaktor gasifikasi adalah salah satu teknologi pemanfaatan bio massa untuk keperluan memasak pada sektor rumah tangga. Tujuan utama saya dalam menciptakan alat ini adalah memanfaatkan sekam padi dan serbuk kayu yang begitu melimpah di karanganyar menjadi bahan bakar. Dalam penelitian yang dilakukan ini peneliti mencoba untuk mencari karakteristik dari nyala api, lama pendidihan air 1 liter dan volatile yang dihasilkan.

Metode Termogravimetri untuk membandingkan 4 jenis sekam padi, yaitu jenis Lemont LG, ROK 14, CP 4, dan Pa Potho yang ada di daerah Kanada. Penelitian ini dilakukan untuk mengamati grafik TG dan DTG dari keempat bahan diatas dan mencari energi aktivasi, preekspensial faktor, mencari laju penurunan massa, Temperatur inisial dan sisa residu pada suhu 700°C. Hasil dari penelitian ini ditemukan adanya 2 kali

reaksi dekomposisi dari skam dimana yang pertama mempunyai karakteristik laju penurunan massanya sangat cepat (17%-19% per menit). Dan untuk reaksi yang kedua didapat laju penurunan massa 1.64%-2,1% per menit. Untuk energi aktivasi dan preekspensial untuk reaksi yang pertama adalah sekitar 140 – 180 kJ/mol dan preekspensial 10¹⁴ hingga 10¹⁷. Sedangkan untuk reaksi yang kedua Energi aktivasinya sekitar 11 – 16.6 kJ/mol dan preekspensial faktornya 3 – 56. reaksi yang pertama terjadi pada suhu 200°C hingga 290°C sedangkan untuk reaksi yang kedua terjadi pada suhu 290°C hingga 460°C [12].

Penelitian dengan metode termogravimetri dengan spesimen kayu. Pada jurnal ini juga membahas sedikit tentang reaksi dekomposisi yang ada pada biomasa (lignoselulosa). Dimana untuk penguraian lignoselulosa yang terdiri dari hemiselulosa, selulosa, dan lignin, yang masing-masing mempunyai energi aktivasi 105-111kJ/mol, 195-213kJ/mol, dan 35-65kJ/mol, terjadi secara simultan. Sehingga tidak bisa untuk diketahui reaksi yang sedang berlangsung secara parsial.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik antara kayu lunak dan kayu keras secara kuantitas, dimana zat penyusun dari kedua bahan ini berbeda. Tujuan yang kedua adalah untuk memastikan bahwa analisis devolatilisasi lignoselulosa yang hanya dianggap satu mekanisme, dan satu set data kinetis bisa untuk mencari Karakteristik devolatilisasi dan parameter kinetis untuk semua kasus. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan untuk kayu keras dan kayu lunak yang diambil dari Eropa dan Amerika yang kandungan mineral dalam tanahnya sangat berbeda ternyata menunjukkan kontur yang hampir sama ketika dilakukan analisis TG dan DTG-nya. Untuk kayu lunak terlihat bahwa hemiselulosa lebih tidak reaktif jika dibandingkan dengan kayu keras. Selain itu terlihat bahwa zona reaksi Selulosa lebih lebar. Selain itu didapatkan kesimpulan bahwa dinamika devolatilisasi dari semua kayu bisa diselesaikan dengan mekanisme yang sederhana yang

tergantung dari 4 parameter yaitu, jumlah Zat ekstraktif, Hemiselulosa, Selulosa, dan Lignin. Dan ketika Zat ekstraksi sangat sedikit sekali (3 parameter) maka nilai Energi aktivasi dan Karakteristik devolatilisasi akan sama dengan literatur yang terdahulu [13].

Penelitian TGA untuk kayu keras dan kayu lunak pada tahun 2002 kembali melakukan penelitian TGA lagi dengan kayu. Untuk kali ini variasi dilakukan untuk laju pemanasan yang berbeda-beda dan melihat perubahan yang terjadi pada Karakteristik evolatilisasi. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah dengan semakin naiknya laju kenaikan panas maka kurva Karakteristik devolatilisasi akan semakin ke arah kanan. Pada jurnal ini juga dijelaskan cara untuk mencari Karakteristik devolatilisasi yang berupa $T_{initial}$, T_{onset} , $T_{shoulder}$, T_{peak} , dan T_{offset} , dari grafik TG dan DTG [14].

Karakteristik pembakaran pada char dan kereaktifan dari 4 jenis biomasa (kapas, kayu sisa hutan, biji zaitun, dan tatal kayu). Penelitian ini dilakukan dengan 2 tahap; yang pertama adalah dengan memproduksi Char terlebih dahulu dengan dengan mesin TGA yang diberikan aliran Nitrogen. Dan yang kedua pembakaran Char dengan aliran udara. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa kereaktifan dari char yang diteliti semakin menurun dari biomassa kemudian lignite baru batu bara. Char dari biomassa memiliki tingkat kereaktifan yang paling tinggi. Hal ini disebabkan karena struktur carbonnya paling tidak teratur [15].

Karakteristik devolatilisasi kayu sisa penebangan hutan Pinus dan Zaitun di daerah Spanyol yang dianggap menjadi sampah. Dengan metode TG hal ini dilakukan untuk mendisain reaktor gasifikasi. Ada 3 bentuk utama dari sisa pembabatan hutan ini, yaitu ranting dengan diameter lebih besar dari 0,5cm, ranting yang diameternya lebih kecil dari 0,5cm, dan Sulur. Penelitian ini dilakukan dengan bahan dibiarkan apa adanya (tidak ada pengeringan dan ekstraksi terlebih dahulu) dari kedua percobaan ini ternyata baik dari Energi aktivasi maupun Karakteristik

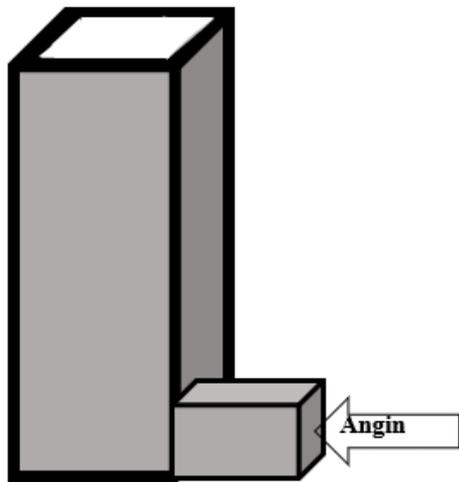
devolatilisasinya hamper sam sehingga dimungkinkan pada saat pembuatan tungku gasifikasi, kedua biomasa ini dikombinasikan [16].

Penelitian dengan metode TGA untuk mengetahui Karakteristik dari pembakaran dan profil dari Volatil matter dari campuran batubara dan gergajian kayu pinus. Penelitian dilakukan dengan memanaskan batubara pada lingkungan dengan Oksigen yang didapat dari udara. Hasil yang diperoleh menunjukkan pada semua variasi untuk kurva DTG-nya mempunyai 2 puncak. Pada puncak pertama ini terjadi pada suhu sekitar 120°C dimana pada daerah ini di Indikasikan sebagai laju pengeringan. Sedangkan untuk yang kedua, penurunan laju pengurangan massa muncul pada suhu 300°C–650°C, dimana pada daerah ini disebut daerah devolatilisasi [17].

2. METODE PENELITIAN

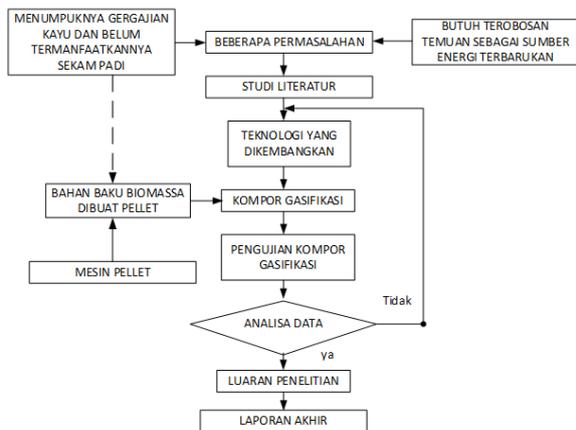
Pelaksanaan penelitian dilakukan dilab energi STT Warga Surakarta, bahan baku yang digunakan adalah biomassa dari gergajian kayu jati dan gergajian kayu mahoni. Reaktor gasifikas berebentuk kompor vertikal dengan tinggi kurang lebih 30 cm berbentuk kotak ukuran 15cm x 15 cm. Hembusan angin menggunakan angin dari kipas angin berdaya rendah.

Serbuk gergajian kayu jati maupun mahoni adalah 40msh-60 mesh. Pelekat menggunakan pati kanji yang dipanaskan. Diameter pellet adalah 3-4 mm dengan panjang 1.5 mm. Kadar air pelet siap diuji untuk gasifikasi adalah 11 wt basik kering. Pengujian lama pendidihan air adalah dengan menghitung lama waktu pendidihan air 1 liter dengan variasi bahan bakar. Alat ukur temperatur dengan menggunakan thermoreader dan thermokople, alat ukur hembusan angin dengan anemometer..



Gambar 1 Rencana kompor gasifikasi

Untuk memudahkan proses penelitian maka di buatlah alur penelitian, alur penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Campuran bahan pellet adalah 100 % kayu jati; Kayu jati 80 % : 20% Sekam padi; Kayu jati 60 % : 40% Sekam padi; Kayu jati 50 % : 50% Sekam padi; 100% Sekam padi. Perekat menggunakan tepung kanji.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

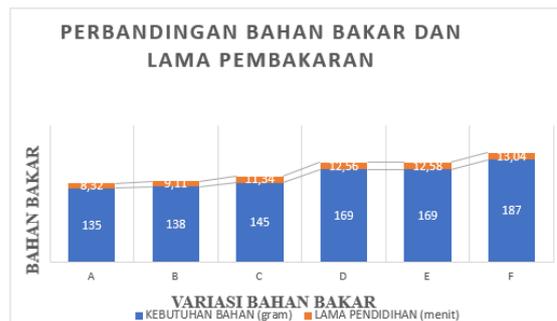
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas pellet dengan variasi campuran yang telah ditentukan. Data masa jenis campuran setiap variasi terlihat di tabel 1.

Tabel 1. Massa jenis bahan

Kayu	Padi	Inisial Variasi	Massa Jenis (kg/m ³)	Nilai Kalor kal/gr
100	0	A	1145,55	4158,58
80	20	B	977,57	3973,25
60	40	C	798,67	3856,54
40	60	D	717,32	3787,98
20	80	E	255,45	3649,49
0	100	F	243,67	3278,10



Gambar 3. Foto pengujian



Gambar 4. Grafik perbandingan bahan bakar dan lama pendidihan 1 liter air

Gambar 4 menjelaskan kebutuhan bahan bakar untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter, dari variasi bahan bakar yang diujikan variasi A yaitu gergajian kayu jati waktu yang dibutuhkan mendidihkan air selama 8 menit 32 detik dan membutuhkan pellet sebanyak 135 gram. Variasi B yaitu pelet yang bersal dari campuran gergajian kayu jati 80% + 20 % Sekam padi, waktu yang dibutuhkan mendidihkan air selama 9 menit 11 detik dan membutuhkan pellet sebanyak 138 gram. Variasi C yaitu pelet yang bersal dari campuran gergajian kayu jati 60% + 40 % Sekam padi, waktu yang dibutuhkan mendidihkan air selama 11 menit 34 detik dan membutuhkan pellet sebanyak 145

gram. Variasi D yaitu pelet yang bersal dari campuran gergajian kayu jati 60% + 40 % Sekam padi, waktu yang dibutuhkan mendidihkan air selama 12 menit 56 detik dan membutuhkan pellet sebanyak 169 gram. Variasi E yaitu pelet yang bersal dari campuran gergajian kayu jati 40% + 60 % Sekam padi, waktu yang dibutuhkan mendidihkan air selama 12 menit 58 detik dan membutuhkan pellet sebanyak 169 gram. variasi F yaitu gergajian sekam padi waktu yang dibutuhkan mendidihkan air selama 8 menit 32 detik dan membutuhkan pellet sebanyak 187 gram.

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa pellet yang berasal dari kayu jati memiliki nilai kalor paling tinggi diantara varisi yang lain, dan bila dilihat dari data hasil pengujian membuktikan bahwa bahan baku yang memiliki ukuran butiran lolos mesh 40 dan tidak lolos mesh 60 tekanan diabaikan waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter dengan laju angin sama tergantung dari besar-kecilnya nilai kalor bahn pellet tersebut. Digambar 3 terlihat pellet variasi A dengan bahan baku berasal gergajian kayu jati membutuhkan bahan bakar paling sedikit dan lama pendidihan air 1 liter paling cepat. variasi F dengan bahan baku berasal sekam padi membutuhkan bahan bakar paling banyak dan lama pendidihan air 1 liter paling lama, karena nilai kalor kayu jati lebih tinggi yaitu 4158,58 kal/gram nilai kalor sekam padi sebesar 3278,10 kal/gram.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. pellet variasi A dengan bahan baku berasal gergajian kayu jati membutuhkan bahan bakar paling sedikit dan lama pendidihan air 1 liter paling cepat.
2. Variasi F dengan bahan baku berasal sekam padi membutuhkan bahan bakar paling banyak dan lama pendidihan air 1 liter paling lama, karena nilai kalor kayu jati

lebih tinggi yaitu 4158,58 kal/gram nilai kalor sekam padi sebesar 3278,10 kal/gram.

3. Variasi A yaitu gergajian kayu jati waktu yang dibutuhkan mendidihkan air selama 8 menit 32 detik dan membutuhkan pellet sebanyak 135 gram.

REFERENSI

- [1] Giyanto, "Kajian Preferensi Penggunaan Kompor Biomassa Pellet Kayu Sebagai Alternatif Pengganti Tungku Tradisional," in *NCIET*, 2020, vol. 1, hal. 6–19.
- [2] N. Y. S. M. Nanda Eka Putra, Aris Fiatno, "Rancang Bangun Kompor Biomassa sebagai Kompor Ramah Lingkungan," *Ranc. Bangun Kompor Biomassa Sebagai Kompor Ramah Lingkung.*, vol. 5, no. 1, hal. 55–67, 2022, doi: 10.31004/jutin.v5i1.9789.
- [3] J. Rahman, "Kompor Biomassa Sebagai Salah Satu Teknologi Tepat Guna Masyarakat Pedesaan.pdf," *Bul. Pembang. Berkelanjutan*, vol. 5, no. 3, hal. 1–6, 2021.
- [4] A. Hailu, "Heliyon Development and performance analysis of top lit updraft: natural draft gasi fi er stoves with various feed stocks," *Heliyon*, vol. 8, no. November 2021, hal. e10163, 2022, doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10163.
- [5] M. S. Wira Widyawidura, Ratih Puspita Liestiono, Muhammad Sigit Cahyono, Agus Prasetya, "Pengaruh Jenis Bahan Terhadap Proses Gasifikasi Sampah Organik Menggunakan Updraft Fixed Bed Reactor," *J. Engine*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [6] B. R. Nabila Maya Safitri, Saiful Anwar, Risse Entikaria Rachmanita, "Studi Variasi Bentuk Sudut Reflektor Pada Burner Kompor Biomassa UB-03," in *NCIET*, 2020, vol. 1, hal. 89–98.
- [7] E. R. Fitri Rahmadani, Suwandi, "Pengaruh Variasi AFR Terhadap

- Kinerja Kompor Gasifikasi Biomassa Tipe Down Draft,” in *e Prociding og Engineering*, 2020, vol. 7, no. 2, hal. 4391–4399.
- [8] H. Sania Okta Narega, Romy Apriansyah, Arizal Aswan, Fatria, Erlinawati, “Produksi Syngas Dari Proses Gasifikasi Biomassa Menggunakan Downdraft Gasifier Sebagai Gas Bakar Pada Motor Bakar Empat Tak.pdf,” *J. Pendidik. dan Teknol. Indones.*, vol. 2, no. 11, hal. 469–474, 2022.
- [9] T. Permadi dan B. Wiryono, “Rancang Bangun Alat Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung,” *Protech Biosyst. J.*, vol. 2, no. 1, hal. 28–40, 2022.
- [10] L. Parinduri dan T. Parinduri, “Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan,” *J. Electr. Technol.*, vol. 5, no. 2, 2020.
- [11] I. P. Angga, Y. Pratama, dan I. N. S. Winaya, “Uji Reaktor Gasifikasi Downdraft Biomassa Sampah Kota,” *J. Mettek*, vol. 5, no. 2, hal. 110–118, 2019.
- [12] A. Wicaksana dan T. Rachman, “Thermogravimetric Studies On The Catalytic Pyrolysis of Rice Husk,” *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11)*, 951–952., vol. 3, no. 1, hal. 10–27, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <https://medium.com/@arifwicaksana/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.
- [13] D. D. A. U. P. B. T. Tamminen, “Determination Of Hemicellulose, cellulose, and lignin Content in Different Types of Biomasses by thermogravimetric Analysis And Pseudocomponent Kinetic Model,” *Processes*, vol. 8, 2020.
- [14] R. P. and R. C. Xiaokang Xu, “Comparative Thermal Degradation Behaviors and Kinetic Mechanisms of Typical Hardwood and Softwood in Oxygenous Atmosphere - processes-09-01598-v2.pdf,” *Processes*, vol. 9, 2021.
- [15] D. Svishchev, “Experimental Study to Replicate Wood Fuel Conversion In a Downdraft Gasifier: Features And Mechanism of Single Particle Combustion in Inert Channel,” *Appl. Sci.*, vol. 12, 2022.
- [16] V. S. S. M. Z. P. s F. N. S. E. Anthony, “Progress in biofuel production from gasi fi cation,” *elsivier*, vol. 61, 2017, doi: 10.1016/j.pecs.2017.04.001.
- [17] G. T. Marangwanda, D. M. Madyira, dan P. G. Ndungu, “Combustion Characterisation of Bituminous Coal and Pinus Sawdust Blends by Use of Thermo-Gravimetric Analysis,” *Energies*, vol. 14, hal. 2–9, 2021.