

Study Komparasi Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Berbasis *Proximate And Ultimate Analysis*

H. B. Adja¹, A. Anam²

Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : iron.adjaeku14@gmail.com

ABSTRAK

Pentingnya pengembangan energi alternatif dari biomassa seperti dari limbah peternakan dan pertanian. Biomassa merupakan sumber energi terbarukan dan tumbuh sebagai tanaman. Sekam padi merupakan salah satu bentuk limbah pertanian dari penggilingan padi dengan persentasenya 25%. Penelitian ini meliputi komparasi/ membandingkan serbuk sekam padi sebagai bahan baku dasar pembuatan sampel biomassa dan campuran sekam padi 55% : Kayu Jati 10% : dan Kayu Sengon 35% dengan data peneliti terdahulu A anam (2020) dengan judul Peningkatan Nilai Kalor pada Biomassa Serbuk Gergaji dengan Metode Karbonisasi dan Densifikasi. Data hasil perbandingan meliputi *Proximate Analysis*nya terdiri dari nilai kelembaban udara 8,95% - 10,82%, Kadar Abu 10,17% - 24,54%, Zat Terbang 53,76% - 64,48%, dan *Fixed Carbon* 12,75% - 14,53% dan untuk *Ultimate analysis* menghasilkan Total Sulfur dari 0,090% - 0,11%, *Carbon* 32,37% - 38,28%, *Hydrogen* 4,95% - 6,045%, *Nitrogen* 0,22% - 0,60%, dan *Oxygen* 37,48% - 44,91%. Nilai kalornya dari 3056 Cal/g - 3546 Cal/g. Kerapatan (*Bulk Density*) dari semua sampel limbah biomassa 0,33 g/cm³ - 1,30 g/cm³. Dari beberapa parameter uji yang dilakukan bahwa serbuk campuran pembanding (SCP) pada peneliti terdahulu memiliki efisiensi yang lebih baik dari sampel limbah biomassa lain pada penelitian ini.

Kata kunci : Biomassa, Sekam Padi, uji *Proximate*, uji *Ultimate*, nilai kalor, *Bulk density*.

ABSTRACT

The importance of the development of alternative energy from biomass such as waste from livestock and agriculture. Biomass is a renewable energy source and is grown as a crop. Rice husk is one form of agricultural wastes from the milling of rice with a percentage of 25%. This study includes comparison/ compare sawdust rice husk as a raw material for the manufacture of samples of biomass and a mixture of rice husk 55% : Teak Wood 10% : and Sengon Wood 35% with the data of previous researchers A anam (2020) with the title of the Increase in the Calorific Value of the Biomass Sawdust by the Method of Carbonization and Densification. Data the results of the comparison includes the *Proximate Analysis*nya consists of the value of air humidity of 8.95% - to 10.82%, Ash Content 10.17% - 24.54%, volatile matter of 53.76% - 64.48%, and Fixed Carbon 12.75% - 14.53% and for the *Ultimate analysis* produced a Total of Sulfur from 0.090% - 0.11%, to Carbon 32.37% - 38.28%, Hydrogen 4.95% - 6.045%, Nitrogen of 0.22% to 0.60%, and Oxygen 37.48% - 44.91%. Calorific value of 3056 Cal/g - 3546 Cal/g. Density (*Bulk Density*) of all the samples of waste biomass 0.33 g/cm³ - 1.30 g/cm³. From some of the test parameters that do that the powder mixture comparator (SCP) on the previous researchers have efficiency better from a sample of waste biomass other in this study.

Keywords : Biomass, Rice Husk, test *Proximate* test, *Ultimate*, calorific value, Bulk density.

PENDAHULUAN

Abad 21 ini kebutuhan masyarakat akan bahan bakar rumah tangga sangat meningkat, khususnya bagi masyarakat Flores (Nusa Tenggara Timur) yang kesulitan menggunakan bahan bakar seperti LPG dan Minyak tanah dari Pertamina sebagai sumber pemakaian utama dalam rumah tangga yang dikarenakan patokan harga LPG yang sangat mahal. Pengembangan penelitian tentang energi alternatif dari berbagai macam limbah biomassa berupa limbah peternakan dan pertanian (seperti serbuk gergaji kayu sengon, serbuk gergaji kayu jati, sekam padi, dll) yang mana limbah ini diproses menjadi salah satu bahan bakar untuk meniadakan ketergantungan masyarakat Flores terhadap masalah diatas. Salah satu cara menangan

biomassa dengan melakukan pengujian proximate analysis dan Ultimate Analysis atau pengujian karakteristik bahan baku dari Biomassa yang meliputi kadar kelembaban bahan baku, kadar abu yang terkandung pada bahan baku, zat terbang dari bahan baku, karbon tetap, kadar C, H, N, O, nilai kalor dan bulk density yang didapatkan. Berlandaskan permasalahan diatas, maka peneliti memiliki gagasan untuk meneliti pemanfaatan limbah bahan baku biomassa yang sangat minim digunakan oleh masyarakat setempat

Sejarah Biomassa

Biomassa pertama kali muncul pada *Journal of Marine Biology Association* pada tahun 1934 oleh seorang ilmuwan Rusia bernama Bogorov. Biomassa sendiri dikelompokkan dalam berbagai macam golongan, antara lain bioetanol (dari tanaman), biodiesel (dari minyak sawit dan kedelai), biogas, biobriket serta biokerosen (minyak nabati). perbedaannya dikarenakan sumber bahan baku dan pengolahan yang dilakukan berbeda-beda [1].

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan dan tumbuh sebagai tanaman. Pada umumnya biomassa yang memiliki nilai ekonomis rendah atau merupakan hasil ekstraksi produk primer [2]. Biomassa pada umumnya mempunyai densitas yang cukup rendah, sehingga akan mengalami kesulitan dalam penanganannya. Densifikasi adalah adalah suatu metode pengembangan fungsi suatu sumber daya. Densifikasi dapat meningkatkan kandungan energi tiap satuan volume dan juga dapat mengurang biaya transportasi dan penanganan. Densifikasi biomassa menjadi briket bertujuan untuk meningkatkan densitas dan mengurangi persoalan penanganan seperti penyimpanan dan pengangkutan. Secara umum densifikasi biomassa mempunyai beberapa keuntungan [3]. Potensi sumber daya biomassa di Indonesia salah satu yang terbesar dibandingkan negara lain, potensinya apabila dikembangkan adalah 50 Giga Watt (GW), Selain itu Indonesia memproduksi 146,7 Juta ton atau setara 470 Giga Joule (GJ) biomassa per-tahun yang mana sumber utamanya berasal dari residu pertanian yaitu sebesar 150 GJ per-tahun dan karet kayu 120 GJ per-tahun (ZREU, 2000) dalam [4].

Kelebihan biomassa :

1. Dapat disimpan pada jangka waktu yang lama.
2. Dapat dimanfaatkan sebagai sumber panas dan daya (CHP) sehingga efisiensinya tinggi.
3. Teknologinya fleksibel, sehingga baik untuk diaplikasikan pada skala kecil, sedang, ataupun besar.
4. Lebih efisien jika sumber energi dan tempat pemanfaatannya berjarak dekat.

Kekurangan biomassa :

1. Untuk beberapa teknologi pada prosesnya masih menghasilkan bau.
2. Perlu gas pembersih/cleaning.
3. Abu yang dihasilkan cukup tinggi sehingga pemeliharaan peralatan lebih sering dilakukan.
4. Peralatan untuk proses gasifikasi, pirolisis, dan cogeneration masih terbatas.

Sekam Padi

Tabel 1. KOMPOSIS KIMIA SEKAM PADI

No	Komponen	Kandungan (%)
1	Karbon (Zat Arang)	1,33
2	Hidrogen (H)	1,54
3	Oksigen (O ₂)	33,64
4	Silika (SiO ₂)	16,98

Menurut [5] salah satu bentuk limbah pertanian adalah sekam yang merupakan hasil buangan dari tempat penggilingan padi. Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua bentuk daun yaitu sekam kelopak dan sekam mahkota, dimana pada proses penggilingan padi, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Dari penggilingan padi akan menghasilkan sekitar 25% sekam, 8% dedak, 2% bekatul dan 65% beras.

Tanaman Jati

Tabel 2. KOMPOSISI KIMIA KAYU JATI

No	KOMPONEN	KANDUNGAN (%)
1	Selulosa	60
2	Lignin	20
3	Zat lain (Glukosa, H, O ₂ , dll)	28

Tanaman jati adalah tanaman pohon luas di Asia Tenggara seperti Indonesia. Di Indonesia, pulau Jawa adalah sentra penanaman jati. Tanaman jati juga tumbuh dengan baik di Bali dan Sumbawa. di Indonesia Potensi pemanfaatan jati sangat besar, namun pada umumnya pemanfaatannya hanya pada bagian kayu dalam bentuk log untuk kebutuhan industri furniture. Bagian lain dari jati seperti daun dan serbuk kurang dimanfaatkan secara efektif [6].

tropis dengan distribusi yang Thailand, Laos, Burma, dan

Tanaman Sengon

Tabel 3. KANDUNGAN KIMIA KAYU SENCON

No	KOMPONEN	KANDUNGAN (%)
1	Selulosa	49,4
2	Lignin	26,8
3	Pentosa	15,6
4	Abu	0,6
5	Silika	0,2
6	Zat Ekstraktif	3,4
7	Berat Jenis	0,33

Tanaman Sengon merupakan salah satu tanaman yang tumbuh dengan cepat di daerah tropis, tanaman ini pertama kali ditemukan oleh Teysman pada tahun 1871 di pedalaman pulau Banda dan dibawa ke Kebun Raya Bogor. Tanaman ini kemudian tersebar luas dari Kebun Raya Bogor ke daerah-daerah lainnya di Indonesia diantaranya Jawa, Kalimantan, Sumatra, Sulawesi, dan pulau-pulau lainnya [7].

Proximate Analysis

Proximate Analysis merupakan suatu langkah awal dalam menentukan kualitas daripada batu bara yang meliputi penentuan kandungan kadar air, zat terbang (*Moisture Matter*), abu (*Ash*) dan karbon tetap (*Fixed Carbon*) terlambat dalam batu bara dengan *Standard Operation Prosedur* (SOP) untuk memberikan acuan bagi analisis dengan menghasilkan nilai hasil uji yang presisi dan akurat.[8]. *Fixed carbon* merupakan kadar karbon tetap yang terdapat dalam suatu bahan bakar padat dimana ada setelah volatile matters/ bahan-bahan yang mudah menguap dipisahkan dari bahan bakar padat tersebut [9]. *Volatile matter* merupakan suatu zat aktif yang dapat menghasilkan energi panas/ kalor apabila bahan tersebut dibakar. Umumnya terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti gas Hidrogen, Karbon Monoksida dan Metana (CH₄). *Volatile Matter* sangat erat kaitannya dengan kualitas bahan, makin tinggi kandungan VM makin rendah kualitas bahan. Abu merupakan kotoran bahan baku biomassa yang tidak akan terbakar. Kandungan didalamnya berkisar antara 5% hingga 40%. Menurut [9], Kadar abu mempengaruhi efisiensi pembakaran yang terjadi. Kadar air (*Moisture Matter*) merupakan suatu kandungan air yang terdapat pada bahan bakar padat. Semakin besar kandungan air yang terdapat pada bahan bakar padat, maka nilai kalornya semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Kadar air akan menurunkan kandungan panas per-kg berkisar antara 0,5 hingga 10 %.

Ultimate Analysis

Ultimate analysis merupakan suatu analisa bertujuan menentukan persentase beberapa kadar kandungan pada bahan bakar seperti, kadar karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan Belerang total dalam batu bara dengan metode tertentu (Basu, P 2010) dalam [10]. Metode yang digunakan berdasarkan ASTM (American Society For Testing and Materials) [11].

Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan suatu nilai kuantitas atau sejumlah panas baik yang diserap ataupun dilepaskan oleh suatu benda panas (Santosa, 2010) dalam [9]. Nilai kalor sangat berpengaruh terhadap laju pembakaran daripada bahan bakar. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai kalor yang mampu dibangkitkan dari setiap sampel bahan bakar yang diuji menggunakan bom kalori meter.

Bulk Density/ Kerapatan

Densitas atau berat jenis dan massa jenis adalah suatu perbandingan antara berat (kg) dengan volume (m^3), sehingga memiliki satuannya (kgm^{-3}). Karena cara pengaplikasian berat dan volume benda dilakukan dengan memakai timbangan dan literan kasar bukan dengan cara analitik biasa disebut juga densitas kasar. Karena perbedaan cara pengukurannya maka dikenal dengan istilah densitas curah (bulk density) [12].

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental yaitu mencampur bahan-bahan biomassa dengan persentase tertentu dan diikuti pengujian serta analisa *Proximate* dan *Ultimate*.

Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir penelitian langkah awal yang dilakukan yaitu melakukan persiapan untuk memulai penelitian dengan melakukan studi lapangan dan pencarian pustaka yang berkaitan dengan perencanaan penelitian. Tahap selanjutnya yaitu mempersiapkan alat dan bahan baku untuk pembuatan sampel biomassa. Setelah sampel biomassa sudah disiapkan proses selanjutnya melakukan pengujian pada sampel berdasarkan parameter uji yang direncanakan, meliputi *Proximate Analysis*, *Ultimate Analysis*, Nilai Kalor, dan Bulk Density. Keluaran daripada pengujian diperoleh data yang selanjutnya diolah, dianalisa, dan hasil pembahasannya, tahap terakhir daripada penelitian ini menarik kesimpulan dari analisa dan pembahasan data yang telah dikomparasi.

Parameter Uji

Pengamatan dilakukan terhadap bahan baku (BB) dan, parameter yang akan diamati diberikan pada Tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4. PARAMETER UJI

No	Parameter Uji	BB
1	<i>Proximate Analysis :</i> - <i>Moisture in air dried</i> - Kadar abu - <i>Volatile matter</i> - Karbon tetap	✓
2	<i>Ultimate Analysis :</i> -Total Sulfur -Carbon -Hydrogen -Nitrogen -Oxygen	✓
3	Nilai kalor	✓
4	<i>Bulk density</i>	✓

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi mesin penggiling serbuk, ayakan, timbangan digital, handphone, wadah penampung dan bahan yang digunakan meliputi serbuk sekam padi, serbuk gergaji kayu jati, dan serbuk gergaji kayu sengon.

Tahap penelitian

Pengumpulan ketiga bahan baku, penggilingan bahan baku dilaboratorium konversi energi ITN Malang, pengayakan bahan baku, Sampel hasil, pengiriman sampel kelaboratorium TEKMIRA Bandung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian dilaboratorium (TEKMIRA) pusat penelitian dan pengembangan teknologi material dan batubara yang lokasinya berada di Bandung dari sampel yang telah disediakan dilaboratorium konversi energi ITN Malang diperoleh data outputnya dari serbuk limbah hutan kayu sengon (SKS), serbuk limbah mebel kayu jati (SKJ), dan serbuk limbah pertanian sekam padi (SSP) seperti pada Tabel 5. Hasil pengujian Proximate dan ultimate sekam padi dan campuran 1 (SSP 55% : SKJ 10% : SKS 35%). Dan data output pengujian Proximate dan ultimate pada peneliti terdahulu serbuk limbah mebel kayu jati (SKJ) 100%, dan campuran pembeding/ SCP dengan persentase campurannya (SSP 55% : SKJ 10% : SKS 35%) seperti pada Tabel 6.

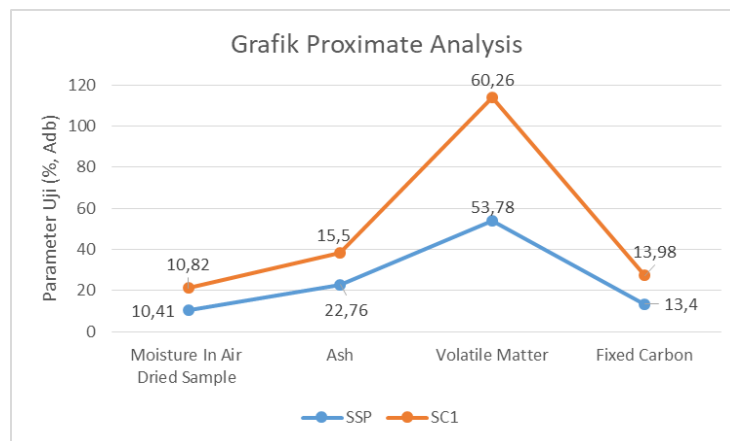
Tabel 5. DATA HASIL PENGUJIAN SEKAM PADI & SC1

No	Analysis Parameters		Sampel Marks	
			Serbuk Sekam Padi (SSP)	Serbuk Campuran 1
1	Total Moisture	%, ar	10,41	10,82
2	Moisture In Air Dried Sampel	%, adb	10,06	10,26
3	Ash	%, Adb	22,76	15,50
4	Volatile Matter	%, Adb	53,78	60,26
5	Fixed Carbon	%, Adb	13,40	13,98
7	Total Sulfur	%, Adb	0,11	0,10
8	Carbon	%, Adb	32,37	36,59
9	Hydrogen	%, Adb	5,27	5,70
10	Nitrogen	%, Adb	0,60	0,56
11	Oxygen	%, Adb	38,89	41,55
12	Gross Calorific Value	Cal/g, Adb	3.064	3.364
13	Bulk density	g/cm ³	0,43	0,33

Tabel 6. DATA HASIL PENGUJIAN KAYU JATI DAN SCP

No	Analysis Parameters		Sampel Marks	
			Serbuk Kayu Jati (SKJ)	Serbuk Campuran Pembanding
1	Total Moisture	%, ar	9,97	12,84
2	Moisture In Air Dried Sampel	%, adb	8,95	10,82
3	Ash	%,Adb	24,54	10,17
4	Volatile Matter	%, Adb	53,76	64,48
5	Fixed Carbon	%, Adb	12,75	14,53
7	Total Sulfur	%, Adb	0,097	0,090
8	Carbon	%, Adb	32,71	38,28
9	Hydrogen	%, Adb	4,95	6,04
10	Nitrogen	%, Adb	0,22	0,51
11	Oxygen	%, Adb	37,48	44,91
12	Gross Calorific Value	Cal/g, Adb	3.056	3.456
13	Bulk density	g/cm ³	0,33	3,30

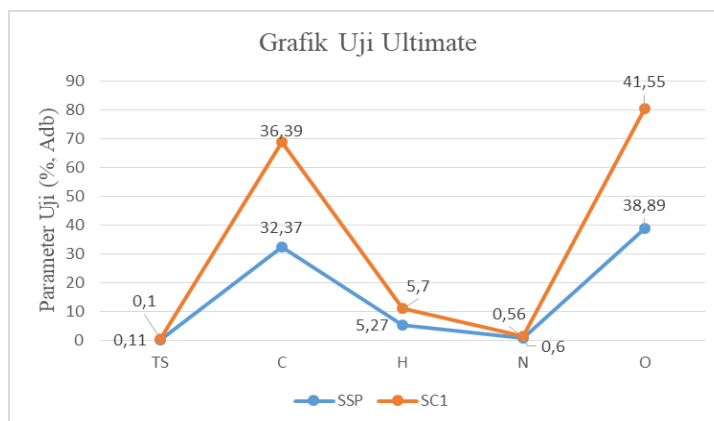
Analisa Dan Pembahasan



Gambar 1. GRAFIK UJI PROXIMATE SERBUK SEKAM PADI DAN SC1

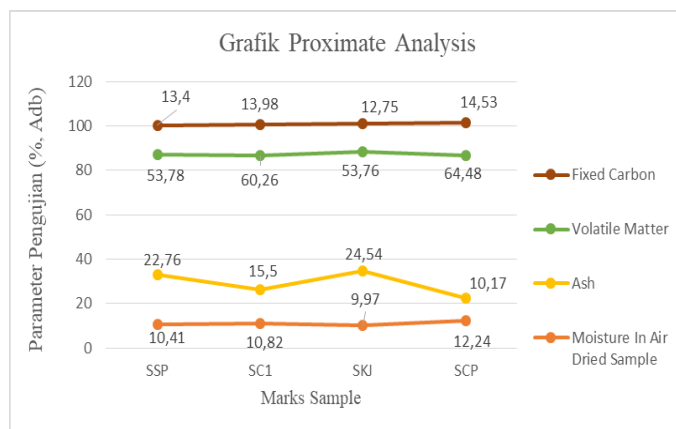
Pada gambar 2 diatas dapat diketahui dari semua parameter uji yang dilakukan meliputi Nilai kelembaban udara tertinggi terdapat pada sampel serbuk campuran 1 dengan nilai moisture in air driednya sebesar 10,82% Adb, dan nilai kelembaban udara terendah terdapat pada sampel serbuk sekam padi (SSP) dengan nilai moisture in air driednya 10,41%. Menurut [9] jika kelembabannya semakin tinggi maka nilai kalor yang dihasilkan bahan bakar akan semakin kecil, begitupun sebaliknya. Kadar abu yang dihasilkan dari proses pembakaran biomassa merupakan kandungan yang tidak dapat menguap atau menghilang dan akan tetap tertinggal selama proses pengabuan sehingga semakin tinggi sisa pembakaran berupa kadar abu maka efisiensi pembakaran menjadi turun. Untuk kadar abu tertinggi yang dihasilkan dari masing-masing sampel terdapat pada limbah serbuk sekam padi dengan nilai Ashnya sebesar 22,76%, Adb dan kadar abu terendah terdapat pada sampel serbuk campuran 1 dengan nilai keluarannya 15,50%, Adb maka serbuk campuran ini dapat diperhitungkan untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif. Untuk zat terbang/ hilang nilai tertinggi terdapat pada uji proximate biomassa serbuk campuran 1 (SC1) dengan nilai volatile matternya 60,26% Adb. Jika kandungan volatile matter semakin tinggi maka bahan bakar akan mudah terbakar, karena terdapat gas-gas yang mudah terbakar seperti gas metana, karbon monoksida dll. Untuk nilai volatile matter terendah terdapat pada biomassa serbuk sekam padi dengan nilai 53,78% Adb. Untuk pengujian nilai karbon tetap tertinggi terdapat pada serbuk campuran 1 (SC1) dengan nilai 13,98% Adb, sedangkan nilai terendahnya terdapat pada serbuk sekam padi (SSP) dengan nilai 13,40% Adb. Jika diamati serbuk

campuran pembanding memiliki nilai karbon tetapnya lebih tinggi maka kualitas arang biomassa ini meningkat dan baik untuk diaplikasikan menjadi bahan bakar.



Gambar 2. GRAFIK UJI ULTIMATE SERBUK SEKAM PADI DAN SC1

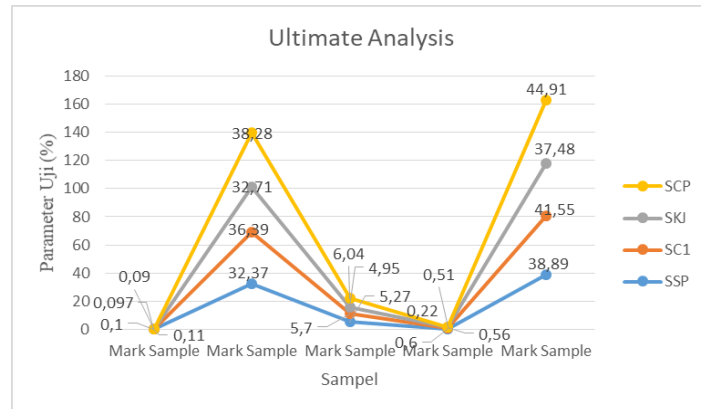
Pada gambar 3 nilai total sulfur tertinggi adalah 0,11% Adb terdapat pada serbuk sekam padi (SSP) dan untuk nilai terendah terdapat pada serbuk campuran 1 (SC1) dengan nilai 0,10%, Adb. Jika kadar belerang total yang dihasilkan bahan bakar biomassa tinggi maka diperoleh dampak positifnya meningkatkan nilai kalor daripada bahan bakar dan negatifnya menyebabkan polutan pada pemakaian komersial untuk itu digunakan standarisasi kandungan total sulfur dari masing-masing bahan bakar. Nilai carbon tertinggi terdapat pada serbuk campuran 1 dengan kadar carbonnya sebesar 36,39% Adb, hal ini mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan sampel bahan bakar menjadi semakin tinggi sedangkan untuk kadar carbon terendah terdapat pada serbuk sekam padi dengan nilai 32,37% Adb. Untuk nilai hydrogen tertinggi terdapat pada serbuk campuran 1 dengan nilai 5,7% Adb, untuk nilai hydrogen terendah adalah 5,27%, Adb, yang terdapat pada serbuk sekam padi. Semakin rendah kadar hydrogen maka nilai kalornya semakin tinggi hal ini terjadi karena kadar Hydrogen yang tinggi maka bahan mudah terbakar. Untuk kandungan nitrogen tertinggi adalah 0,60% Adb terdapat pada serbuk sekam padi dan nilai terendah 0,56% Adb terdapat pada serbuk campuran 1 (SC1). Unsur nitrogen mempengaruhi Flame height atau tinggi api yang dihasilkan dari proses pembakaran. Dan nilai oxygen tertinggi 41,55% Adb terdapat pada serbuk campuran 1 (SC1) dan nilai terendahnya adalah 38,89% Adb terdapat pada serbuk sekam padi (SSP). Nilai oxygen tinggi efisiensi pembakaran meningkat.



Gambar 3. GRAFIK UJI PROXIMATE SEMUA LIMBAH BIOMASSA

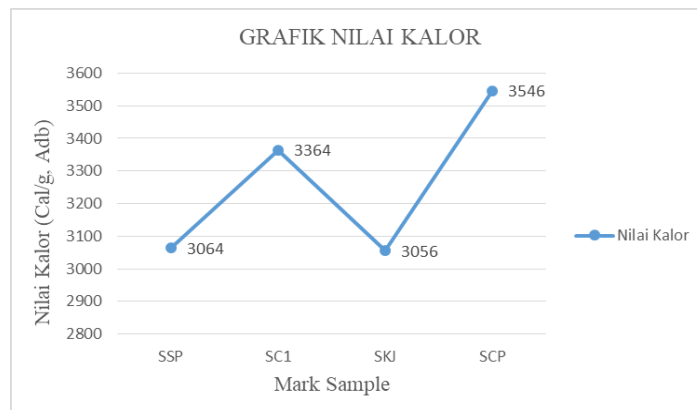
Pada gambar 4 untuk setiap pengujian pada parameter *Proximate Analysis* pada biomassa dengan ukuran butir serbuknya mesh 60 meliputi serbuk sekam padi (SSP) 100%, serbuk campuran 1 (SC1) persentase 55% serbuk sekam padi (SSP) : 10% serbuk kayu jati (SKJ) : 45% serbuk kayu sengon, Limbah serbuk kayu jati (SKJ) 100% pada peneliti terdahulu, dan serbuk

campuran pемbandingan (SCP) persentase 10% serbuk kayu jati (SKJ) : 45% serbuk sekam padi (SSP) : 45% serbuk kayu sengon diperoleh hasil analisa nilai kelembaban udara tertinggi terdapat pada serbuk campuran pемbandingan dengan nilai 12,24% Adb, dan nilai terendah terdapat pada serbuk kayu jati dengan nilai 9,97%. Untuk zat terbang tertinggi terdapat pada serbuk campuran pемbandingan dengan nilai 64,48% Adb, Untuk kadar abu tertinggi terdapat pada serbuk kayu jati dengan nilai 24,54%, Adb dan terendah terdapat pada serbuk campuran pемbandingan dengan nilai 10,17%. Untuk nilai karbon tetap tertinggi terdapat pada (SCP) dengan nilai 14,53% Adb, nilai terendahnya terdapat pada (SKJ) dengan nilai 12,75% Adb. SCP memiliki nilai karbon tetapnya yang tinggi maka kualitas arang/ material dari sampel biomassa ini semakin meningkat.



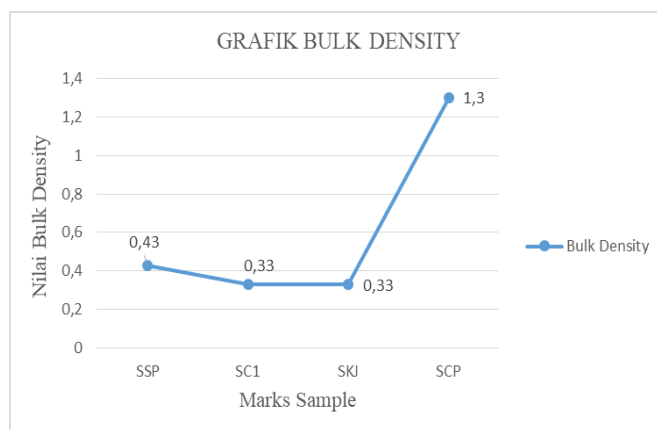
Gambar 4. GRAFIK UJI ULTIMATE SEMUA LIMBAH BIOMASSA

Nilai total sulfur tertinggi adalah 0,11% Adb yang terdapat pada serbuk sekam padi (SSP) dan untuk nilai terendah terdapat pada serbuk campuran pемbandingan (SCP) dengan nilai 0,090%, Adb. Untuk nilai carbon tertinggi terdapat pada sampel serbuk campuran pемbandingan dengan kadar carbonnya 38,28% Adb, hal ini mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan sampel bahan bakar menjadi semakin tinggi sedangkan untuk kadar carbon terendah terdapat pada sampel serbuk sekam padi dengan nilai 32,37% Adb. Untuk nilai hydrogen tertinggi terdapat pada serbuk campuran pемbandingan dengan nilai sebesar 6,04% Adb, sedangkan untuk nilai hydrogen terendah adalah 4,95% Adb, yang terdapat pada biomassa serbuk kayu jati (SKJ). Nilai nitrogen tertinggi adalah 0,56% Adb terdapat pada serbuk campuran 1 dan nilai terendah adalah 0,6% Adb terdapat pada serbuk sekam padi. Kandungan nitrogen mempengaruhi tinggi api dari proses pembakaran. Untuk nilai *oxygen* tertinggi adalah 44,91% Adb yang terdapat pada serbuk campuran pемbandingan dan nilai terendah adalah 37,48% Adb yang terdapat pada serbuk kayu jati (SKJ).



Gambar 5. GRAFIK NILAI KALOR

Nilai kalor tertinggi terdapat pada serbuk campuran pembanding dengan nilai 3546 cal/g Adb, dan nilai terendahnya 3056 cal/g, Adb terdapat pada serbuk kayu jati. Perbandingan nilai kalornya karena beberapa alasan yang terkait antara pengujian proximate, Ultimate, dan Bulk density, dimana pada pengujian proximate semakin tinggi volatile matter dan karbon tetap maka keefisienan dari pada pembakaran dan nilai kalornya menjadi lebih tinggi sebaliknya untuk kadar abu dan kelembabannya yang semakin rendah maka kualitas dari bahan bakar ini baik untuk digunakan. Hubungan antara nilai kalor dan pengujian Ultimatepun sama dimana kandungan pada bahan bakar mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan. Jika kandungan belerang, carbon, nitrogen, hydrogen dan oxygen semakin tinggi maka nilai kalor yang dihasilkan semakin tinggi. Pada grafik serbuk campuran pembanding memiliki nilai kalor yang lebih tinggi, disusul serbuk campuran 1, serbuk sekam padi dan yang paling rendah yaitu serbuk kayu jati.



Gambar 6. GRAFIK BULK DENSITY BIOMASSA

Untuk nilai bulk density tertinggi adalah $1,3 \text{ g/cm}^3$ terdapat pada serbuk campuran pembanding, untuk nilai Bulk density terendahnya terdapat pada SC1 dan serbuk kayu jati dengan nilai $0,33 \text{ g/cm}^3$. Pengaruh kerapatan kasar ini karena ukuran butir yang digunakan tidak semuanya berukuran mesh 60 karena sebagian besar berukuran lebih kecil dari ukuran ayakan yang ikut terjatuh menyebabkan efisiensi pembakaran tidak konstan. Hal ini dapat terjadi jika kerapatan suatu bahan bakar semakin padat maka bahan bakar akan sulit terbakar yang mana nilai kalor yang dihasilkan menurun untuk itu kerapatan dari bahan baku harus sesuai dengan standart yang digunakan. Pada penelitian ini bulk density yang diperoleh dari setiap sampel biomassa hanya serbuk campuran pembanding (SCP) yang dapat ditoleransi dengan standart yang digunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Parameter uji dari analisa Proximate dan Ultimate yang dilakukan diperoleh dari data sekarang dan terdahulu bahwa serbuk campuran pembanding (SCP) pada peneliti terdahulu memiliki efisiensi yang lebih baik dari sampel limbah biomassa lain pada penelitian ini.
2. Untuk nilai kalor yang dihasilkan dari data penelitian sampel sekam padi dan serbuk campuran 1 dapat ditarik kesimpulan nilai kalor dari serbuk campuran 1 memiliki efisiensi yang lebih tinggi dengan nilai 3364 cal/g, Adb.
3. Kadar kandungan dari masing-masing biomassa seperti kadar abu (Ash), Moisture matter, Volatile matter, karbon tetap, belerang, carbon, hydrogen, nitrogen, oxygen, dan bulk density mempengaruhi nilai kalori (Calorific Value) yang dihasilkan oleh limbah biomassa.
4. Untuk nilai kelembaban udara 8,95- 10,82% Adb, nilai Kadar Abu (Ash) 10,17-24,54%,Adb, nilai Zat Terbang 53,76%, Adb - 64,48% Adb, dan nilai Karbon Tetapnya 12,75-14,53% Adb.
5. Untuk Total Sulfur dari 0,090-0,11% Adb, carbon 32,37-38,28% Adb, kadar Hydrogen 4,95-6,045% Adb, Nitrogen 0,22-0,60% Adb, dan Oxygen 37,48-44,91% Adb. Nilai kalor yang dihasilkan 3056-3546 Cal/g. Nilai kerapatan (Bulk Density) dari semua sampel limbah biomassa $0,33\text{-}1,30 \text{ g/cm}^3$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fadhilah, “Mengupas Perkembangan Energi Biomassa di Indonesia,” *Medium.com*, 2017. <https://medium.com/@alfinfadhilah/mengupas-perkembangan-energi-biomassa-di-indonesia-e8a9cf4cb7fc> (accessed Nov. 01, 2020).
- [2] Kunaifi, “Options for the Electrification of Rural Villages in the Province of Riau , Indonesia,” *Technol. Appl.*, pp. 1–118, 2009.
- [3] S. C. Bhattacharya, “A study on improved biomass briquetting,” *Energy Sustain. Dev.*, vol. 6, no. 2, pp. 67–71, 2002, doi: 10.1016/S0973-0826(08)60317-8.
- [4] Satekso, “Biomassa, Harapan Energi Masa Depan,” *sainstekno.com*, 2019. <http://www.sainstekno.net/2018/10/28/biomassa-harapan-energi-masa-depan> (accessed Jan. 31, 2021).
- [5] D. E. G. Sofhia, W. Nurhasanah, and J. M. Munandar, “Pemanfaatan Limbah Sekam Menjadi Produk Arang Sekam untuk Meningkatkan Nilai Jual di Desa Gunturmekar, Kabupaten Sumedang,” *J. Pus. Inov. Masy.*, vol. 2, no. 4, p. 679–684, 2020.
- [6] R. Kembaren, S. Putrilinier, N. N. Maulana, R. Ikono, N. T. Rochman, and E. Mardliyati, “Ekstraksi dan karakterisasi serbuk nano pigmen dari daun tanaman jati (,” *J. Kim. Kemasan*, vol. 36, no. 1, pp. 1–6, 2013.
- [7] A. A. Prakoso, “Pohon Sengon – Morfologi, Manfaat, Harga Kayu & Budidaya,” *RimbaKita.com*, 2019. <https://rimbakita.com/pohon-sengon/> (accessed Nov. 04, 2020).
- [8] I. O. Prahesthi, Z. Sub, B. Laboratorium, P. Sumber, and D. Geologi, “PENYUSUNAN STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR (SOP) ANALISIS KIMIA PROKSIMAT BATUBARA Oleh,” *Pus. Sumber Daya Geol.*, no. Proximate And Ultimate Analysys, p. 35, 1886.
- [9] S. Putro, Musabbikhah, and Suranto, “Variasi Temperatur dan Waktu Karbonisasi untuk Meningkatkan Nilai Kalor dan Memperbaiki Sifat Proximate Biomassa sebagai Bahan Pembuat Briket yang Berkualitas,” *Simp. Nas. RAPI XIV - 2015 FT UMS*, pp. 282–288, 2015.
- [10] D. J. Roddy and C. Manson-Whitton, *Biomass gasification and pyrolysis*, vol. 5. 2012.
- [11] A. Anam and M. A. Majid, “Karakteristik Limbah Daun Tebu Sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan Berbasis Densification Method,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 1, p. 59, 2020, doi: 10.32497/jrm.v15i1.1832.
- [12] M. Rohadi, “Sifat Fisik Bahan dan Aplikasinya Dalam Industri Pangan.” p. 142, 2009, [Online]. Available: <http://repository.usm.ac.id/files/bookusm/D012/20171109031457-Sifat-Fisik-Bahan-dan-Aplikasinya-Dalam-Industri-Pangan.pdf>.