

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN PROGRAM DOSEN WAJIB MENELITI



KARAKTERISTIK PELLET KAYU BERBAHAN BAKU
KAYU GELAM-SEKAM PADI

Dibiayai oleh :
DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2022
Nomor : SP DIPA – 023.17.2.677518/2022 tanggal 17 November 2021
Universitas Lambung Mangkurat
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Sesuai dengan SK Rektor Universitas Lambung Mangkurat Nomor : 458/UN8/PG/2022
Tanggal 28 Maret 2022

TIM PENELITI

Dr. RACHMAT SUBAGYO, S.T., M.T.	NIDN	: 0005087604
ANDY NUGRAHA, S.T., M.T.	NIDK	: 0028068907
TRENDY PRATAMA	NIM	: 1910816210006
M. ZAINUL RUSDI	NIM	: 1910816310018

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
NOVEMBER 2022

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PROGRAM DOSEN WAJIB MENELITI

Judul Penelitian : Karakteristik Pellet Kayu Berbahan Baku Kayu
Gelam-Sekam Padi

Klaster Penelitian : Penelitian Madya

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Rachmat Subagyo, ST., MT.
b. NIDN : 0005087604
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Teknik Mesin
e. Nomor HP : 081333413113
f. Alamat surel (*e-mail*) : rachmatsubagyo@ulm.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Andy Nugraha, S.T., M.T.
b. NIDN/NIDK : 8832133420
c. Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap :
b. NIDN/NIDK :
c. Perguruan Tinggi :

Anggota Peneliti (3)

a. Nama Lengkap :
b. NIDN/NIDK :
c. Perguruan Tinggi :

Mahasiswa yang Terlibat

a. Nama Lengkap/NIM (1) : Trendy Pratama / 1910816210006
b. Nama Lengkap/NIM (2) : M. Zainul Rusdi / 1910816310018
c. Nama Lengkap/NIM (3) : /
d. Nama Lengkap/NIM (4) : /

Tahun Pelaksanaan : 2022


Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 30.000.000

Mengetahui,
Dekan



Dr. Ganiyoor Muchamad, ST., MT.
NIP. 197204301997031003

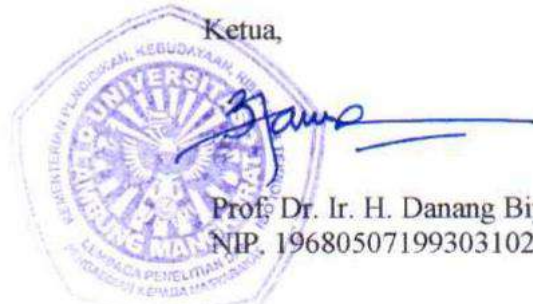
Banjarbaru, 15 November 2022
Ketua Peneliti



Dr. Rachmat Subagyo, ST., MT.
NIP. 197608052008121001

Menyetujui,

Ketua,



Prof. Dr. Ir. H. Danang Biyatmoko, M.Si
NIP. 196805071993031020



RINGKASAN

Kayu gelam atau *Melaleuca cajuputi* merupakan spesies yang tumbuh alami di hutan rawa yang memiliki berat jenis yang tinggi dan berpotensi untuk dijadikan bahan baku arang ataupun pelet kayu (energi biomassa). Disekitar Desa Jejangkit Timur terdapat banyak lahan pertanian yang masih memproduksi sangat baik. Hal ini mendorong untuk memanfaatkan kayu gelam-sekam padi untuk dimanfaatkan menjadi energi alternatif berupa pellet kayu. Metode penelitian secara eksperimental dengan melakukan pengujian sifat fisik dan pellet kayu kayu gelam-sekam padi menggunakan analisis proximate, yang terdiri atas: pengujian kadar air, kadar abu, kadar zat-zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), dan nilai kalor. Pengujian karakteristik pembakaran pellet kayu gelam-sekam padi dilakukan untuk mengetahui performa pembakaran dari pellet kayu dari bahan baku kayu gelam-sekam padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi tekanan pembuatan pellet tidak berpengaruh secara signifikan pada kelima hasil uji proximet. Hal ini disebabkan pada uji proximet hanya menganalisa dan mengidentifikasi kandungan pada pellet gelam dan sekam padi. Variasi komposisi gelam dan sekam padi pada pellet berpengaruh terhadap karakteristik pembakarannya berlaku sebaliknya untuk tekanan pembuatan pellet. Luaran utama dipublikasikan *International Journal Civil and Enviromental Science Journal* (CIVENSE) terindek: *Sinta, DOAJ, GARUDA, Crossref, ROAD dan Google Scholar*. Bahan Ajar dengan judul: BAHAN BAKAR ENERGI BARU TERBARUKAN (EBT) BRIKET DAN PELLE KAYU. Hak cipta yang pada bahan ajar telah di daftarkan sebagai hak kekayaan intelektual dari LPPM Universitas Lambung Mangkurat. Partisipasi di seminar lahan basah sebagai pemakalah oral penelitian. Video Kegiatan penelitian telah di upload di kanal Youtube dan Poster kegiatan. Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) pada tingkat kondisi kematangan hasil penelitian pada level 2 untuk dapat memetakan pengembangan teknologi selanjutnya mencapai level yang lebih tinggi. Topik yang diangkat pada penelitian ini sejalan dengan Rencana Induk Penelitian (RIP) Universitas Lambung Mangkurat pada bidang unggulan lahan basah dan topik unggulan ketahanan energi, material maju dan infrastruktur.

Kata kunci: Kayu Gelam, Sekam Padi, Pellet Kayu, Sifat Fisik, Karakteristik Pembakaran

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kami panjatkan ke khadirat Allah SWT karena atas Rahmat dan HidayahNya, penelitian ini berjalan dengan baik. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dalam rangka Pemanfaatan potensi biomassa yang terdapat di Kalimantan Selatan khususnya Desa Jejangkit Timur Kecamatan Jejangkit Kabupaten Barito Kuala dengan potensinya yang melimpah, seperti kayu gelam dan sekam padi yang berpotensi digunakan sebagai bahan bakar baik untuk keperluan rumah tangga maupun industri. Hal ini sangat bermanfaat untuk pengembangan energi terbarukan yang sangat di anjurkan pada saat ini.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini sehingga berjalan lancar, kami sangat senang atas semua masukan dari para ahli dan pengembang energi terbarukan. Karena penelitian ini masih dalam proses penyelesaian maka kritik dan saran yang konstruktif sangat kami harapkan demi kesempurnaan laporan ini. Terima kasih dan semoga bermanfaat.

Banjarmasin, 15 Nopember 2022

Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Khusus	3
1.4. Urgensi (Keutamaan) Penelitian	3
1.5. Rencana Target Capaian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kayu Gelam	5
2.2. Sekam Padi.....	6
2.3. Pellet Kayu.....	7
2.4. Bahan Bakar Padat	9
2.5. Standarisasi Pellet Kayu.....	10
2.6. Studi Pendahuluan.....	10
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	12
3.1. Tujuan Penelitian	12
3.2. Urgensi Penelitian	12

3.3. Luaran Penelitian	12
3.4. Manfaat Penelitian	13
BAB 4 METODE PENELITIAN	14
BAB 5 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	17
5.1. Hasil Simulasi Pembakaran Gelam dan Sekam Padi	17
5.1. (a). Grafik Temperatur Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam padi	18
5.1. (b). Grafik Laju Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam padi.....	19
5.1. (c). Grafik Tekanan Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam.....	20
5.1. (d). Hasil simulasi ANSYS temperatur pembakaran pellet pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi)	21
5.1.(e). Hasil simulasi ANSYS laju pembakaran pellet pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi)	23
5.1. (f). Hasil Simulasi ANSYS tekanan Pembakaran pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi)	24
5.2. Hasil Eksperimen Uji Pembakaran dan Uji Proximet.....	25
5.3. Luaran Yang Dicapai	30
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	34
6.1. Kesimpulan	34
6.2. Saran.....	34

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	hal
Tabel 1.1. Rencana Target Capaian	4
Tabel 2.1. Komposisi kimia sekam padi	7
Tabel 2.2. Standar Mutu Pellet kayu (Sumber: SNI 8021:2014)	10
Tabel 3.1. Target Luaran Penelitian	12
Tabel 5.1. Massa Jenis Campuran	17
Tabel 5.2. Hasil Uji Proximet pada pellet Gelam dan Sekam padi	26
Tabel 5.3. Data Pembakaran Pellet	27

DAFTAR GAMBAR

	hal
Gambar 2.1. Tumbuhan Gelam	5
Gambar 4.1. Diagram Pembuatan Pellet Kayu Gelam-Sekam Padi	15
Gambar 4.2. Diagram Pengujian Pellet Kayu Gelam-Sekam Padi	15
Gambar 4.3. Alur Penelitian Pellet Kayu Gelam-Sekam Padi	16
Gambar 5.1. Grafik Temperatur Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam padi	19
Gambar 5.2. Grafik Laju Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam padi	20
Gambar 5.3. Grafik Tekanan Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam	21
Gambar 5.4. Hasil simulasi ANSYS temperatur pembakaran pellet pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi): (a). Komposisi gelam 100%, (b). Komposisi Gelam 80%: Sekam padi 20%, (c). Komposisi Gelam 60%: Sekam 40%, (d) Komposisi Gelam 50%: Sekam 50% dan (e). Komposisi Sekam 100%	22
Gambar 5.5. Hasil simulasi ANSYS laju pembakaran pellet pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi): (a). Komposisi gelam 100%, (b). Komposisi Gelam 80%: Sekam padi 20%, (c). Komposisi Gelam 60%: Sekam 40%, (d) Komposisi Gelam 50%: Sekam 50% dan (e). Komposisi Sekam 100%	23
Gambar 5.6. Hasil Simulasi ANSYS tekanan Pembakaran pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi): (a). Komposisi gelam 100%, (b). Komposisi Gelam 80%: Sekam padi 20%, (c). Komposisi Gelam 60%: Sekam 40%, (d) Komposisi Gelam 50%: Sekam 50% dan (e). Komposisi Sekam 100%	25
Gambar 5.7. Nyala api pada tekanan 60, 80 dan 100 (kg/cm ²) komposisi gelam 100%	29
Gambar 5.8. Nyala api pada tekanan 60, 80 dan 100 (kg/cm ²) komposisi sekam 100%	
Gambar 5.9. Artikel yang telah publish	32
Gambar 5.10. Cover bahan ajar dengan judul BAHAN BAKAR ENERGI BARU TERBARUKAN (EBT) BRIKET DAN PELLETT KAYU	32
Gambar 5.11. Surat pencatatan ciptaan bahan ajar	33
Gambar 5.12. Sertifikat pemakalah oral (penelitian) SEMNAS LPPM Universitas Lambung Mangkurat	33
Gambar 5.13. Poster kegiatan penelitian	34

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Proses pembuatan pellet (a). Gambar alat pencetak pellet dan (b). Proses pencetakan pellet
- Lampiran 2. Hasil Cetak pellet pada komposisi Gelam: (a). 0, (b). 50, (c). 60, (d). 80 dan (e). 100%
- Lampiran 3. Uji Bomb Kalori meter di Baristand (a). Proses Uji Bomb Kalorimeter (b). Hasil pembacaan pada layar

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi sangat diperlukan oleh manusia sebagai makhluk hidup dalam menjalani kehidupan. Seiring berkembangnya zaman, kebutuhan manusia untuk menggunakan energi semakin tinggi. Permasalahan yang akan dihadapi adalah tidak adanya kesetimbangan antara *supply* dan *demand*. Tuntutan inovasi yang semakin bertambah atau memaksimalkan potensi pemanfaatan energi yang berasal dari alam yang kini biasa disebut sebagai energi terbarukan atau energi alternatif menjadi prioritas dalam keberlangsungan hidup manusia. Salah satu energi alternatif tersebut, yaitu pellet kayu.

Pellet kayu adalah salah satu produk yang dikembangkan sebagai sumber energi alternatif yang digunakan sebagai bahan bakar. Selain digunakan untuk keperluan rumah tangga, pellet kayu juga bisa digunakan untuk industri besar, bahkan juga bisa untuk industri pembangkit tenaga listrik. Pellet kayu dapat menjadi pembangkit tenaga karena memiliki nilai kalor yang tinggi dan dapat menghemat penggunaan bahan bakar fosil yang jumlahnya semakin menipis. Keunggulan pellet kayu dibandingkan dengan bahan bakar kayu lain seperti chip kayu adalah memiliki nilai kalor yang lebih tinggi yaitu sebesar 4,3 juta kal/ton sedangkan chip kayu memiliki nilai kalor sebesar 3,4 juta kal/ton. Keunggulan yang dimiliki pellet kayu dibandingkan dengan chip kayu membuat pellet kayu mempunyai harga yang lebih tinggi. (Sylviani *et al*, 2013). Pellet kayu dapat terbuat dari sisa penebangan, cabang atau ranting, limbah industri perkayuan seperti sisa potongan, chip, serbuk gergaji dan kulit kayu. Selain itu pellet kayu juga dapat terbuat dari berbagai macam jenis kayu, seperti kayu gelam yang tersedia melimpah di Kalimantan Selatan.

Tanaman yang banyak terdapat di Kalimantan Selatan, yaitu kayu gelam dengan potensi produksi kayu pada tahun 2006 sebesar 55.745,78 m³. Data Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan mencatat bahwa potensi produksi gelam di Kabupaten Barito Kuala per tahun mencapai 20.000 m³ sehingga menjadikan kabupaten itu sebagai penghasil gelam terbesar di Kalimantan Selatan. Kayu gelam atau *Melaleuca cajuputi* merupakan spesies yang tumbuh alami di hutan rawa dan ditemukan melimpah di hutan rawa gambut Kalimantan Selatan. Kayu gelam memiliki berat jenis yang tinggi dan berpotensi untuk dijadikan bahan baku arang dan pellet kayu.

Permintaan pellet kayu dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan yang didorong oleh kebijakan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan peningkatan

penggunaan energi terbarukan. Adanya ketidakseimbangan antara produksi dan konsumsi pellet kayu untuk memenuhi permintaan, pellet kayu dapat ditambahkan dengan sampah dari jerami padi, sekam, sampah daun, ranting atau bagian tanaman yang dianggap sebagai limbah (Sidabutar, 2018). Pemanfaatan limbah sekam padi saat ini masih tergolong sangat sedikit. Limbah sekam padi pada umumnya akan dibakar oleh para petani yang membuat polutan dalam udara dan dapat mengganggu kesehatan masyarakat. Sekam padi yang sering dipandang sebagai limbah dari pertanian menyimpan potensi besar untuk dijadikan energi biomassa. Sekam sebagai biomassa dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti untuk bahan baku industri, pakan ternak, dan bahan bakar. Pada proses penggilingan padi, biasanya dapat diperoleh sekam sekitar 20% - 30%, dedak antara 8%-12% dan beras giling antara 50% - 63,5% dari bobot gabah (Pujotomo, I, 2017). Daerah produksi padi terbesar di Kalimantan Selatan, salah satunya adalah Kabupaten Barito Kuala (Batola).

Kabupaten Barito Kuala (Batola) adalah wilayah yang memiliki luas 3.284 kilometer dengan ibu kota Marabahan, merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Kalimantan Selatan yang sebagian besar masyarakatnya bekerja sebagai petani atau bergerak di sektor pertanian. Kabupaten Barito Kuala (Batola) menjadi daerah dengan luas panen dan produksi padi terbesar di Kalimantan Selatan (Kalsel). Dari data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kalsel menggunakan metode Kerangka Sampel Area (KSA), Kabupaten Batola memiliki luasan panen seluas 66.995 hektar. Dari luasan panen tersebut, Kabupaten Batola menjadi penyumbang produksi padi terbesar mencapai 263 ribu ton lebih gabah kering giling (GKG) sejak Januari hingga September 2018. Melimpahnya produksi padi tentu akan turut membuat melimpahnya sekam padi yang dihasilkan.

Ketersediaan sekam padi dan kayu gelam di Kabupaten Barito Kuala (Batola) yang melimpah membuat potensi pemanfaatannya sebagai bahan baku pellet kayu gelam-sekam padi sangat besar. Perpaduan kayu gelam dan sekam padi menjadi pellet kayu dapat dilakukan karena pellet yang berasal dari sekam mempunyai nilai kalor sebesar 3090,64 – 4049,05 kal/g (Ríos-Badrán *et al.*, 2020). Selain itu tekanan dalam pencetakan juga dapat mempengaruhi sifat fisik dan karakteristik pembakarannya (Amrullah *et al.*, 2020). Sehingga dengan memvariasikan tekanan pencetakan pellet, diharapkan diperoleh pellet kayu gelam-sekam padi dengan sifat fisik dan karakteristik pembakaran terbaik, maka diperlukan penelitian untuk mengetahui karakteristik pellet kayu dari kayu gelam-sekam padi.

Topik yang diangkat pada penelitian ini sejalan dengan Rencana Induk Penelitian (RIP) Universitas Lambung Mangkurat pada bidang unggulan lahan basah dan topik unggulan ketahanan energi, material maju dan infrastruktur. Pellet kayu gelam-sekam padi yang dihasilkan nantinya dapat diarahkan untuk penerapan hasil penelitian yang aplikatif dan berperan dalam memberi opsi energi alternatif pengganti bahan bakar fosil.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian yang telah dijelaskan di latar belakang, maka gambaran permasalahan yaitu mendapatkan karakteristik pellet kayu gelam-sekam padi yang sesuai dengan standar SNI. Permasalahan ini, yaitu bagaimana pengaruh variasi tekanan pencetakan dan persentase kayu gelam-sekam padi terhadap sifat fisik (kadar air, kadar abu, kadar zat-zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), dan nilai kalor) dan karakteristik pembakaran (penyalaan awal, laju pembakaran, temperatur pembakaran, dan gas hasil pembakaran (CO, SO₂, dan Nox)) pellet kayu gelam-sekam padi.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian ini memiliki tujuan mengetahui pengaruh variasi tekanan pencetakan dan persentase kayu gelam-sekam padi terhadap sifat fisik (kadar air, kadar abu, kadar zat-zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), dan nilai kalor) dan karakteristik pembakaran (penyalaan awal, laju pembakaran, temperatur pembakaran, dan gas hasil pembakaran (CO, SO₂, dan Nox)) pellet kayu gelam-sekam padi.

1.4 Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Hal yang dapat dirumuskan sebagai **keutamaan** dalam penelitian ini, adalah:

1. Memanfaatkan kayu gelam-sekam padi sebagai bahan baku dalam pembuatan pellet kayu.
2. Mengurangi dan mengatasi penggunaan batubara dengan melakukan substitusi dengan pellet kayu.
3. Berkewajiban untuk mengembangkan potensi alam daerah menjadi material yang bernilai guna dan aplikasi di bidang iptek.

Penelitian yang diajukan merupakan salah satu penerapan bidang **ketahanan energi** yang dikembangkan Universitas Lambung Mangkurat (ULM) tertuang dalam Rencana

Induk Penelitian (RIP) 2020-2024. Oleh karena itu, peranan penelitian ini sangat strategis untuk pemanfaatan sumber daya alam dan meningkatkan kualitas penelitian melalui luaran yang kompeten.

1.5 Rencana Target Capaian

Rencana target capaian yang akan dihasilkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut:

Tabel 1.1. Rencana Target Capaian

No.	Jenis Luaran			
	Kategori	Sub Kategori	Wajib	Tambahan
1.	Artikel ilmiah dimuat di jurnal ²⁾	International Journal Civil and Enviromental Science Journal (CIVENSE) terindek: Sinta, DOAJ, GARUDA, Crossref, ROAD dan Google Scholar	√	-
2.	Artikel ilmiah Dimuat di prosiding ³⁾	Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah LPPM UniversitasLambung Mangkurat.	√	-
3.	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) ¹⁰⁾		Level 3	-
4.	Bahan Ajar/ Modul		√	-
5.	Video kegiatan penelitian dan dipublikasi pada kanal YouTube		√	-
6.	Poster Kegiatan		√	-

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kayu Gelam

Berdasarkan data dari Litbang KLHK. (2021) di Kalimantan Selatan, gelam banyak dijumpai di Kab. Barito Kuala, Banjarbaru, Kab. Tapin, Kab. Hulu Sungai Utara, Kab. Hulu Sungai Tengah, dan Kab. Hulu Sungai Selatan. Data Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan mencatat bahwa potensi produksi kayu gelam pada tahun 2006 sebesar 55.745,78 m³. Produksi kayu gelam di Kabupaten Barito Kuala per tahun mencapai 20.000 m³ sehingga menjadikan kabupaten itu sebagai penghasil gelam terbesar di Kalimantan Selatan.

Salah satu desa di Kabupaten Barito Kuala, yaitu Desa Jejangkit Timur merupakan desa yang warganya aktif dalam memanfaatkan kayu gelam untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Sebagian besar masyarakat desa ini memilih untuk berprofesi sebagai “peramu gelam”, yaitu seseorang atau sekelompok orang yang berprofesi sebagai pencari kayu gelam di alam. Hal ini mereka lakukan karena lebih menjamin terpenuhinya kebutuhan hidup sehari-hari daripada bertani. Lahan pertanian yang mereka kelola umumnya sangat asam sehingga hasilnya kurang memuaskan.

Masyarakat pada umumnya memanfaatkan kayu gelam berdiameter ujung kecil (2-3 cm; 4-5 cm) sebagai kayu tiang pancang/konstruksi bangunan, ajir, dan pagar. Sedangkan kayu gelam berdiameter ujung (6-7 cm; 7-8 cm) biasanya digunakan sebagai kasau, lantai, reng, siring, jalan, belandar, dan penopang lantai pada rumah panggung. Penggunaan kayu gelam sebagai tiang pancang/pondasi secara komersial banyak menggunakan kayu berdiameter sedang (8-12 cm). Secara umum bentuk kayu gelam seperti yang terlihat dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Tumbuhan Gelam

2.2. Sekam Padi

Kabupaten Barito Kuala (Batola) adalah wilayah yang memiliki luas 3.284 kilometer dengan ibu kota Marabahan merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Kalimantan Selatan yang sebagian besar masyarakatnya berprofesi sebagai petani atau bergerak di sektor pertanian. Kabupaten Barito Kuala (Batola) masih menjadi daerah dengan luas panen dan produksi padi terbesar di Kalimantan Selatan (Kalsel). Dari data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kalsel menggunakan metode Kerangka Sampel Area (KSA), Kabupaten Batola memiliki luasan panen seluas 66.995 hektar. Dari luasan panen tersebut, Kabupaten Batola menjadi penyumbang produksi padi terbesar mencapai 263 ribu ton lebih gabah kering giling (GKG) sejak Januari hingga September 2018. Setelah Kabupaten Batola, Kabupaten Banjar menyusul di urutan kedua sebagai lumbung produksi padi Kalsel yang menghasilkan 180,69 ribu ton GKG pada periode yang sama dari luas lahan panen seluas 53.278 hektar yang dimilikinya. Sedangkan penyumbang produksi padi terbesar ketiga yaitu Kabupaten Hulu Sungai Tengah (HSU) sebesar 143,12 ribu ton GKG (Nugroho, 2019).

Salah satu Kecamatan di Kabupaten Barito Kuala, yaitu Kecamatan Jejangkit merupakan salah satu lumbung padi di Kabupaten Barito Kuala, selain potensi kayu gelamnya yang melimpah. Kecamatan Jejangkit menyumbang sekitar 2,46% dari total produksi padi Kabupaten Barito Kuala. Besarnya produksi padi ini juga turut meningkatkan limbah hasil pertanian yang berupa sekam padi.

Sekam padi diperoleh dari sisa proses penggilingan beras dan akan terpisah dari butir beras dan bahan limbah penggilingan dengan hasil 20-30% dari bobot gabah. Sekam dapat digunakan untuk kebutuhan bahan baku industri, bahan bakar, maupun pakan ternak. Sekam padi dapat dikatakan sebagai bahan bakar dikarenakan mempunyai komponen utama seperti selulosa dan hemiselulosa yang dapat dipecah menjadi monosakarida dan dapat diubah menjadi senyawa yang berguna salah satunya adalah etanol. Produksi padi yang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun menghasilkan hasil limbah sekam padi. Limbah terkadang diartikan sebagai bahan sisa proses pengolahan pertanian yang melewati proses penghancuran limbah secara alami berlangsung lambat dan mengganggu lingkungan dan juga mengganggu kesehatan manusia. Penggilingan padi akan menyebabkan tumpukan sekam yang semakin lama semakin tinggi dan sangat sedikit yang dimanfaatkan oleh para petani dari sekam padi tersebut (Pujotomo, 2017).

Menurut (Huang *et al.*, 2020) dari hasil analisis proksimat dari sekam padi menunjukkan kadar air sebesar 8,43%, kadar abu 12,33 %, volatile 65,33%, kadar karbon terikat sebesar 13,71% dan nilai kalor sebesar 3090,64 (kal/g).

Tabel 2.1 Komposisi kimia sekam padi

No.	Komposisi	Presentase (%)
1.	Selulosa	32,12
2.	Hemiselulosa	22,48
3.	Lignin	22,34
4.	Abu Mineral	13,87
5.	Air	7,86
6.	Bahan Lain	2,33

sumber : (Senthil Kumar *et al.*, 2010)

2.3. Pellet Kayu

Pellet kayu merupakan bahan bakar nabati yang terbuat dari bahan organik atau biomassa yang terkompresi. Pellet kayu yang memiliki kualitas baik tentu akan disenangi penggunaannya, karena akan dapat dimanfaatkan dengan lebih maksimal dan lebih menghemat pengeluaran. Salah satu cara dalam menganalisa kualitas pellet kayu adalah dengan analisis proximate. Pada analisis *proximate*, parameter yang digunakan adalah:

a. Kadar air (*moisture*)

Kadar air yang tinggi menyulitkan penyalaan dan mengurangi temperatur pembakaran. Hal ini disebabkan energi yang dihasilkan akan banyak terserap untuk menguapkan air. Berdasarkan SNI 13-1477-1994, kadar air dapat dihitung dengan persamaan:

$$kadar\ air = \frac{W-B}{W} \times 100\% \quad (1)$$

di mana:

W adalah berat mula-mula (gram) dan B adalah berat setelah dikeringkan (gram).

b. Kadar abu

Abu merupakan mineral yang terkandung dalam bahan bakar padat dan merupakan bahan yang tidak dapat terbakar setelah proses pembakaran. Berdasarkan SNI 13-1477-1994, kadar abu dapat dihitung dengan persamaan:

$$kadar\ abu = \frac{F}{W} \times 100\% \quad (2)$$

di mana:

F adalah berat abu (gram) dan W adalah berat mula-mula (gram).

c. Kadar zat-zat terbang (*volatile matter*)

Zat terbang terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti hidrogen, karbon monoksida (CO), dan metana (CH₄), tetapi kadang-kadang terdapat juga gas-gas yang tidak terbakar seperti CO₂ dan H₂O. Berdasarkan SNI 13-1477-1994, kadar zat-zat terbang (*volatile matter*) dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{kadar zat terbang} = \frac{W-B}{W} \times 100\% \quad (3)$$

di mana:

B adalah berat setelah dikeringkan (gram) dan W adalah berat mula-mula (gram).

d. Kadar karbon terikat (*fixed carbon*)

Kadar karbon terikat (*fixed carbon*) merupakan kandungan karbon tetap yang terdapat pada bahan bakar padat yang berupa arang (*char*). Kadar karbon terikat dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kadar karbon terikat} = 100 - (M + V + A) \quad (\%) \quad (4)$$

di mana:

M adalah kadar air, V adalah kadar zat terbang (*volatile matter*), dan A adalah kadar abu

e. Nilai kalor

Nilai kalor merupakan kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna satu kilogram atau satu satuan berat bahan bakar padat atau cair atau satu meter kubik atau satu satuan volume bahan bakar gas pada keadaan baku [3]. Nilai kalor pellet kayu diukur dengan menggunakan alat *bomb calorimeter* dan dihitung berdasarkan suhu awal dan suhu akhir dari masing-masing sampel pellet kayu. Nilai kalor dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Nilai kalor} = \frac{(EE \times \Delta T)}{\text{berat bahan}} - (\text{acid}) - (\text{fulse}) \quad (5)$$

di mana:

EE adalah 2408,267 (kal/g), ΔT adalah selisih suhu akhir dan suhu awal ($^{\circ}\text{C}$), Acid adalah sisa abu (kal/g), dan fulse adalah panjang sisa kawat (cm).

2.4. Bahan Bakar Padat

Wardana (2008) menjelaskan bahwa bahan bakar padat banyak digunakan pada proses pembakaran pembangkitan uap untuk pembangkit daya, prosesing, dan sebagainya. Beberapa contoh bahan bakar padat antara lain: kayu bakar, arang, batubara, mesiu, dan sebagainya. Pada proses pembakaran bahan bakar padat terlebih dahulu mencair, kemudian menguap menjadi gas dan lalu terbakar. Selama proses pembakaran bahan bakar padat terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses tersebut, antara lain:

a. Ukuran partikel

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses bahan bakar padat adalah ukuran partikel bahan. Partikel bahan bakar yang lebih kecil ukurannya akan lebih cepat terbakar.

b. Kecepatan aliran udara

Laju pembakaran pellet kayu akan naik dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara dan kenaikan temperatur.

c. Jenis bahan bakar

Jenis bahan bakar akan menentukan karakteristik bahan bakar. Karakteristik tersebut antara lain kandungan zat-zat terbang (*volatile matter*) dan kandungan air.

d. Temperatur udara pembakaran

Kenaikan temperatur udara pembakaran menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran. Proses pembakaran bahan bakar padat terdiri dari beberapa tahap seperti pengeringan, devolatisasi, dan pembakaran arang. Selama proses devolitisasi, kandungan volatil akan keluar dalam bentuk gas seperti: CO , CO_2 , CH_4 , dan H_2 . Proses devolitisasi diikuti dengan oksidasi bahan bakar padat yang lajunya tergantung pada konsentrasi oksigen, suhu gas, ukuran, dan porositas arang. Hal ini menurut Fretes (2013) kenaikan konsentrasi oksigen dalam gas menimbulkan laju pembakaran lebih tinggi. Suhu pembakaran yang lebih tinggi dapat menaikkan laju reaksi dan menyebabkan waktu pembakaran menjadi lebih singkat. Demikian pula dengan kecepatan gas yang tinggi pada permukaan dapat menaikkan laju pembakaran bahan bakar padat, terutama disebabkan oleh laju perpindahan oksigen ke permukaan partikel yang lebih tinggi.

2.5. Standardisasi Pellet kayu

Di Indonesia pellet kayu sudah memiliki standar kualitasnya sendiri, standar ini menjadi tolak ukur minimal dari pellet kayu yang dihasilkan. Kualitas SNI (Standar Nasional Indonesia) Pellet kayu dapat di lihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standar Mutu Pellet kayu (Sumber: SNI 8021:2014)

No.	Parameter	Standar Mutu Pellet kayu
1.	Kadar Air (%)	Maks. 12
2.	Kadar Abu (%)	Maks. 1,5
3.	Zat Mudah Menguap (%)	Maks. 80
4.	Kadar Karbon Terikat (%)	Min. 14
5.	Nilai Kalor (Kal/g)	Min. 4000

sumber : (SNI 8021:2014)

2.6. Studi Pendahuluan

Peneliti berfokus pada penelitian mengenai pemanfaatan kayu sebagai bahan bakar alternatif sejak tahun 2020. Penelitian pada tahun 2020 bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi perekat tepung tapioka, tepung terigu, dan tepung sagu dan variasi campuran limbah arang kayu alaban dan sekam padi (100% : 0%, 90% : 10%, 80% : 20%, 70 % : 30 %, 60% : 40%, 50 % : 50 %, 40% : 60%, 30 % : 70 %, 20% :80%, 10% : 90%, 0 % : 100 %) terhadap sifat fisik briket yang terdiri atas: pengujian kadar air, kadar abu, kadar zat-zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), dan nilai kalor serta karakteristik pembakaran briket yang meliputi penyalaan awal briket, lama pembakaran briket, laju pembakaran briket, dan temperatur pembakaran briket. Penelitian ini hanya berfokus pada pemanfaatan kayu sebagai bahan baku briket saja tidak pemanfaatan lainnya. Penelitian ini menjadi awal untuk penelitian yang akan dilakukan, yaitu memanfaatkan kayu gelam menjadi pellet kayu agar lebih mudah digunakan sebagai bahan bakar di industri dan masyarakat.

Selanjutnya pada penelitian tahun 2021 bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran serbuk (40, 50, dan 60 mesh) dan persentase perekat tepung tapioka dan tepung terigu (masing-masing 5%, 10% dan 15%.) terhadap sifat fisik (kadar air, kadar abu, kadar zat-zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), dan nilai kalor) dan karakteristik pembakaran (penyalaan awal, laju pembakaran, dan temperatur pembakaran) pellet kayu gelam. Dari penelitian ini diketahui bahwa pellet kayu gelam tanpa perekat

lebih baik dari pada yang menggunakan perekat. Penelitian ini dilanjutkan dengan memvariasikan kayu gelam dengan sekam padi dan tekanan pencetakannya. Agar diperoleh kondisi pembuatan pellet kayu gelam yang terbaik.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh variasi tekanan pencetakan dan persentase kayu gelam-sekam padi terhadap sifat fisik (kadar air, kadar abu, kadar zat-zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), nilai kalor, karakteristik pembakaran (penyalaan awal, laju pembakaran, faktor pembakaran, dan gas hasil pembakaran (CO, SO₂, dan Nox) pellet kayu gelam-sekam padi.

3.2. Urgensi (Keutamaan) penelitian

Pemanfaatan potensi biomassa yang terdapat di Desa Jejangkit Timur Kecamatan Jejangkit Kabupaten Barito Kuala dengan potensinya yang melimpah. Sekam padi merupakan produk yang cenderung tidak berguna dan berlimpah ketika musim panen tiba. Sering dimusnahkan dengan cara membakar yang menimbulkan polusi udara di lingkungan sekitar. Dengan pembuatan pellet berpotensi digunakan sebagai bahan bakar baik untuk keperluan rumah tangga maupun industri.

3.3. Luaran yang ditargetkan dan Kontribusi Terhadap Ilmu Pengetahuan

Pellet kayu gelam merupakan salah satu bentuk implementasi mata kuliah Program Studi Teknik Mesin, seperti Teknologi Tepat Guna Lahan Basah, Teknologi Energi dan Lingkungan, dan Teknik Pembakaran. Lebih lanjut potensi pellet kayu ini dapat menjadi faktor pendukung aktualisasi mata kuliah Technopreneurship. Karakteristik pellet kayu gelam-sekam padi yang dihasilkan diharapkan dapat memenuhi standar SNI dan dapat digunakan sebagai bahan bakar baik oleh masyarakat maupun industri. Publikasikan Internasional pada *Journal Civil and Environmental Science Journal* (CIVENSE) terindek: Sinta, DOAJ, GARUDA, Crossref, ROAD dan Google Scholar). Hasil penelitian ini juga akan diseminari pada Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah LPPM Universitas Lambung Mangkurat seperti ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Target Luaran Penelitian

No.	Jenis Luaran			
	Kategori	Sub Kategori	Wajib	Tambahan
1.	Artikel ilmiah dimuat di jurnal ²⁾	<i>International Journal Civil and Environmental Science Journal</i> (CIVENSE) terindek: Sinta, DOAJ, GARUDA, Crossref, ROAD dan Google Scholar	√	-
2.	Artikel ilmiah Dimuat di prosiding ³⁾	Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah LPPM	√	-

		UniversitasLambung Mangkurat.		
3.	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) ¹⁰⁾		Level 3	-
4.	Bahan Ajar/ Modul		√	-
5.	Video kegiatan penelitian dan dipublikasi pada kanal YouTube		√	-
6.	Poster Kegiatan		√	-

3.4. Manfaat Penelitian

Bagi masyarakat

1. Penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi untuk pengenalan sumber energi alternatif yang bisa digunakan masyarakat sekitar.
2. Penelitian ini dapat membantu upaya mengurangi limbah dan polusi udara akibat dari tumpukan jerami yang tidak berguna ketika panen.

Bagi Industri

1. Penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dalam membuat industri pellet apabila ingin di produksi pada skala besar.
2. Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan model pencampuran antara Gelam dan Sekam padi yang paling optimum dalam meningkatkan nilai kalornya.

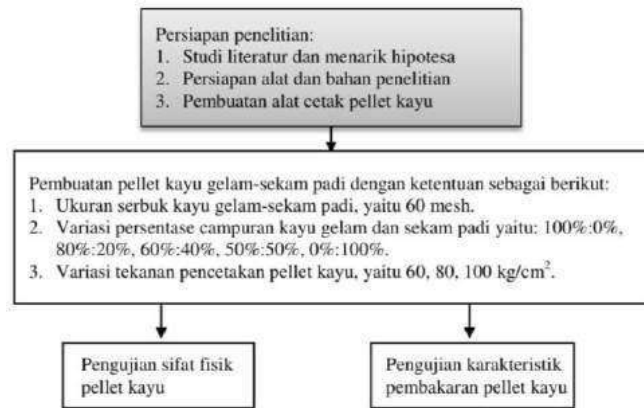
Bagi peneliti

1. Penelitian ini menjadi sarana untuk memberikan sumbangan manfaat ilmu pengetahuan dan teknologi dalam ikut memecahkan masalah yang terjadi khususnya di pemanfaatan energi alternatif.
2. Dapat menjadi acuan bagi masyarakat akademik dan industri energi alternatif dalam referensi ilmiah terutama penyediaan energi yang murah dan ramah lingkungan.
3. Mendapatkan referensi karakteristik pellet kayu gelam-sekam padi.

BAB 4. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan bahan utama pellet kayu gelam dengan menggunakan perekat tepung tapioka dan tepung terigu. Prosedur penelitian pellet kayu gelam, yaitu:

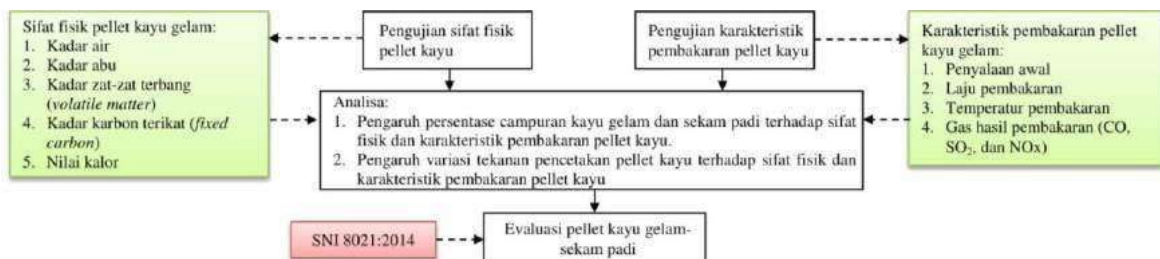
1. Kayu gelam dan sekam padi yang digunakan berasal dari Kecamatan Jejangkit Kabupaten Barito Kuala.
2. Kayu gelam dibersihkan dari kulit kayunya dan kemudian dipotong sesuai ukuran yang dikehendaki.
3. Kayu gelam kemudian dimasukkan ke dalam mesin drum chipper untuk menghancurkan bongkahan kayu gelam menjadi ukuran kecil sekitar 2-3 cm untuk mempermudah proses pembuatan pellet kayu.
4. Selanjutnya kayu gelam dan sekam padi dicacah dengan mesin hammer mill untuk mendapatkan ukuran potongan kayu gelam yang lebih kecil lagi.
5. Kayu gelam dan sekam padi kemudian dimasukkan ke dalam mesin dryer beserta agar didapatkan bahan dasar pellet kayu gelam-sekam padi yang lebih kering dan mudah dicetak nantinya.
6. Selanjutnya kayu gelam dan sekam padi diayak dengan menggunakan mesin pengayak dan ayakan 60 mesh.
7. Kayu gelam dan sekam padi kemudian dimasukkan ke dalam blender untuk menyatukan campuran. Variasi persentase campuran kayu gelam dan sekam padi yaitu: 100%:0%, 80%:20%, 60%:40%, 50%:50%, 0%:100%.
8. Campuran kayu gelam-sekam padi dicetak dengan cetakan berbentuk silinder. Variasi tekanan pencetakan pellet sebesar 60, 80, dan 100 kg/cm² dan ukuran pellet yang dihasilkan dengan dimensi panjang 3 cm dan diameter 1 cm.
9. Kemudian pellet dikeringkan dengan menggunakan oven selama ± 1 jam dengan suhu 50°C – 60°C. Pellet kayu gelam dan sekam padi yang telah dikeringkan siap untuk dilakukan pengujian sifat fisik pellet kayu dan pengujian karakteristik pembakaran pellet kayu. Tahapan proses pembuatan pellet kayu gelam dan sekam padi dapat dilihat dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Pembuatan Pellet Kayu Gelam-Sekam Padi

Pengujian sifat fisik dan pellet kayu kayu gelam-sekam padi menggunakan analisis proximate, yang terdiri atas: pengujian kadar air, kadar abu, kadar zat-zat terbang (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*), dan nilai kalor. Pengujian proximate dan gas hasil pembakaran (CO, SO₂, dan Nox) dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Banjarbaru. Hasil pengujian karakteristik pellet kayu gelam-sekam padi ini nantinya akan menjadi tolak ukur dari pellet kayu gelam-sekam padi yang dibuat dan kesesuaiannya dengan standar SNI 8021:2014.

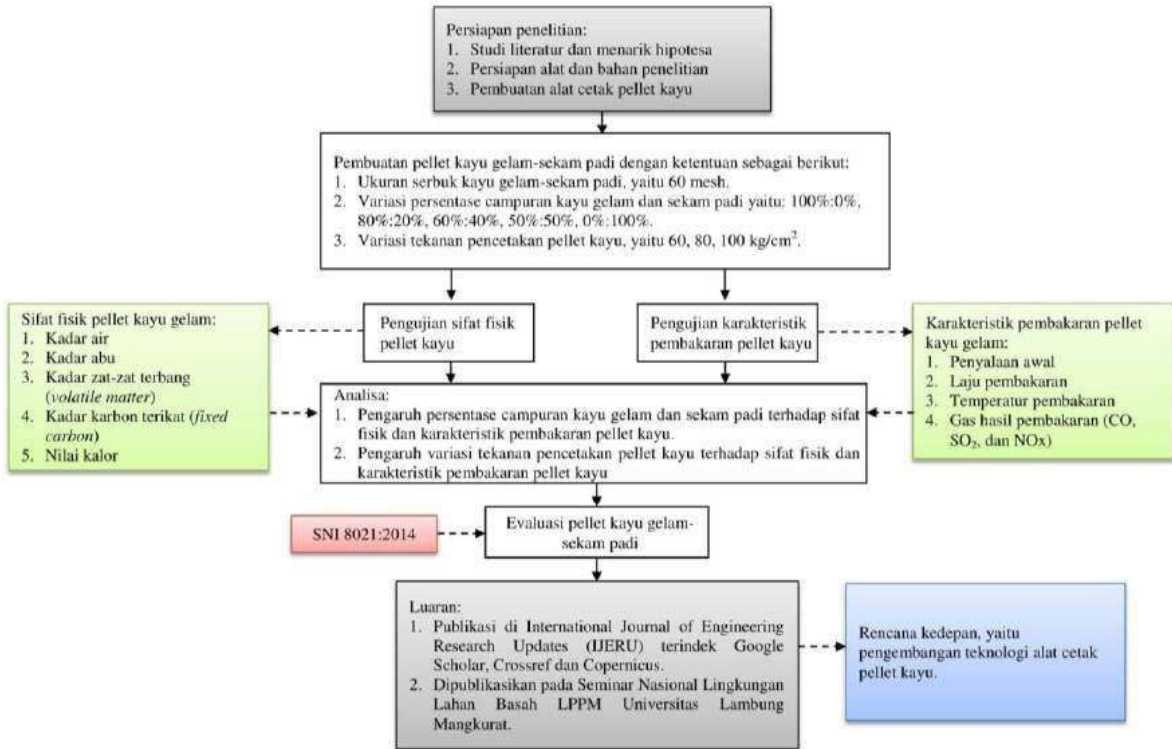
Pengujian karakteristik pembakaran pellet kayu gelam-sekam padi dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Pengujian karakteristik pembakaran pellet kayu gelam-sekam padi dilakukan untuk mengetahui performa pembakaran dari pellet kayu dari bahan baku kayu gelam-sekam padi. Data yang diperoleh dari pengujian ini berupa data penyalaan awal pellet kayu gelam-sekam padi, laju pembakaran pellet kayu gelam-sekam padi, dan temperatur pembakaran pellet kayu gelam-sekam padi. Tahapan proses pengujian pellet kayu gelam-sekam padi dapat di lihat dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Pengujian Pellet Kayu Gelam-Sekam Padi

Tahapan Penelitian Berserta Luarannya

Penelitian ini direncanakan berlangsung selama 9 bulan, dengan rencana pelaksanaan kegiatan seperti pada Gambar 4.3. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat fisik pellet kayu dan pengujian karakteristik pembakaran pellet kayu. Langkah terakhir adalah melakukan evaluasi Pellet untuk memenuhi standar SNU 8021:2014.



Gambar 4.3. Alur Penelitian Pellet Kayu Gelam-Sekam Padi

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Hasil Simulasi Pembakaran Gelam dan Sekam Padi

Pada penelitian ini, yang telah dicapai adalah Uji simulasi pembakaran antara gelam dan Sekam padi pada komposisi: gelam 100%, Gelam 80%: Sekam padi 20%, Gelam 60%: Sekam 40%, Gelam 50%: Sekam 50% dan Sekam 100%.

Metode pada penelitian ini adalah menggunakan Simulasi ANSYS, dengan mengambil mencari variabel temperatur, laju dan tekanan pembakaran. Rumus-rumus yang digunakan dalam simulasi ini diperoleh dari rumus-rumus pembakaran yang sudah lazim untuk digunakan. Untuk presentase campuran Gelam dan sekam ditentukan seperti ditampilkan pada tabel 5.1.

Massa jenis bahan bakar adalah perbandingan antara massa bahan bakar dibandingkan dengan volumenya. Kepadatan bahan bakar berpengaruh terhadap lamanya waktu pembakaran, semakin tinggi massa jenis suatu bahan maka semakin lama proses pembakarannya. Untuk perhitungan massa jenis campuran ditampilkan pada Tabel 1. Untuk Nilai konduktifitastermal kayu dan sekam masing-masing adalah 0,21 (Nasukhah, 2018) dan 0,071 (Ciptaningtyas dkk, 2014).

Tabel 5.1. Massa jenis campuran

No.	Presentase gelam (%)	Presentase sekam padi (%)	Massa jenis campuran (kg/m ³)	Nilai konduktifitas thermal kayu (Wm ⁻¹ K ⁻¹)	Nilai konduktifitas thermal sekam (Wm ⁻¹ K ⁻¹)
1.	100	0	1159,67	0,12	0,071
2.	80	20	978,65		
3.	60	40	797,62		
4.	50	50	707,11		
5.	0	100	254,56		

Pembakaran bahan bakar padat memiliki beberapa karakteristik, yaitu: laju pembakaran, temperatur pembakaran, dan tekanan pembakaran. Laju pembakaran merupakan banyaknya massa wood pellet yang hilang dalam selang waktu tertentu. Suhu pembakaran yang lebih tinggi dapat menaikkan laju reaksi dan menyebabkan waktu pembakaran menjadi lebih singkat.

Laju pembakaran di perhitungkan sebagai berikut:

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{Massa pellet terbakar}}{\text{Waktu pembakaran}} \left(\frac{\text{gr}}{\text{detik}} \right) \dots\dots\dots(1)$$

Temperatur pembakaran wood pellet merupakan temperatur yang terjadi selama proses pembakaran wood pellet tersebut. Temperatur wood pellet akan terus naik dan mencapai titik maksimal seiring dengan banyaknya bagian wood pellet yang terbakar dan akan menurun seiring dengan banyaknya bagian wood pellet yang menjadi abu.

Konduktifitas thermal

$$Q = m \times C_p \times \Delta T \dots\dots\dots(2)$$

Dengan $\Delta T = T_1 - T_0$

Dimana:

T_1 = Temperatur pembakaran (K)

ΔT = Selisih temperatur pembakaran- temperatur awal (K)

T_0 = Temperatur awal (K)

Sehingga,

$$\text{Temperatur pembakaran } (T_1) = \frac{Q}{m C_p} + T_0 \dots\dots\dots(3)$$

Persamaan gas ideal:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k \dots\dots\dots(4)$$

Tekanan pembakaran merupakan tekanan yang terjadi pada wood pellet akibat dari proses pembakaran yang sedang berlangsung. Tekanan pembakaran sangat dipengaruhi oleh material yang dibakarnya dan temperatur yang terjadi selama proses pembakaran.

Tekanan pembakaran:

$$P_2 = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k P_1 \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

P_1 = tekanan awal (atm)

P_2 = tekanan setelah pembakaran (atm)

V_1 = volume awal (m^3)

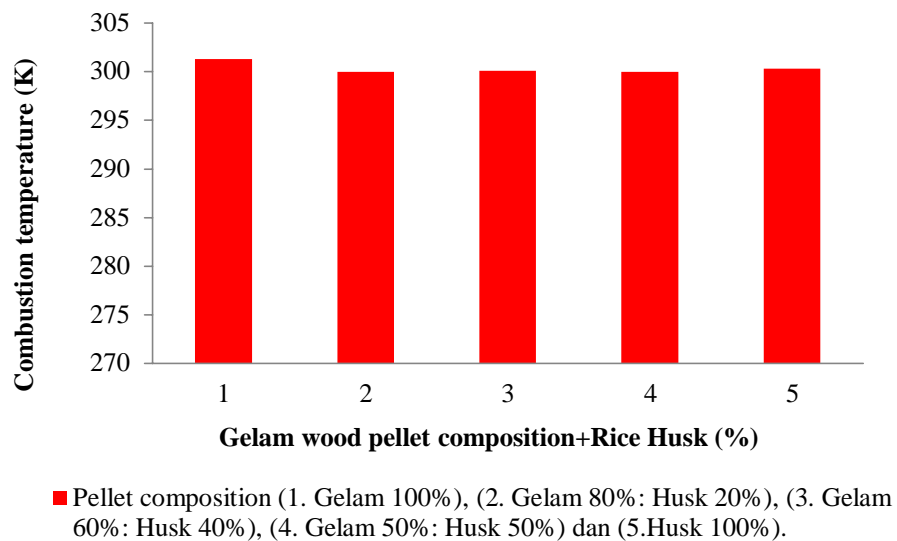
V_2 = volume setelah pembakaran (m^3)

5.1. (a) Grafik Temperatur Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam padi

Proses pembakaran menimbulkan panas yang pada akhirnya menaikkan temperatur pembakaran. Ketika campuran kayu gelam dan sekam padi di bentuk pellet, kemudian dipress dan di rekatkan menggunakan perekat memiliki temperatur pembakaran yang hampir sama seperti

ditunjukkan gambar 5.1. Selain itu tekanan dalam pencetakan pellet juga dapat mempengaruhi sifat fisik dan karakteristik pembakarannya (Amrullah, A. dkk, 2020). Sehingga dengan memvariasikan tekanan pencetakan pellet, diperoleh pellet kayu gelam-sekam padi dengan sifat fisik dan karakteristik pembakaran terbaik (Manatura, K., 2017).

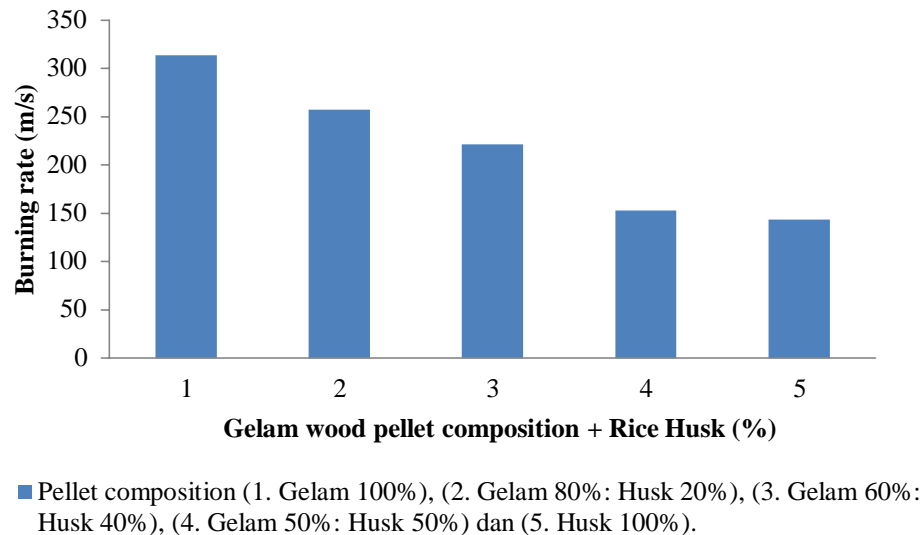
Keuntungan pembentukan pellet pada dua bahan adalah mampu untuk saling memberikan keuntungan dan menutupi kelemahan dari kedua bahan tersebut. Nilai kalor pada sekam padi yang rendah akan meningkat ketika mengalami proses penekanan dan penambahan perekat, sehingga nilai temperatur pembakarannya meningkat.



Gambar 5.1. Grafik Temperatur Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam padi

5.1. (b) Grafik Laju Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam padi

Selisih temperatur pembakaran antara gelam dan sekam 100% ketika dibentuk pellet hanya berkisar ± 1 °K seperti ditunjukkan pada gambar 5.2. Dapat disimpulkan bahwa nilai temperatur pembakarannya stabil. Pembuatan pellet sangat signifikan untuk meningkat nilai kalor pembakaran dari bahan campuran yang memiliki nilai kalor yang rendah seperti sekam padi. Bahan baku pellet bisa diambil dari bahan-bahan yang tidak berguna seperti limbah gelam dan limbah sekam padi yang banyak tersedia di sekitar kita. Kayu gelam memiliki nilai kalor sebesar 4100 kal/g (Herry Irawansyah dkk, 2022) dan sekam padi sebesar 3300 kal/g (A Syarief dkk, 2021). Penambahan presentase gelam tidak meningkatkan temperatur pembakaran begitu juga penambahan presentase sekam padi, hal ini sangat menguntungkan jika meninjau nilai kalor sekam padi yang lebih rendah. Begitu juga terjadi pada nilai konduktifitas thermal juga tidak berpengaruh terhadap temperatur pembakaran karena nilai konduktifitas thermal pada gelam jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan sekam padi sebagaimana ditampilkan pada tabel 5.1.

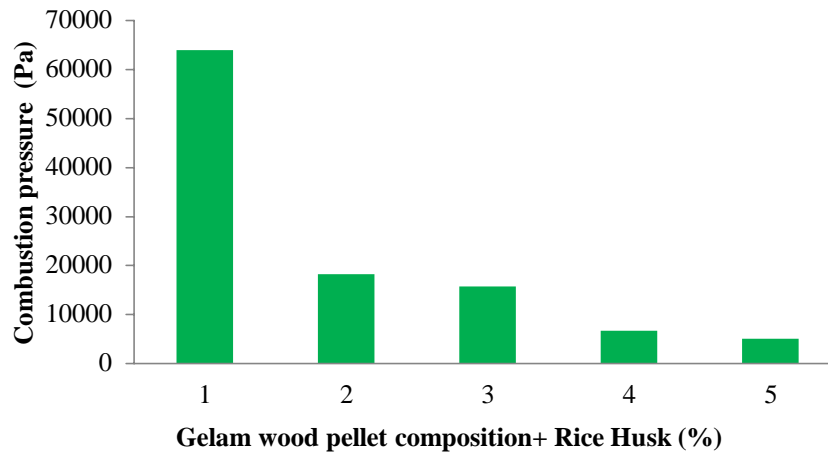


Gambar 5.2. Grafik Laju Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam padi

Pada gambar 5.2, menunjukkan hubungan antara variasi campuran gelam dan sekam pada komposisi (0-100%), dimana pada komposisi gelam (100%) memiliki nilai laju pembakaran yang terbesar, laju pembakaran semakin menurun ketika jumlah sekam padi semakin meningkat. Ketika komposisi sekam padi semakin banyak hingga mencapai 100% nilai laju pembakaran semakin menurun hal ini di pengaruhi oleh nilai kalor bahan penyusun pellet. Nilai kalor Sekam padi yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai kalor kayu gelam berpengaruh pada laju pembakaran. Selain itu faktor-faktor lain yang mempengaruhi laju pembakaran pellet antara lain ukuran partikel, kecepatan aliran udara, suhu, jenis bahan bakar, tekanan, konsentrasi oksigen dan sifat dari reaksi elementer yang terjadi (Herry Irawansyah dkk, 2022).

5.1. (c). Grafik Tekanan Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam

Tekanan pembakaran pellet pada variasi komposisi menunjukkan nilai yang berbeda seperti ditunjukkan pada gambar 5.3. Nilai komposisi gelam 100% memiliki nilai tekanan yang tertinggi dan nilainya semakin menurun dengan peningkatan komposisi sekam pada komposisi pellet.



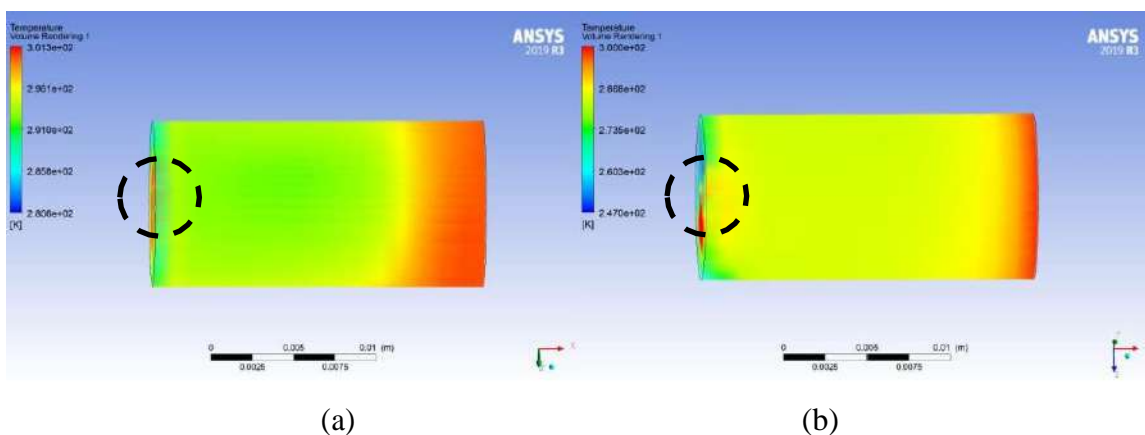
■ Pellet composition (1. Gelam 100%), (2. Gelam 80%: Husk 20%), (3. Gelam 60%: Husk 40%), (4. Gelam 50%: Husk 50%) dan (5. Husk 100%).

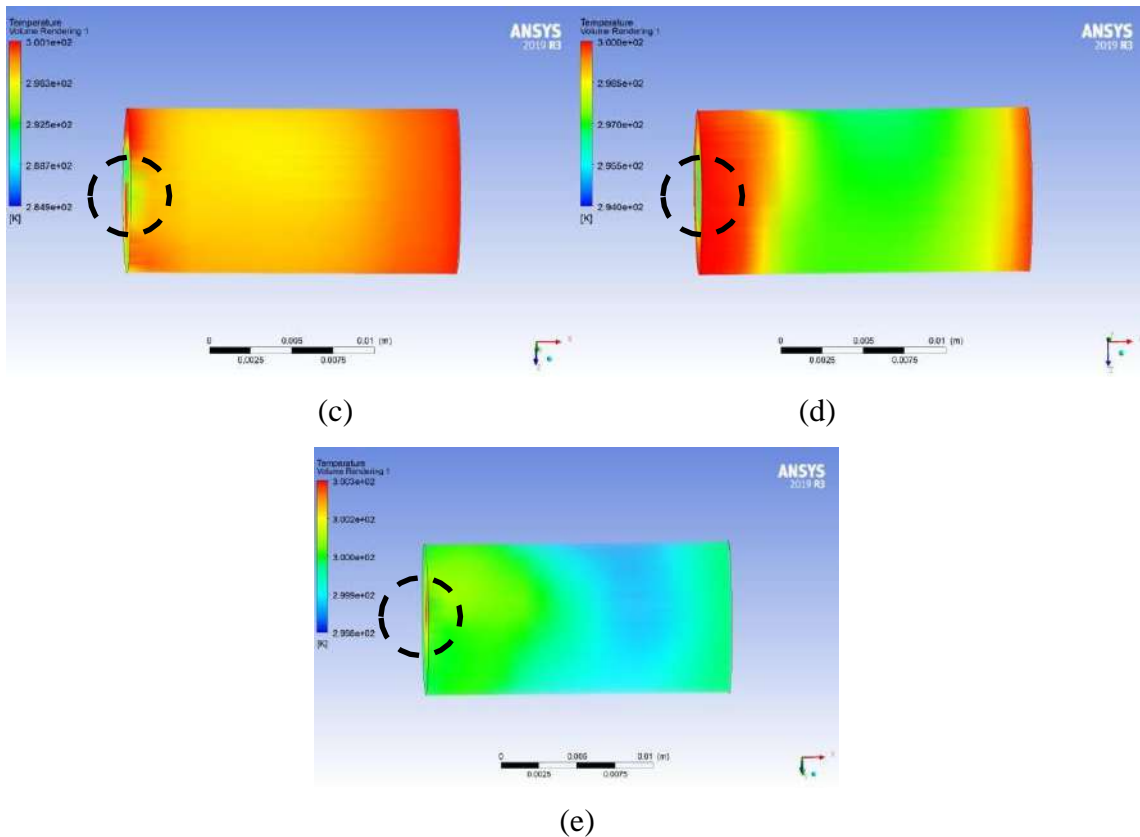
Gambar 5.3. Grafik Tekanan Pembakaran wood pellet kayu gelam-sekam

Tekanan pembakaran tinggi disebabkan oleh nilai kalori bahan bakar yang tinggi. Tekanan pembakaran juga dipengaruhi oleh ukuran butir dan tekanan pencetakan wood pellet karena akan mempengaruhi laju dan arah aliran udara yang digunakan dalam proses pembakaran wood pellet. Tekanan pembakaran yang tinggi juga menunjukkan semakin sempurnanya proses pembakaran yang terjadi.

5.1. (d). Hasil simulasi ANSYS temperatur pembakaran pellet pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi)

Proses pembakaran pellet dipengaruhi oleh komposisi bahan-bahan yang menyusunnya. Pada penelitian ini digunakan dua bahan yaitu kayu gelam dan sekam padi, kedua bahan ini memiliki sifat-sifat yang berbeda. Temperatur pembakaran pellet pada komposisi campuran (0-100%) ditampilkan pada gambar 5.4.





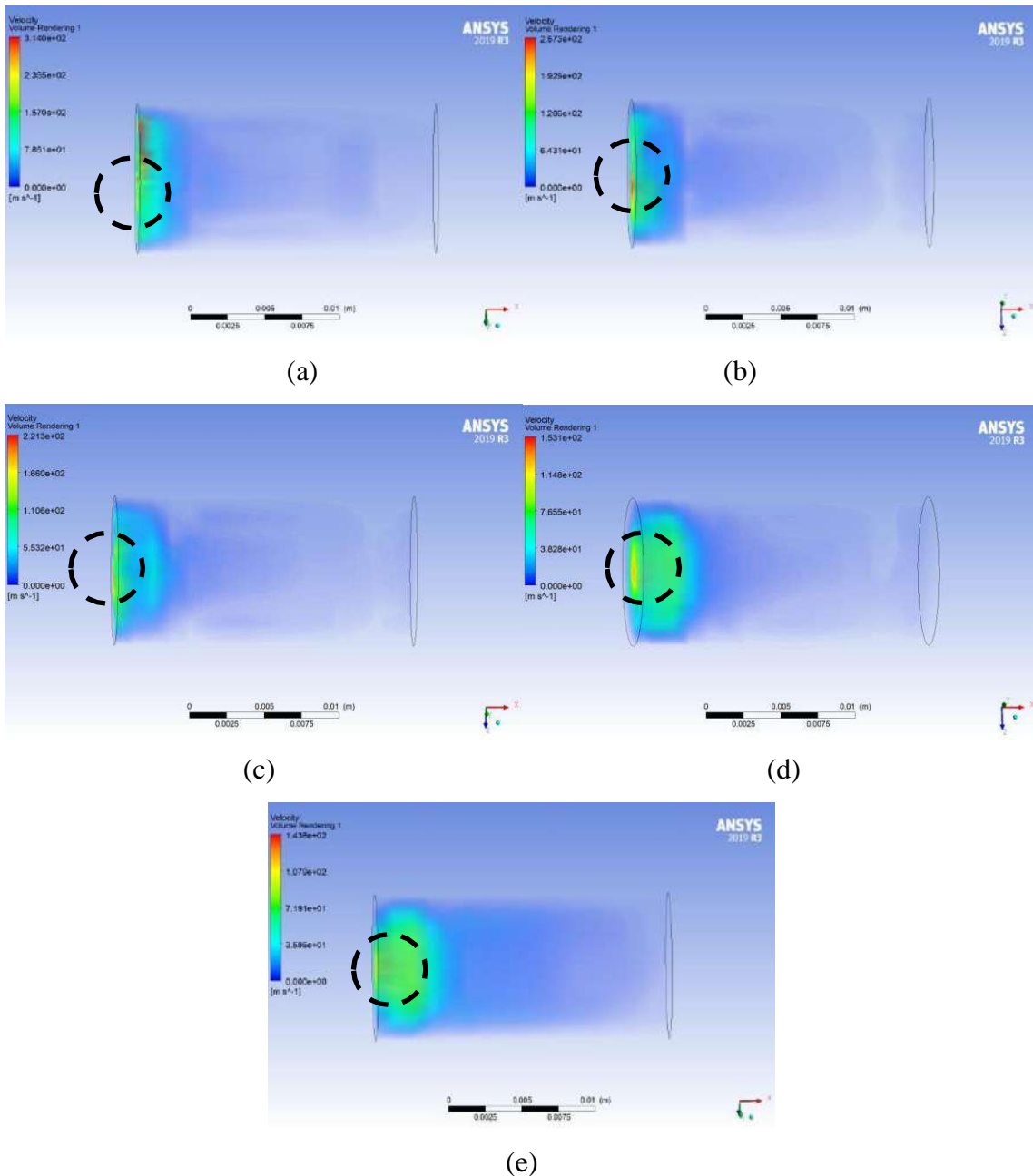
Gambar 5.4. Hasil simulasi ANSYS temperatur pembakaran pellet pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi): (a). Komposisi gelam 100%, (b). Komposisi Gelam 80%: Sekam padi 20%, (c). Komposisi Gelam 60%: Sekam 40%, (d) Komposisi Gelam 50%: Sekam 50% dan (e). Komposisi Sekam 100%

Penampakan hasil simulasi menunjukkan dominasi warna yang berbeda pada komposisi gelam 100% (warna hijau), gelam 80% (warna Kuning), gelam 60% (warna merah), gelam 50% (warna hijau) dan gelam 0% (biru). Pada simulasi ini temperatur pembakaran relatif sama nilainya tidak berbeda. Temperatur pembakaran yang baik adalah temperatur yang homogen pada seluruh permukaan pellet, dimana proses penyalaan di mulai dari temperatur tertinggi pada bagian permukaan pellet. Kemudian temperatur merambat ke daerah yang paling dekat, hingga seluruh pellet terbakar habis. Ada perbedaan pada gambar 5.4(a-d) pada komposisi gelam 100-50% nampak munculnya warna merah (tanda lingkaran) hal ini menandakan serbuk gelam memberikan efek pembakaran dengan nilai kalor yang lebih tinggi. Semakin menurunnya gelam dalam campuran pellet menunjukkan adanya penurunan nilai kalor seperti ditunjukkan pada gambar 5.4(e).

5.1. (e). Hasil simulasi ANSYS laju pembakaran pellet pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi)

Besarnya nyala api mempengaruhi pada proses laju pembakaran, dimana semakin besar nyala api menyebabkan semakin cepat bahan bakar itu habis. Nyala api yang baik adalah jika

bahan bakar memiliki laju pembakaran yang besar dan mampu untuk bertahan lebih lama. Hasil simulasi menunjukkan pada campuran gelam 100%, gambar 5.5(a) tanda lingkaran, nyala cukup baik dengan laju pembakaran yang terbaik, disusul oleh gelam komposisi 80-60%, gambar 5.5(a,b,c).



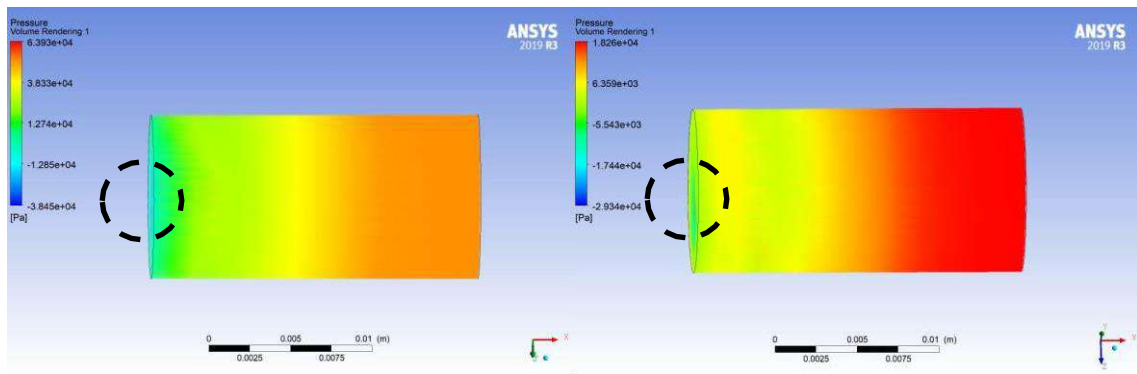
Gambar 5.5. Hasil simulasi ANSYS laju pembakaran pellet pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi): (a). Komposisi gelam 100%, (b). Komposisi Gelam 80% : Sekam padi 20%, (c). Komposisi Gelam 60% : Sekam 40%, (d) Komposisi Gelam 50% : Sekam 50% dan (e). Komposisi Sekam 100%

Pada kondisi campuran gelam 0-50%, gambar 5.5(d,e) tanda lingkaran, nampak api mulai kelihatan membesar yang menunjukkan pellet lebih cepat terbakar sehingga bahan bakar menjadi cepat habis. Pada proses ini memperlihatkan pellet yang memiliki massa jenis yang besar

berpengaruh pada laju pembakaran pellet sehingga memperpanjang waktu terbakarnya. Massa jenis dari pelet dipengaruhi oleh tekanan pencetakan pelet, semakin besar tekanan membuat bahan bakar semakin padat dan memiliki massa jenis yang besar.

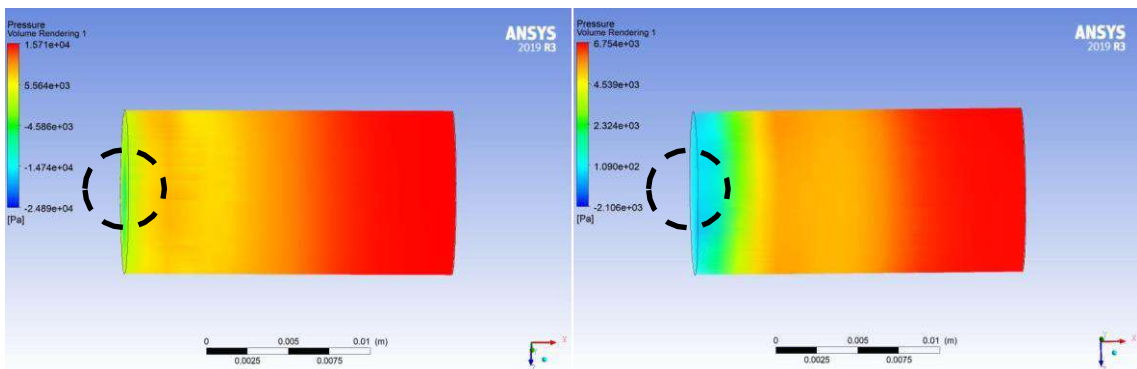
5.1. (f). Hasil Simulasi ANSYS tekanan Pembakaran pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi)

Tekanan pembakaran berpengaruh pada kestabilan proses pembakaran dan temperatur pembakaran (Gilang Wahyu Ramadhan, Basyirun, 2020) dimana semakin merata tekanan pembakaran maka proses pembakaran semakin baik. Pengaruh tekanan terhadap temperatur pembakaran yaitu apabila tekanan udara semakin tinggi maka temperatur pembakaran yang di hasilkan lebih maksimal. Hasil simulasi menunjukkan tekanan udara pembakaran tertinggi terjadi pada komposisi gelam 100% gambar (5.6a) dan terendah pada komposisi sekam 100% gambar (5.6e).



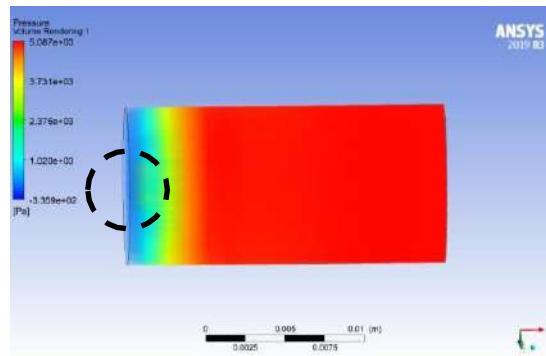
(a)

(b)



(c)

(d)



(e)

Gambar 5.6. Hasil Simulasi ANSYS tekanan Pembakaran pada variasi campuran (kayu gelam + Sekam Padi): (a). Komposisi gelam 100%, (b). Komposisi Gelam 80%: Sekam padi 20%, (c). Komposisi Gelam 60%: Sekam 40%, (d) Komposisi Gelam 50%: Sekam 50% dan (e). Komposisi Sekam 100%

Hal ini menunjukkan bahwa penambahan komposisi sekam padi menurunkan tekanan pembakaran. Nampak pada komposisi gelam 100-60% (5.6a,b,c) tekanan pembakarannya tinggi di ujung-ujung pellet (tanda lingkaran) berbeda halnya pada komposisi gelam 50-0% (tanda lingkaran) tekanan pembakaran pada ujung pellet mulai menurun (tanda lingkaran). Tekanan pada pellet 0% gelam (5e) adalah yang paling rendah (tanda lingkaran) sehingga pada pellet dengan 0%, kestabilan proses pembakaran terganggu sehingga nyala api menjadi tidak stabil.

5.2. Hasil Eksperimen Uji pembakaran dan Uji Proximet

Untuk mengetahui hasil pembakaran dan nilai kalor pada pellet gelam dan sekam, maka dilakukan uji Proximet pada pellet Gelam dan Sekam padi seperti ditunjukkan pada tabel 5.2. Pada uji ini dilakukan variasi komposisi dan tekanan pada proses pembuatan pellet. Kadar air cenderung menurun dan berlaku sebaliknya pada kadar abu cenderung bertambah dengan komposisi sekam yang meningkat. Volatel Metter dan Fixed Carbon cenderung berfluktuasi menunjukkan nilai yang turun naik. Untuk nilai kalor menurun dengan penambahan komposisi sekam. Pada variasi tekanan pembuatan pellet tidak berpengaruh secara signifikan pada kelima hasil uji proximet. Hal ini disebabkan pada uji proximet menganalisa dan mengidentifikasi kandungan pada pellet gelam dan sekam padi.

Untuk persentase kayu gelam dan sekam padi berpengaruh pada nilai kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran pellet, hal ini disebabkan adanya perbedaan nilai kalor. Dimana nilai kalor gelam lebih tinggi terhadap nilai kalor sekam padi. Ketika komposisi gelam dominan maka nilai kalor hasil pembakaran akan cenderung meningkat.

Tabel 5.2 Hasil Uji Proximet pada pellet Gelam dan Sekam padi

No.	Variasi Komposisi	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Volatile Matter (%)	Nilai Kalor (Cal/g)	Fixed Carbon (%)
1.	100 % Kayu Galam + 0 % sekam padi P= 60	11,02	2,47	65,35	3967,977	21,16
2.	100 % Kayu Galam + 0 % sekam padi P= 80	12,28	4,34	84,66	4020,072	2,94
3.	100 % Kayu Galam + 0 % sekam padi P= 100	12,08	1,36	78,99	3760,895	7,57
4.	80 % Kayu Galam + 20 % sekam padi P= 60	10,83	5,25	81,83	3811,902	2,09
5.	80 % Kayu Galam + 20 % sekam padi P= 80	11,58	3,38	81,14	3856,728	3,90
6.	80 % Kayu Galam + 20 % sekam padi P= 100	10,29	7,05	78,39	3787,715	4,27
7.	60 % Kayu Galam + 40 % sekam padi P= 60	9,36	8,88	77,06	3780,722	4,70
8.	60 % Kayu Galam + 40 % sekam padi P= 80	10,55	9,70	76,73	3706,943	3,02
9.	60 % Kayu Galam + 40 % sekam padi P= 100	10,86	9,54	76,45	3680,179	3,15
10.	50 % Kayu Galam + 50 % sekam padi P= 60	9,30	12,98	74,62	3679,624	3,51
11.	50 % Kayu Galam + 50 % sekam padi P= 80	9,46	11,91	75,05	3668,508	3,58
12.	50 % Kayu Galam + 50 % sekam padi P= 100	9,04	12,15	73,44	3638,209	5,37
13.	0 % Kayu Galam + 100 % sekam padi P= 60	0,98	20,86	64,38	3369,722	13,78

14.	0 % Kayu Galam + 100 % sekam padi P= 80	5,10	20,93	65,20	3309,771	8,77
15.	0 % Kayu Galam + 100 % sekam padi P= 100	5,50	20,40	65,85	3322,653	8,25

Pada tabel 5.3. menunjukkan hasil pembakaran pellet, data yang ditampilkan adalah: Laju pembakaran, temperatur pembakaran dan lama waktu penyalaan. Lama waktu pembakaran menunjukkan hasil semakin menurun ketika komposisi gelam berkurang dan sekam bertambah hal ini menunjukkan bahwa penambahan sekam memperlambat laju pembakaran yang terjadi.

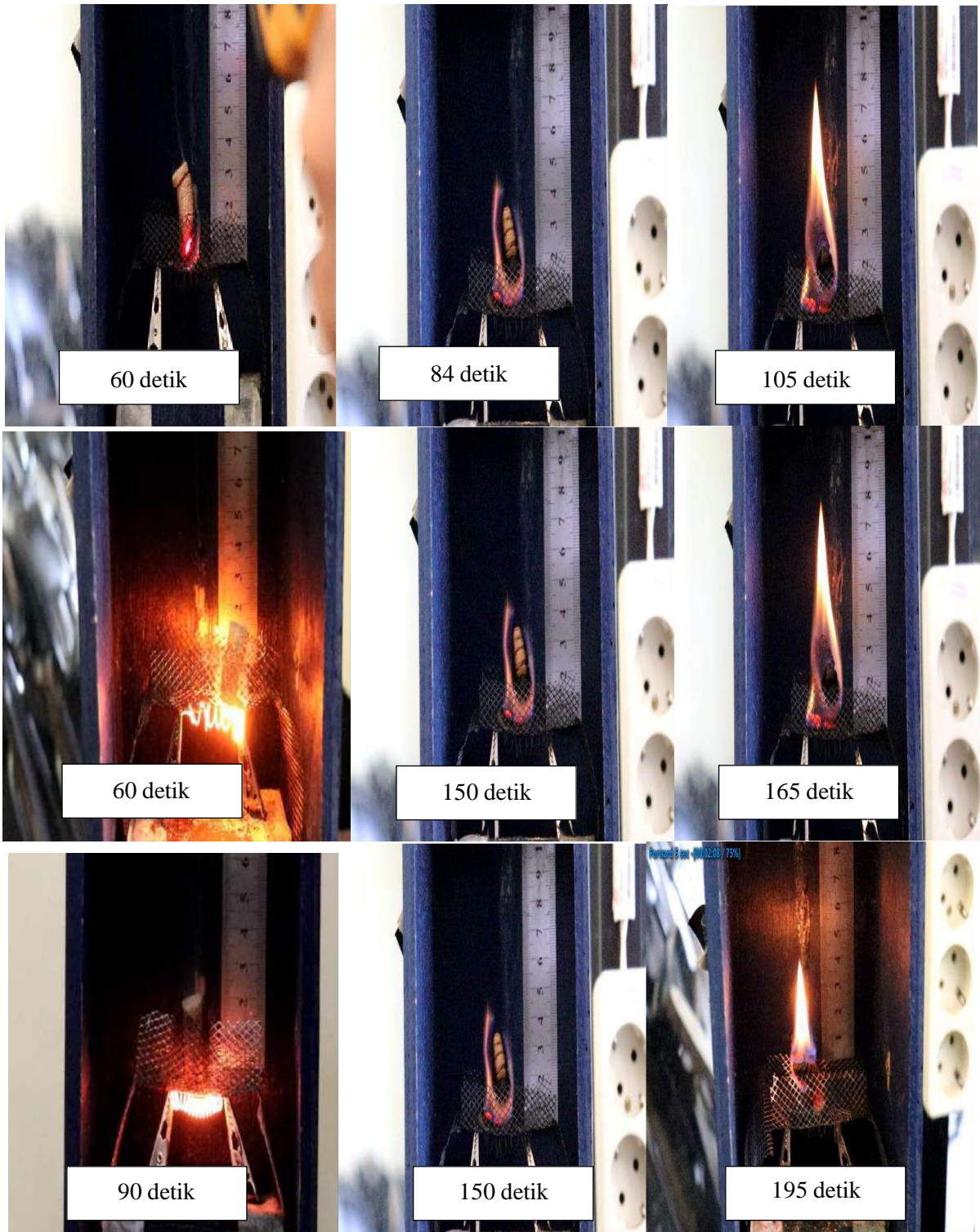
Temperatur pembakaran juga menunjukkan hal yang sama dimana pengurangan komposisi gelam dan peningkatan komposisi sekam mengakibatkan temperatur pembakaran yang semakin menurun hal ini disebabkan nilai kalor gelam yang lebih tinggi dibandingkan dengan sekam. Lama waktu penyalaan semakin panjang ketika komposisi sekam yang bertambah hal ini menunjukkan bahwa penambahan sekam mampu untuk memperpanjang waktu penyalaan dari pellet sehingga bahan bakar pellet akan lebih awet. Variasi komposisi gelam dan sekam padi pada pellet berpengaruh terhadap karakteristik pembakarannya berlaku sebaliknya untuk tekanan pembuatan pellet.

Tabel 5.3 Data pembakaran pellet

No.	Gelam + Sekam	Laju pembakaran (gr/s)	Temperatur pembakaran (°C)	Lama waktu penyalaan (s)
1.	P= 60(100% + 0)	0,002015113	290	397
	BERAT AWAL = 0,8 gr			
	Berat abu = 0,002 gr			
2.	P= 80 (100% + 0)	0,001965602	268	407
	BERAT AWAL = 0,8 gr			
	Berat abu = 0,004 gr			
3.	P= 100 (100% + 0)	0,001886792	275	424
	BERAT AWAL = 0,9 gr			
	Berat abu = 0,006 gr			
4.	P= 60 (80% + 20%)	0,00250000	266	440
	BERAT AWAL = 1,1 gr			
	Berat abu = 0,1 gr			
5.	P= 80 (80% + 20%)	0,002263374	254	486
	BERAT AWAL = 1,1 gr			
	Berat abu = 0,1 gr			
6.	P= 100 (80% + 20%)	0,001757576	253	495
	BERAT AWAL = 0,87 gr			
	Berat abu = 0,06 gr			

7.	P= 60 (60% + 40%)	0,001730769	270	520
	BERAT AWAL = 0,9gr			
	Berat abu = 0,08 gr			
8.	P= 80 (60% + 40%)	0,002363636	265	550
	BERAT AWAL = 1,3 gr			
	Berat abu = 0,09 gr			
9.	P= 100 (60% + 40%)	0,001929825	260	570
	BERAT AWAL = 1,1 gr			
	Berat abu = 0,1 gr			
10.	P= 60 (50% + 50%)	0,002033898	273	590
	BERAT AWAL = 1,2 gr			
	Berat abu = 0,24 gr			
11.	P= 80 (50% + 50%)	0,002666667	280	600
	BERAT AWAL = 1,6 gr			
	Berat abu = 0,19 gr			
12.	P= 100 (50% + 50%)	0,002463054	266	609
	BERAT AWAL = 1,5 gr			
	Berat abu = 0,13 gr			
13.	P= 60 (0% + 100%)	0,001567398	273	638
	BERAT AWAL = 1 gr			
	Berat abu = 0,19 gr			
14.	P= 80 (0% + 100%)	0,001796407	254	668
	BERAT AWAL = 1,2 gr			
	Berat abu = 0,23 gr			
15.	P= 100 (0% + 100%)	0,001381215	249	724
	BERAT AWAL = 1 gr			
	Berat abu = 0,2 gr			

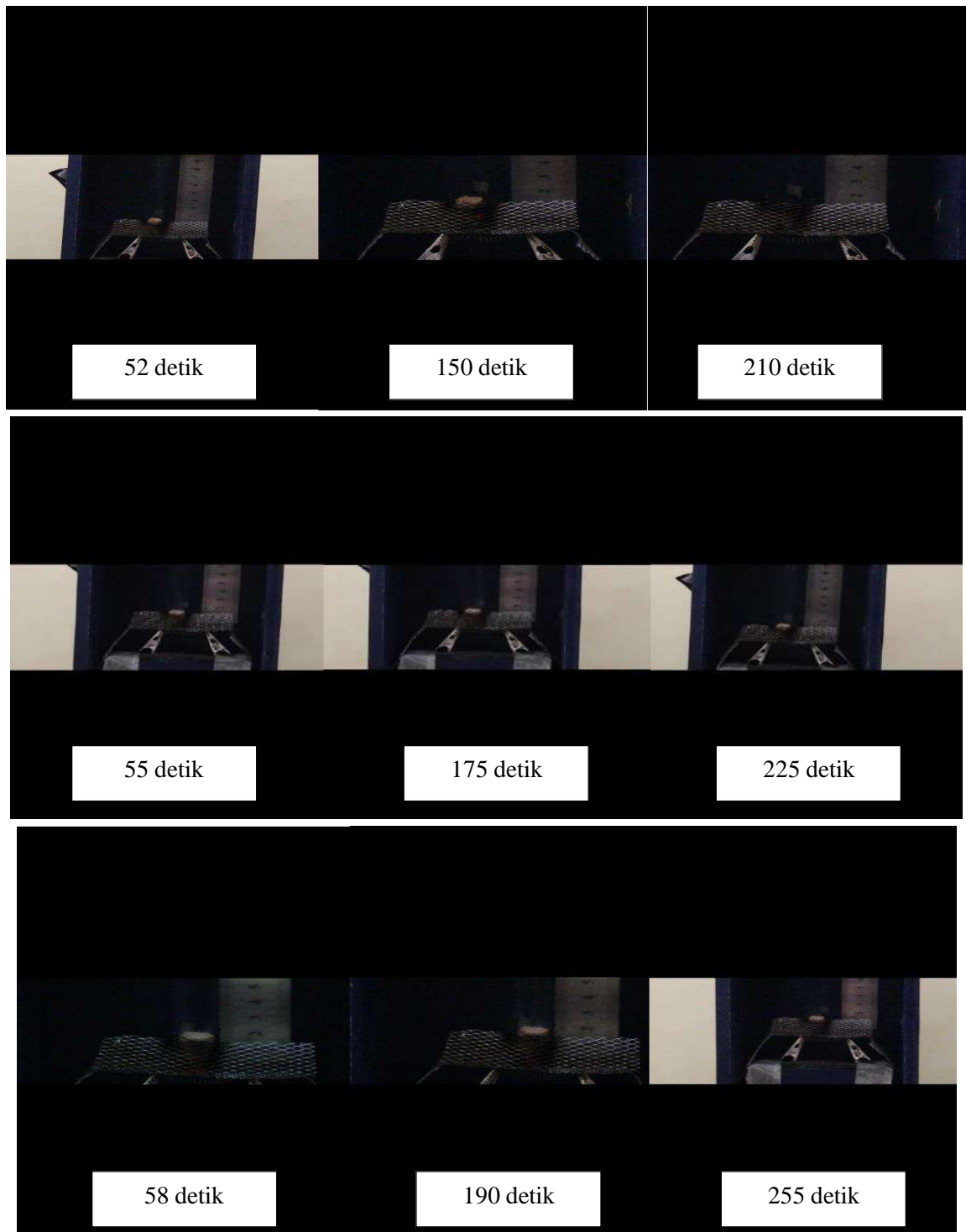
Gambar 5.7. menunjukkan gambar nyala api pada komposisi gelam dengan tekanan pembuatan pellet 60, 80 dan 100 kg/cm². Terlihat pada peningkatan tekanan lama nyala api semakin lama hasil ini menunjukkan nyala api terpendek pada tekanan pembuatan pellet 60 kg/cm² dengan nilai 60 detik, waktu terpanjang pada tekanan pellet 100 kg/cm² dengan nilai 195 detik. Hal ini terlihat jelas pada peningkatan tekanan berpengaruh terhadap lamanya waktu penyalaan pellet saat di bakar. Pada penekanan pellet yang besar mengakibatkan pellet lebih padat dan struknya lebih padat sehingga pada proses penyalaan api bertahan lebih lama dan lebih panjang dalam proses penyalaannya. Hal ini sangat baik ketika menggunakan pellet sebagai bahan bakar karena akan diperoleh panas yang lebih lama dan bahan bakar pellet yang lebih irit.



Gambar 5.7. Nyala api pada tekanan 60, 80 dan 100 (kg/cm^2) komposisi gelam 100%

Hasil nyala sekam 100% ditunjukkan pada gambar 5.8. Gambar nyala api ini pada tekanan pembuatan pellet: 60, 80 dan 100 kg/cm^2 . Nyala api nampak lebih redup tidak terlalu terang waktu nyala terpendek dengan nilai 52 detik terjadi pada tekanan 60 kg/cm^2 , nyala terpanjang pada tekanan 100 kg/cm^2 , dengan nilai 255 detik. Temperatur nyala api juga semakin menurun ketika jumlah komposisi sekam semakin meningkat. Ada keuntungan yang dimiliki

ketika penambahan jumlah komposisi sekam yang memper panjang waktu nyala api sehingga menambah panjang umur nyala api sehingga bahan bakar lebih awet.



Gambar 5.8. Nyala api pada tekanan 60, 80 dan 100 (kg/cm²) komposisi sekam 100%

5.3. Luaran Yang Dicapai

Pada penelitian ini berhasil memenuhi seluruh luaran yang telah dijanjikan. Sebagaimana tercantum dalam panduan PDWM luaran wajib untuk klaster madya adalah: Publikasi artikel

dalam Jurnal Internasional Terindeks (Copernicus, DOAJ, EBSCO, ProQuest, dll), Hak Cipta, Bahan Ajar/Modul (minimal 1 pokok bahasan), Video kegiatan penelitian dan dipublikasi pada kanal YouTube dan Poster Kegiatan. Adapun bukti luaran dari penelitian klaster madya ini di uraikan sebagai berikut:

- a) Artikel Publish di jurnal internasional “*International Journal Civil and Enviromental Science Journal* (CIVENSE) gambar 6.1, dimana jurnal internasional ini terindek: Sinta, DOAJ, GARUDA, Crossref, ROAD dan Google Scholar, di bulan Oktober pada Vol. 5, No. 2, October 2022. Link artikel: <https://civense.ub.ac.id/index.php/civense/article/view/372>.
- b) Bahan Ajar dengan judul: BAHAN BAKAR ENERGI BARU TERBARUKAN (EBT) BRIKET DAN PELLETT KAYU, bahan ajar ini telah di upload di web prodi teknik mesin dan digunakan untuk mendukung bahan ajar pembakaran di prodi teknik mesin. Adapun link bahan ajar: [https://mesin.ulm.ac.id/assets/dist/buku/Bahan_Bakar_Energi_Baru_Terbarukan_\(EBT\)_Briket_dan_Pellet_Kayu.pdf](https://mesin.ulm.ac.id/assets/dist/buku/Bahan_Bakar_Energi_Baru_Terbarukan_(EBT)_Briket_dan_Pellet_Kayu.pdf)
- c) Hak cipta yang pada bahan ajar telah di daftarkan sebagai hak kekayaan intelektual dari LPPM Universitas Lambung Mangkurat gambar 6.3. (link: https://drive.google.com/file/d/1gb_y6rOXFNbuBaMb35ajxx4AaYGjz9a7/view?usp=share_link)
- d) Partisipasi di seminar lahan basah sebagai pemakalah oral penelitian telah dilaksanakan bukti sertifikat gambar 6.4. (Link: https://drive.google.com/file/d/17OmQ7EjkXynRJakIFo1ev7w9R7WGsXWH/view?usp=share_link)
- e) Video Kegiatan penelitian telah di upload di kanal Youtube dengan link: https://youtu.be/SCN2_gpQPEI.
- f) Poster kegiatan ditunjukkan pada gambar 6.5. (link: https://drive.google.com/file/d/1HnjWG0f1zmDAH_GcwSQWwcLhWeCz2uAE/view?usp=share_link)

Effect of variation of mixture (wood gelam+rice husk) on bio-pellet on the value of temperature, rate, and pressure of combustion

Rachmat Subagyo¹, Andy Nugraha¹, Hajar Isworo², Trendy Pratama¹, M. Zainul Rusdi¹

¹Mechanical Engineering Department, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, 70714, Indonesia

²Mechanical Engineering Department, POLITALA, Pelaihari, Tanah Laut, Indonesia

rachmatsubagyo@ulm.ac.id, hajarisworo@politala.ac.id, andynugraha@ulm.ac.id

Received 02-07-2022; accepted 15-07-2022

Abstract. The increasing demand for energy causes the depletion of fossil fuels. To overcome this, it is necessary to utilize biomass and biomass waste. This study aimed to simulate the effect of bio-pellet density on the temperature, rate, and pressure of combustion made from a mixture of gelam wood and rice husk. The method uses ANSYS simulation with a literature review. The results showed that the increasing composition of rice husks affected the decreasing combustion rate. It was due to the calorific value of the pellets making up the material, where the lower calorific value of rice husk affects the combustion rate. Pellets with a large density affect the combustion rate, extending the burning time. The pressure of pellet mooling influences the density of pellets; the greater the pressure makes the fuel denser and denser. The highest combustion air pressure occurs at 100% gelam composition and the lowest at 100% husk composition. It shows that adding rice husk composition reduces the combustion pressure, and vice versa applies to adding gelam composition.

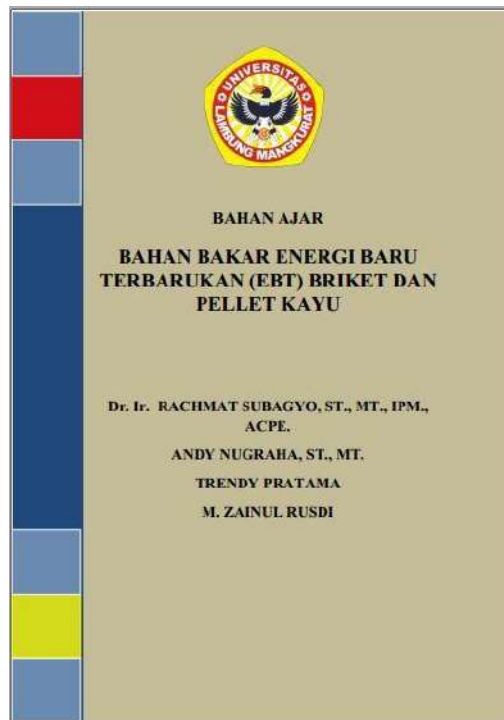
Keywords: Biomass waste, Bio-pellet, Gelam wood, Rice husk, Combustion rate

1. Introduction

The increasing demand for energy causes the depletion of fossil fuels. To overcome this, it is necessary to utilize biomass and biomass waste as alternative fuels [1]. Along with the development of renewable energy, the demands for innovation are increasing to maximize the potential for utilizing energy derived from nature for alternative energy. One of these alternative energies, namely wood pellets [2].

Wood pellets are an alternative energy source from biomass. Pellets are obtained from sawdust, shavings, and wood chips [3]. Apart from that, wood pellets can be mixed with rice straws, husks, leaf litter, twigs, or plant parts that are considered waste [4]. In addition, wood pellets can be an alternative energy source for electrical energy because they can save fossil fuels whose numbers are dwindling [5].

Gambar 6.1. Artikel yang telah publish



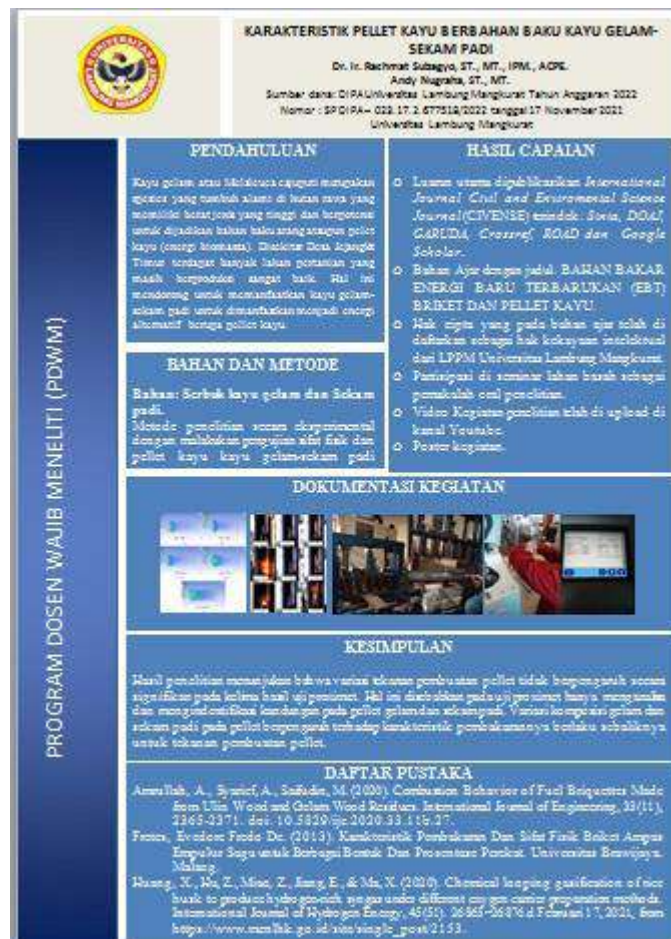
Gambar 6.2. Cover bahan ajar dengan judul BAHAN BAKAR ENERGI BARU TERBARUKAN (EBT) BRIKET DAN PELLET KAYU



Gambar 6.3. Surat pencatatan ciptaan bahan ajar



Gambar 6.4. Sertifikat pemakalah oral (penelitian) SEMNAS LPPM Universitas Lambung Mangkurat



Gambar 6.5. Poster kegiatan penelitian

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Pada variasi tekanan pembuatan pellet tidak berpengaruh secara signifikan pada kelima hasil uji proximet. Hal ini disebabkan pada uji proximet hanya menganalisa dan mengidentifikasi kandungan pada pellet gelam dan sekam padi.
- Variasi komposisi gelam dan sekam padi pada pellet berpengaruh terhadap karakteristik pembakarannya berlaku sebaliknya untuk tekanan pembuatan pellet.

6.2. Saran

Ada beberapa hal yang bisa disarankan dalam penelitian ini yaitu:

- Perlu adanya persiapan yang matang dalam pelaksanaan penelitian ini karena adanya luaran yang cukup banyak,
- Untuk pelaksanaan tahun depan perlu di tingkatkan lagi dana penelitian klaster madya karena jumlah luaran yang lebih banyak jika dibandingkan dengan penelitian klaster utama.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, A., Syarief, A., Saifudin, M. (2020). Combustion Behavior of Fuel Briquettes Made from Ulin Wood and Gelam Wood Residues. *International Journal of Engineering*, 33(11), 2365-2371. doi: 10.5829/ije.2020.33.11b.27.
- Frete, Evedore Fredo De. (2013). Karakteristik Pembakaran Dan Sifat Fisik Briket Ampas Empulur Sagu untuk Berbagai Bentuk Dan Prosentase Perikat. Universitas Brawijaya. Malang.
- Huang, X., Hu, Z., Miao, Z., Jiang, E., & Ma, X. (2020). Chemical looping gasification of rice husk to produce hydrogen-rich syngas under different oxygen carrier preparation methods. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(51). 26865–26876.
- Litbang KLHK. (2021). Galam, Tumpuan Hidup Masyarakat di Marabahan, Barito Kuala. Retrieved Februari 17, 2021, from https://www.menlhk.go.id/site/single_post/2153.
- Nugroho, E. (2019). KalselPedia- Kecamatan-kecamatan Penghasil Padi di Kabupaten Batola, Terbanyak Kecamatan Anjir Pasar. From <https://banjarmasin.tribunnews.com/2019/02/08/kalselpedia-kecamatan-kecamatan-penghasil-padi-di-kabupaten-batola-terbanyak-kecamatan-anjir-pasar>.
- Pujotomo, I. (2017). Potensi Pemanfaatan Biomassa Sekam Padi Untuk Pembangkit Listrik Melalui Teknologi Gasifikasi. *Jurnal Energi & Kelistrikan* Vol. 9 no. 2, Juni - Desember 2017.
- Ríos-Badrán, I. M., Luzardo-Ocampo, I., García-Trejo, J. F., Santos-Cruz, J., & Gutiérrez-Antonio, C. (2020). Production and characterization of fuel pellets from rice husk and wheat straw. *Renewable Energy*. 145:500–507.
- Senthil Kumar, P., Ramakrishnan, K., Dinesh Kirupha, S., & Sivanesan, S. (2010). Thermodynamic and kinetic studies of cadmium adsorption from aqueous solution onto rice husk. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 27(2):347–355.
- Sidabutar, V. T. P. (2018). Kajian Peningkatan Potensi Ekspor Pelet Kayu Indonesia sebagai Sumber Energi Biomassa yang Terbarukan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 12(1), 99.
- Sylviani dan Elvida Yosefi Suryandari. (2013). Potensi Pengembangan Industri Pellet Kayu Sebagai Bahan Bakar Terbarukan. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. Vol. 10 No. 4.
- Wardana, ING. (2008). Bahan Bakar Dan Teknologi Pembakaran. PT. Danar Wijaya – Brawijaya University Press. Malang.
- Amrullah, A., Syarief, A., & Saifudin, M. (2020). Combustion Behavior of Fuel Briquettes Made from Ulin Wood and Gelam Wood Residues. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 33(11), 2365–2371. <https://doi.org/10.5829/ije.2020.33.11b.27>.
- Rima Riyanti, Ulinuha Latifa, Y. S. (2021). *Multitek Indonesia : Jurnal Ilmiah*. 6223(January), 121–130.
- Schipfer, F., Kranzl, L., Olsson, O., & Lamers, P. (2020). The European wood pellets for heating market - Price developments, trade and market efficiency. *Energy*, 212, 118636. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118636>.
- Vera, I., Goosen, N., Batidzirai, B., Hoefnagels, R., & van der Hilst, F. (2022). Bioenergy potential from invasive alien plants: Environmental and socio-economic impacts in Eastern Cape, South Africa. *Biomass and Bioenergy*, 158(January), 106340.
- Siwale, W., Frodeson, S., Berghel, J., Henriksson, G., Finell, M., Arshadi, M., & Jonsson, C. (2022). Influence on off-gassing during storage of Scots pine wood pellets produced from sawdust with different extractive contents. *Biomass and Bioenergy*, 156(December 2021), 106325. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106325>
- Arsad, E. (2014). SIFAT FISIK DAN KIMIA WOOD PELLET DARI LIMBAH INDUSTRI

- PERKAYUAN SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF (Characteristic Physical and Chemistry of Wood pellet from Industrial Disposal of Wood as Sources Energy Alternatif). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 6(1), 1–8.
- Sylviani, & Suryandari, E. Y. (2013). Potensi Pengembangan Industri Pelet Kayu sebagai Bahan Bakar Terbarukan Studi Kasus di Kabupaten Wonosobo (Potential Development of Wood Pellets As Renewable Fuel, Case Study of Wonosobo District). *Penelitian Sosial Ekonomi Kehutanan*, 10(4), 235–246.
- Girsang, M. A. P. (2019). *Analisa Karakteristik Bahan Bakar Alternatif Biopellet Dari Serbuk Kayu Dan Sekam Padi Terhadap Lama Waktu Pembakaran*. 1–18.
- Zadravec, T., Rajh, B., Kokalj, F., & Samec, N. (2022). The impact of secondary air boundary conditions on CFD results in small-scale wood pellet combustion. *Fuel*, 324(PA), 124451. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.124451>
- Winaya, I. S., Sujana, I. G., & Tenaya, I. (2010). Formasi Gas Buang pada Pembakaran Fluidized Bed Sekam Padi. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 4(1), 2–6.
- Sidabutar, V. T. P. (2018). Kajian Peningkatan Potensi Ekspor Pelet Kayu Indonesia sebagai Sumber Energi Biomassa yang Terbarukan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 12(1), 99. <https://doi.org/10.22146/jik.34125>
- Umrisu, M. L., Pingak, R. K., & Johannes, A. Z. (2018). Pengaruh Komposisi Sekam Padi Terhadap Parameter Fisis Briket Tempurung Kelapa. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(1), 37–42. <https://doi.org/10.35508/fisa.v3i1.592>
- Ulfa, D., Lusyani, L., & A.R. Thamrin, G. (2021). KUALITAS BIOPELLET LIMBAH SEKAM PADI (*Oryza sativa*) SEBAGAI SALAH SATU SOLUSI DALAM MENGHADAPI KRISIS ENERGI. *Jurnal Hutan Tropis*, 9(2), 412. <https://doi.org/10.20527/jht.v9i2.11293>
- Ciptaningtyas, Drupadi; Suhardiyanto, H. (2016). Ifat hermo isik rang ekam. *Sifat Thermo-Fisik Arang Sekam*, 10(2), 1–6.
- Bandara, J. C., Jaiswal, R., Nielsen, H. K., Moldestad, B. M. E., & Eikeland, M. S. (2021). Air gasification of wood chips, wood pellets and grass pellets in a bubbling fluidized bed reactor. *Energy*, 233, 121149. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121149>
- Jeklin, A. (2017). Jurnal Ilmiah: Energi & Kelistrikan. *Sekolah Tinggi Teknik - PLN*, 9(2), 1–23.
- Huang, X., Hu, Z., Miao, Z., Jiang, E., & Ma, X. (2020). Chemical looping gasification of rice husk to produce hydrogen-rich syngas under different oxygen carrier preparation methods. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(51), 26865–26876. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.07.116>
- Gilvari, H., van Battum, C. H. H., van Dijk, S. A., de Jong, W., & Schott, D. L. (2021). Large-scale transportation and storage of wood pellets: Investigation of the change in physical properties. *Particuology*, 57, 146–156. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2020.12.006>
- Manatura, K., Lu, J. H., Wu, K. T., & Hsu, H. Te. (2017). Exergy analysis on torrefied rice husk pellet in fluidized bed gasification. *Applied Thermal Engineering*, 111, 1016–1024. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.09.135>
- Djomdi, Fadimatou, H., Hamadou, B., Nguela, L. J. M., Christophe, G., & Michaud, P. (2021). Improvement of thermophysical quality of biomass pellets produced from rice husks. *Energy Conversion and Management: X*, 12, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100132>
- Mian, I., Li, X., Dacres, O. D., Wang, J., Wei, B., Jian, Y., Zhong, M., Liu, J., Ma, F., & Rahman, N. (2020). Combustion kinetics and mechanism of biomass pellet. *Energy*, 205, 117909. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117909>
- Gungor, A. (2010). Simulation of emission performance and combustion efficiency in biomass fired circulating fluidized bed combustors. *Biomass and Bioenergy*, 34(4), 506–514. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.12.016>

- Saosee, P., Sajjakulnukit, B., & Gheewala, S. H. (2022). Environmental externalities of wood pellets from fast-growing and para-rubber trees for sustainable energy production: A case in Thailand. *Energy Conversion and Management: X*, 14(December 2021), 100183. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2022.100183>
- Giesen, W. (2015). Case Study: Melaleuca cajuputi (gelam) – a useful species and an option for paludiculture in degraded peatlands. Sustainable Peatlands for People & Climate (SPPC) Project. Wetlands International. p 16.
- Ramadhoni, F. (2016). Penebangan marak, hutan kayu gelam di Muba berkurang. Sriwijaya Post.
- Alpian, Prayitno, T.A., Sutapa, J.P.G. & Budiadi. (2014). Kualitas asap cair batang gelam (Melaleuca sp.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(2), 83-92. <https://doi.org/10.20886/jphh.2014.32.2.83-92>
- Herry Irawansyah, Andy Nugraha, Moh Noer Afifudin, Muhammad, & Rizqi Nor Al'Arisko. (2022). Pengaruh Variasi Ukuran Serbuk (Mesh) Dan Persentase Perekat Tapioka Terhadap Sifat Fisik Pellet Kayu Gelam. *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*. Volume: 15 No. 2, Hal. 13 - 22. Doi : 10.24269/mtkind.v15i2.4194
- Dwi Rasy Mujiyanti, Dahlena Ariyani, Nurul Paujiah, Muna Lisa, & Rizky Pradana N.E. (2021). Isolasi Dan Karakterisasi Abu Sekam Padi Lokal Kalimantan Selatan Menggunakan FTIR Dan XRD. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*. Volume 6 Nomor 2.
- Nasukhah, Awal Laili Yuanita and Mahardhika, Aditya Yusuf. (2018). *Pengaruh Massa Jenis Briket Arang Tempurung Kelapa Terhadap Waktu Pembakaran dan Konversi Panas Menjadi Listrik Menggunakan Thermoelectric Converter (TEC)*. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- İsmail Özlüsoylu, Abdullah İstek, 2019, The Effect of Hybrid Resin Usage on Thermal Conductivity in Ecological Insulation Panel Production, 4th International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences (ICETAS) April 24-28 2019 Kiev Ukraine.
- A Syarief, A Nugraha, M N Ramadhan, Fitriyadi, and G G Supit. (2021). The Effect Of The Percentage Of Alaban Waste And Rice Husk Waste With Tapioca Adhesive On The Physical Properties. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. doi:10.1088/1755-1315/758/1/012019.
- Gilang Wahyu Ramadhan, Basyirun, 2020, Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Oli Bekas pada Kompor, [JURNAL DINAMIKA VOKASIONAL TEKNIK MESIN](https://doi.org/10.21831/dinamika.v5i2.34804) 5(2):163-168 DOI: [10.21831/dinamika.v5i2.34804](https://doi.org/10.21831/dinamika.v5i2.34804)

LAMPIRAN



(a)

(b)

Lampiran 1. Proses pembuatan pellet (a). Gambar alat pencetak pellet dan (b). Proses pencetakan pellet



(a)

(b)

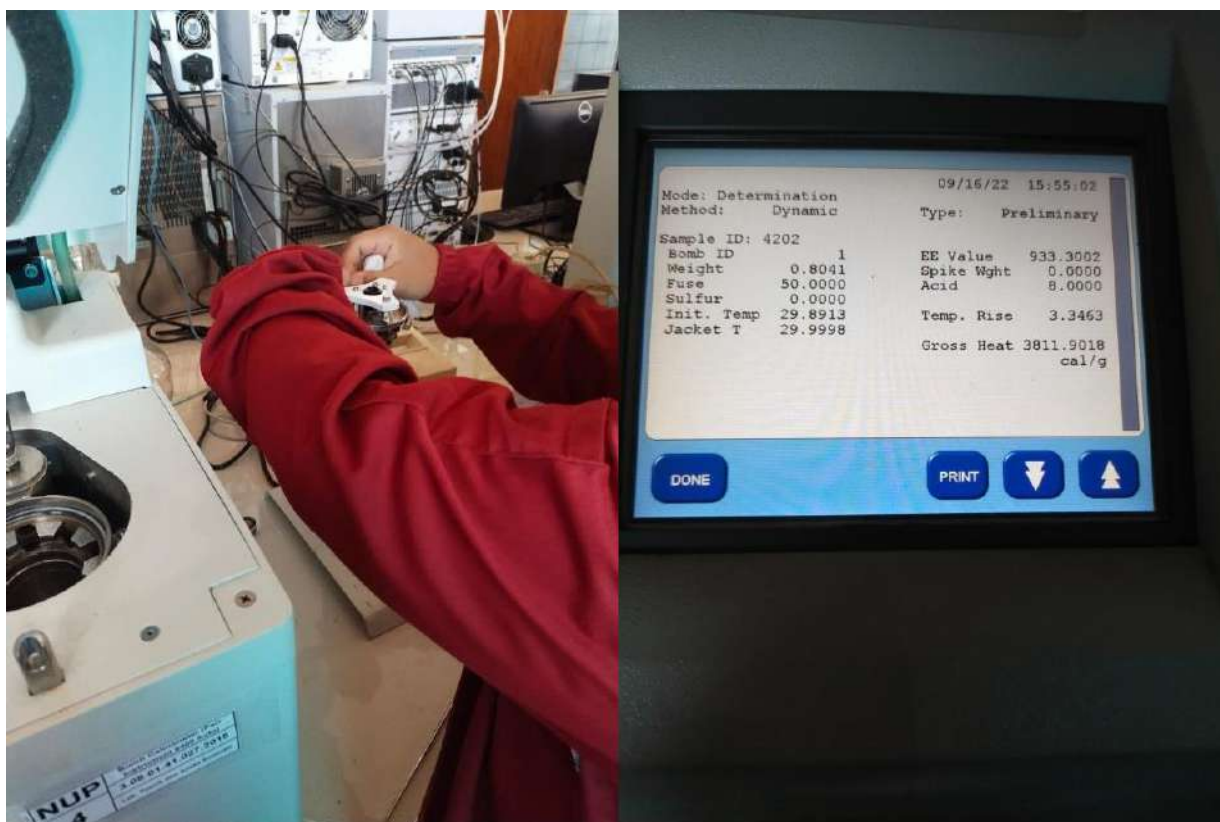


(c)

(d)

(e)

Lampiran 2. Hasil Cetak pellet pada komposisi Gelam: (a) 0, (b) 50 (c). 60, (d). 80 dan (e). 100%



(a)

(b)

Lampiran 3. Uji Bomb Kalori meter di Baristand (a). Proses Uji Bomb Kalorimeter (b). Hasil pembacaan pada layar