

## Pembuatan Biobriket dari Limbah Nilam dan Sekam Padi dengan Variasi Perekat Sagu

Reynaldi Pontoh<sup>1</sup>, Silvy Dollorossa Boedi<sup>2</sup>, Tineke Saroinsong<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado

<sup>1</sup>aldiponto10@gmail.com, <sup>2</sup>silvyboedi@gmail.com, <sup>3</sup>tinekesaroinsong@polimdo.ac.id

### Abstract

The increasing global energy demand and the depletion of fossil fuel reserves have driven the search for renewable energy alternatives. Biomass-based biobriquettes offer a promising solution, particularly through the utilization of agricultural waste. This study aims to analyze the effect of sago binder variations (5%, 8%, 10%, 12%, and 14%) on the quality of biobriquettes made from a 50:50 mixture of nilam distillation waste and rice husk. Quality parameters tested include moisture content, ash content, volatile matter, and combustion rate, referring to SNI 01-6235-2000 standards. The results showed that increasing sago binder content from 5% to 14% caused an increase in moisture content (7.84% to 8.86%) and volatile matter (29.04% to 36.87%), while ash content decreased significantly (44.46% to 31.85%). The 12% binder variation produced the lowest combustion rate (0.089 g/min), meaning the slowest burning among all variations. The 14% variation achieved the highest combustion temperature (469.0°C). Against the SNI maximum moisture content of 8%, only the 5% variation complied (7.84%), the 8% variation sat exactly at the limit (8.00%), while the 10%, 12%, and 14% variations exceeded it. Ash content of every variation also remained far above the standard. The 12% sago binder composition therefore gave the lowest combustion rate, but cannot yet be declared an optimal formulation because its moisture and ash content still exceed the quality standard.

Keywords: biobriquette, nilam waste, rice husk, sago binder, biomass energy

### Abstrak

Meningkatnya kebutuhan energi global dan menipisnya cadangan bahan bakar fosil mendorong pencarian sumber energi alternatif terbarukan. Biobriket berbasis biomassa menawarkan solusi menjanjikan, terutama melalui pemanfaatan limbah pertanian. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi perekat sagu (5%, 8%, 10%, 12%, dan 14%) terhadap kualitas biobriket berbahan campuran limbah nilam dan sekam padi dengan rasio 50:50. Parameter kualitas yang diuji meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, dan laju pembakaran, mengacu pada standar SNI 01-6235-2000. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar perekat sagu dari 5% ke 14% menyebabkan peningkatan kadar air (7,84% menjadi 8,86%) dan kadar zat menguap (29,04% menjadi 36,87%), sedangkan kadar abu menurun signifikan (44,46% menjadi 31,85%). Variasi perekat 12% menghasilkan laju pembakaran terendah, yaitu 0,089 g/menit, yang berarti pembakarannya paling lambat di antara seluruh variasi. Variasi 14% mencapai suhu pembakaran tertinggi (469,0°C). Terhadap batas SNI kadar air maksimum 8%, hanya variasi 5% yang memenuhi (7,84%), variasi 8% berada tepat pada batas (8,00%), sedangkan variasi 10%, 12%, dan 14% melampauinya. Kadar abu seluruh variasi juga masih jauh di atas standar. Dengan demikian variasi perekat sagu 12% memberikan laju pembakaran terendah, namun belum dapat dinyatakan sebagai formulasi optimal karena kadar air dan kadar abunya masih melampaui batas mutu yang digunakan.

Kata kunci: biobriket, limbah nilam, sekam padi, perekat sagu, energi biomassa

### 1. Pendahuluan

Konsumsi energi global meningkat secara signifikan seiring perkembangan peradaban manusia. Bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batubara menjadi sumber energi utama untuk kebutuhan rumah tangga, transportasi, dan industri. Namun, sifatnya yang tidak dapat diperbaharui

menyebabkan cadangan fosil semakin berkurang, mendorong upaya pencarian sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan [1]. Energi biomassa muncul sebagai solusi potensial karena berasal dari bahan organik termasuk tanaman, produk sampingan pertanian, dan sampah organik,

yang dapat dikonversi menjadi energi berguna melalui teknologi tepat guna [2].

Ketergantungan yang tinggi terhadap bahan bakar fosil juga menimbulkan berbagai persoalan lingkungan, mulai dari emisi gas rumah kaca hingga pencemaran udara yang berdampak pada kesehatan masyarakat. Kondisi ini mendorong berbagai pihak, baik pemerintah, akademisi, maupun industri, untuk terus mengembangkan teknologi energi terbarukan yang tidak hanya efisien secara teknis tetapi juga layak secara ekonomi. Biobriket menjadi salah satu alternatif yang menarik karena proses pembuatannya relatif sederhana, dapat memanfaatkan bahan baku lokal, serta memberikan nilai tambah pada limbah yang selama ini kurang dimanfaatkan.

Indonesia memiliki kondisi sangat mendukung pengembangan energi biomassa, terutama karena sektor pertanian yang kuat sebagai penyedia utama bahan baku biomassa. Negara ini memiliki cadangan biomassa sangat besar di seluruh wilayahnya yang berpotensi mendukung kebutuhan energi masyarakat. Namun, sebagian besar industri nasional masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama. Untuk mengatasi ketergantungan ini, berbagai penelitian telah dilakukan mengembangkan bahan bakar alternatif berbasis biomassa, dimana biobriket menjadi salah satu produk yang berhasil dikembangkan sebagai pengganti bahan bakar fosil [3].

Sektor pertanian Indonesia menghasilkan produk sampingan dalam jumlah besar, salah satunya sekam padi dan residu penyulingan nilam. Sekam padi sering dianggap limbah dengan pemanfaatan terbatas, padahal memiliki potensi besar sebagai bahan baku energi alternatif [4]. Demikian pula limbah padat hasil penyulingan minyak nilam yang belum dimanfaatkan optimal dapat menimbulkan dampak lingkungan kurang baik [5]. Kedua bahan ini dapat dikonversi menjadi biobriket, yaitu bahan bakar padat ramah lingkungan yang dapat menjadi alternatif pengganti bahan bakar fosil.

Pemanfaatan limbah nilam menjadi perhatian tersendiri, mengingat Sulawesi Utara merupakan salah satu daerah penghasil minyak nilam yang cukup potensial di Indonesia. Nilam termasuk komoditas perkebunan yang dibudidayakan secara luas dan menjadi perhatian pemerintah dalam program pembinaan perkebunan nasional [9]. Proses penyulingan minyak nilam menyisakan ampas dalam jumlah besar yang selama ini umumnya hanya dibuang atau dibakar begitu saja tanpa pengolahan lebih lanjut. Padahal, ampas nilam masih memiliki kandungan senyawa organik yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat apabila diolah dengan proses karbonisasi yang tepat. Kombinasi ampas nilam dengan sekam padi diharapkan dapat saling melengkapi karakteristik bahan baku sehingga

dihasilkan biobriket dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan penggunaan bahan tunggal.

Dalam pembuatan biobriket, bahan perekat menjadi faktor penting yang memengaruhi kualitas produk akhir seperti kadar air, kadar abu, dan kadar zat menguap. Sagu merupakan perekat alami yang mudah diperoleh, ekonomis, dan memiliki daya rekat baik [6]. Penggunaan perekat alami seperti sagu juga sejalan dengan prinsip keberlanjutan karena bersifat biodegradable dan tidak menimbulkan residu berbahaya saat briket dibakar, berbeda dengan beberapa jenis perekat sintesis yang berpotensi menghasilkan asap dan senyawa yang kurang ramah lingkungan. Penelitian terdahulu menunjukkan variasi persentase perekat memengaruhi karakteristik fisik dan termal biobriket yang dihasilkan [7], [8].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengkaji potensi pemanfaatan residu penyulingan minyak nilam dan sekam padi sebagai bahan baku biobriket serta menganalisis pengaruh variasi kadar perekat sagu terhadap kualitas biobriket. Penelitian ini diharapkan berkontribusi dalam pengelolaan limbah organik sekaligus mendukung pengembangan energi alternatif berkelanjutan di Indonesia, khususnya bagi industri kecil dan menengah yang mengolah nilam serta masyarakat di sekitar sentra produksi padi yang selama ini kesulitan mengelola sekam dalam jumlah besar.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Talawaan untuk pengambilan bahan baku dan pembuatan biobriket, sedangkan pengujian laboratorium dilakukan di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Manado. Pengambilan data dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2026.

### 2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi arang limbah penyulingan nilam, arang sekam padi, perekat sagu, dan air. Alat yang digunakan meliputi wadah pembakaran silinder, alat penghancur arang, saringan 40 dan 60 mesh, timbangan digital, wadah pencampuran, cetakan briket ( $\varnothing 4$  mm, tinggi 7 cm), dan alat press hidrolik.

### 2.3. Prosedur Pembuatan Biobriket

Pembuatan biobriket mengikuti tahapan pengumpulan dan pemilahan bahan baku, pengeringan awal, karbonisasi dalam wadah tertutup, penghalusan dan pengayakan dengan saringan 40-60 mesh, pencampuran serbuk arang nilam dan sekam padi dengan rasio 50:50 bersama perekat sagu variasi 5%, 8%, 10%, 12%, dan 14% serta air 600 ml, pencetakan menggunakan press hidrolik, serta pengeringan akhir selama 5 hari.

Massa bahan baku pada setiap perlakuan ditetapkan sebesar 500 gram, terdiri atas 250 gram arang limbah nilam dan 250 gram arang sekam padi sesuai rasio 50:50. Persentase perekat sagu dihitung terhadap massa total kedua arang tersebut, yaitu 500 gram, sehingga variasi 5%, 8%, 10%, 12%, dan 14% berturut-turut setara dengan 25 gram, 40 gram, 50 gram, 60 gram, dan 70 gram sagu. Volume air ditetapkan tetap sebesar 600 ml pada seluruh variasi, sehingga rasio air terhadap perekat berubah seiring bertambahnya kadar sagu. Konsekuensi dari penetapan ini adalah kadar air awal campuran tidak seragam antarvariasi, dan hal tersebut turut diperhitungkan dalam menafsirkan hasil pengujian kadar air.

Pencetakan dilakukan menggunakan press hidrolik dengan beban 1 ton pada silinder press berdiameter 5,5 cm. Beban tersebut setara dengan massa 997 kg, sehingga gaya press yang dihasilkan dihitung melalui persamaan 1.

$$F = m \times g = 997 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 9.780,57 \text{ N} \quad (1)$$

Luas penampang silinder press dihitung melalui persamaan 2.

$$A = (\pi/4) \times D^2 = (3,14/4) \times (0,055 \text{ m})^2 = 0,0023 \text{ m}^2 \quad (2)$$

Tekanan pengempaan diperoleh dari perbandingan gaya terhadap luas penampang seperti pada persamaan 3.

$$P = F / A = 9.780,57 \text{ N} / 0,0023 \text{ m}^2 = 4.252.422 \text{ Pa} \approx 4,25 \text{ MPa} \quad (3)$$

Tekanan sebesar 4,25 MPa tersebut dipertahankan selama 30 detik pada setiap briket agar kepadatan antarperlakuan seragam. Cetakan yang digunakan berdiameter 4 mm dengan tinggi 7 cm.

Tahap karbonisasi dilakukan dalam wadah tertutup dengan tujuan meminimalkan pasokan oksigen sehingga proses pembakaran berlangsung secara tidak sempurna dan menghasilkan arang dengan kandungan karbon terikat yang lebih tinggi. Pengayakan pada ukuran 40-60 mesh dimaksudkan untuk memperoleh keseragaman ukuran partikel arang, karena ukuran partikel yang seragam akan mempengaruhi kepadatan dan kekuatan briket setelah dicetak. Sementara itu, tahap pengeringan akhir selama 5 hari dilakukan secara alami dengan memanfaatkan sinar matahari, sehingga kadar air briket dapat diturunkan secara bertahap sebelum dilakukan pengujian di laboratorium.

## 2.4. Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan variasi perekat sagu 5%, 8%, 10%, 12%, dan 14%. Setiap variasi dibuat tiga kali ulangan. Parameter yang diuji meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, dan laju pembakaran mengacu pada SNI 01-6235-2000.

## 2.5. Metode Pengujian dan Analisis Data

Kadar air diuji dengan menimbang sampel dalam botol timbang, dikeringkan dalam oven  $115 \pm 5^\circ\text{C}$  selama 3 jam, didinginkan dalam desikator, dan ditimbang kembali. Perhitungan mengikuti persamaan 4.

$$\text{Kadar air} = ((W_1 - W_2) / W_1) \times 100\% \quad (4)$$

dengan  $W_1$  adalah bobot awal contoh (gram) dan  $W_2$  adalah bobot setelah pemanasan (gram).

Kadar abu diuji dengan memanaskan sampel dalam tanur  $800-900^\circ\text{C}$  selama 2 jam, didinginkan, dan ditimbang, mengikuti persamaan 5.

$$\text{Kadar abu} = (W_1 / W_2) \times 100\% \quad (5)$$

dengan  $W_1$  adalah sisa pijar (gram) dan  $W_2$  adalah bobot contoh (gram).

Kadar zat menguap diuji dengan memanaskan sampel pada  $950^\circ\text{C}$ , dihitung berdasarkan kehilangan berat, mengikuti persamaan 6.

$$\text{Bagian menguap} = ((W_1 - W_2) / W_1) \times 100\% \quad (6)$$

dengan  $W_1$  adalah bobot semula (gram) dan  $W_2$  adalah bobot setelah pemanasan (gram).

Laju pembakaran diuji dengan membakar briket dan mengukur waktu hingga menjadi abu, mengikuti persamaan 7.

$$\text{Laju pembakaran} = (M_0 - M_1) / t \quad (7)$$

dengan  $M_0$  adalah massa briket sebelum pembakaran (gram),  $M_1$  adalah massa briket sesudah pembakaran (gram), dan  $t$  adalah waktu pembakaran (menit).

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan disajikan dalam tabel. Analisis deskriptif dipilih karena penelitian ini bertujuan menggambarkan kecenderungan perubahan setiap parameter kualitas seiring bertambahnya proporsi perekat sagu, sehingga pola hubungan antara variasi perekat dan karakteristik biobriket dapat diidentifikasi secara jelas dan mudah diinterpretasikan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Pengaruh Variasi Perekat terhadap Kadar Air

Tabel 1. Hasil uji kadar air

| Variasi Perekat | Pengujian 1 (%) | Pengujian 2 (%) | Pengujian 3 (%) | Rata-rata (%) |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 5%              | 7,75            | 7,73            | 8,04            | 7,84          |
| 8%              | 7,91            | 8,05            | 8,05            | 8,00          |
| 10%             | 8,19            | 8,23            | 8,11            | 8,18          |
| 12%             | 8,57            | 8,10            | 8,62            | 8,43          |
| 14%             | 9,07            | 8,84            | 8,67            | 8,86          |

Berdasarkan Tabel 1, kadar air biobriket cenderung meningkat seiring bertambahnya persentase perekat sagu. Pada variasi 5%, kadar air rata-rata tercatat 7,84%, sedangkan pada variasi 14% meningkat menjadi 8,86%. SNI 01-6235-2000 mensyaratkan kadar air maksimum 8%. Terhadap batas tersebut, hanya variasi 5% yang memenuhi standar dengan kadar air 7,84%. Variasi 8% berada tepat pada batas dengan nilai 8,00%, sedangkan variasi 10%, 12%, dan 14% melampaui batas dengan kadar air berturut-turut 8,18%, 8,43%, dan 8,86%. Dengan demikian penambahan perekat di atas 8% menyebabkan kadar air biobriket keluar dari ketentuan standar.

Kecenderungan peningkatan kadar air ini dapat dijelaskan karena sagu bersifat higroskopis, yaitu

Tabel 2. Hasil uji kadar abu

| Variasi Perekat | Pengujian 1 (%) | Pengujian 2 (%) | Pengujian 3 (%) | Rata-rata (%) |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 5%              | 44,37           | 44,75           | 44,25           | 44,46         |
| 8%              | 41,78           | 41,57           | 41,60           | 41,65         |
| 10%             | 40,61           | 40,70           | 40,93           | 40,75         |
| 12%             | 32,59           | 32,67           | 33,03           | 32,76         |
| 14%             | 31,73           | 31,94           | 31,87           | 31,85         |

Data menunjukkan kadar abu biobriket cenderung menurun seiring bertambahnya persentase perekat. Pada variasi 5%, kadar abu rata-rata sangat tinggi (44,46%), menurun hingga 31,85% pada variasi 14%. Kadar abu seluruh variasi masih di atas standar SNI (maksimum 8%). Hal ini mengindikasikan perlu penelitian lanjutan untuk mengurangi kadar abu, misalnya melalui proses pencucian bahan baku sebelum karbonisasi.

Tingginya kadar abu pada seluruh variasi diduga berasal dari kandungan mineral anorganik yang cukup tinggi pada sekam padi, seperti senyawa silika, yang memang dikenal sulit terurai pada proses karbonisasi

mudah menyerap dan mengikat molekul air di dalam strukturnya. Semakin besar proporsi perekat sagu yang ditambahkan, semakin banyak pula gugus hidroksil yang tersedia untuk berikatan dengan air, baik yang berasal dari proses pencampuran maupun kelembapan udara selama tahap pengeringan. Kondisi ini menegaskan pentingnya menjaga proporsi perekat pada rentang tertentu agar kadar air briket tetap memenuhi standar, mengingat kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan nilai kalor dan memperlambat proses penyalaan briket saat digunakan.

### 3.2. Pengaruh Variasi Perekat terhadap Kadar Abu

Penurunan kadar abu seiring bertambahnya proporsi perekat sagu dapat dijelaskan karena sagu tidak mengandung mineral anorganik dalam jumlah signifikan, sehingga penambahan sagu secara proporsional mengurangi kontribusi komponen arang bermineral tinggi terhadap komposisi total briket. Meskipun demikian, karena kadar abu seluruh variasi masih jauh di atas ambang SNI, temuan ini menjadi catatan penting bahwa perbaikan pada tahap pra-perlakuan bahan baku, bukan hanya pada komposisi perekat, perlu menjadi fokus penelitian selanjutnya.

### 3.3. Pengaruh Variasi Perekat terhadap Kadar Zat Menguap

Tabel 3. Hasil uji kadar zat menguap

| Variasi Perekat | Pengujian 1 (%) | Pengujian 2 (%) | Pengujian 3 (%) | Rata-rata (%) |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 5%              | 29,45           | 28,89           | 28,79           | 29,04         |
| 8%              | 30,47           | 30,86           | 31,17           | 30,83         |
| 10%             | 31,41           | 32,55           | 31,93           | 31,96         |
| 12%             | 33,94           | 34,18           | 34,05           | 34,06         |
| 14%             | 39,73           | 35,21           | 35,66           | 36,87         |

Kadar zat menguap meningkat seiring bertambahnya perekat. Pada variasi 5% tercatat 29,04%, meningkat menjadi 36,87% pada variasi 14%. Kadar zat menguap yang tinggi mengindikasikan biobriket mudah menyala dan memiliki nyala api pada tahap awal pembakaran. Namun jika terlalu tinggi (14%), briket cenderung cepat habis. Standar SNI tidak menetapkan batasan spesifik untuk kadar zat menguap, namun umumnya briket biomassa memiliki kadar zat menguap 15-40%.

Peningkatan kadar zat menguap sejalan dengan bertambahnya komponen organik yang berasal dari perekat sagu, yang secara alami mengandung senyawa

karbohidrat yang mudah terdekomposisi pada suhu tinggi. Zat menguap yang tinggi memberikan keuntungan berupa penyalaan awal yang lebih cepat dan nyala api yang lebih besar, sehingga briket dengan kadar zat menguap tinggi cocok digunakan pada aplikasi yang membutuhkan pemanasan cepat. Namun, karakteristik ini juga memiliki konsekuensi berupa laju pembakaran yang lebih cepat sehingga durasi penggunaan briket menjadi lebih singkat, sebagaimana terlihat pada hasil pengujian laju pembakaran variasi 14% pada bagian berikutnya.

### 3.4. Pengaruh Variasi Perekat terhadap Laju Pembakaran

Tabel 4. Hasil uji laju pembakaran

| Variasi Perekat | M <sub>0</sub> (g) | M <sub>1</sub> (g) | t (menit) | Suhu (°C) | Laju pembakaran (g/menit) |
|-----------------|--------------------|--------------------|-----------|-----------|---------------------------|
| 5%              | 78                 | 36                 | 105       | 423,5     | 0,400                     |
| 8%              | 81                 | 37                 | 100       | 427,7     | 0,440                     |
| 10%             | 70                 | 39                 | 95        | 413,3     | 0,326                     |
| 12%             | 31                 | 23                 | 90        | 442,5     | 0,089                     |
| 14%             | 59                 | 21                 | 102       | 469,0     | 0,373                     |

Data menunjukkan pola yang tidak linear pada laju pembakaran. Variasi 12% menghasilkan laju pembakaran terendah, yaitu 0,089 g/menit, yang berarti briket tersebut terbakar paling lambat dan waktu pembakarannya relatif lebih lama dibandingkan variasi lain. Sementara itu variasi 14% mencapai suhu pembakaran tertinggi, yaitu 469,0°C. Suhu maksimum meningkat seiring penambahan perekat, dari 423,5°C pada variasi 5% menjadi 469,0°C pada variasi 14%.

Selisih laju pembakaran pada variasi 12% tergolong sangat besar dibandingkan variasi lainnya, yang berkisar 0,326 hingga 0,440 g/menit. Perbedaan tersebut diduga berkaitan dengan karakteristik pemadatan dan kandungan zat menguap, tetapi hubungan itu belum dapat dikonfirmasi karena densitas dan porositas briket tidak diukur dalam penelitian ini. Pengujian yang dilakukan terbatas pada kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, dan laju pembakaran, sehingga penjelasan mengenai peran densitas maupun porositas masih bersifat dugaan yang memerlukan verifikasi melalui pengukuran langsung. Perlu dicatat pula bahwa massa awal briket pada variasi 12% tercatat 31 gram, jauh lebih rendah dibandingkan variasi lain yang berkisar 59 hingga 81 gram, sehingga perbedaan massa uji ini juga berpotensi memengaruhi nilai laju pembakaran yang diperoleh.

### 3.5. Variasi dengan Laju Pembakaran Terendah

Ditinjau dari parameter laju pembakaran, variasi perekat 12% menunjukkan performa pembakaran terbaik karena menghasilkan nilai terendah, yaitu 0,089 g/menit, disertai suhu pembakaran 442,5°C. Namun variasi ini tidak dapat dinyatakan sebagai komposisi optimal secara keseluruhan. Kadar airnya 8,43%, melampaui batas SNI sebesar 8%, dan kadar abunya 32,76%, masih jauh di atas batas yang sama. Penilaian sebagai formulasi optimal menuntut kriteria pembobotan yang mencakup seluruh parameter mutu, dan kriteria semacam itu tidak digunakan dalam penelitian ini.

Dengan demikian keunggulan variasi 12% terbatas pada satu parameter, yaitu waktu pembakaran yang relatif lebih lama berdasarkan pengujian yang dilakukan. Jika ditinjau dari kadar air, justru variasi 5% yang memenuhi standar dengan nilai 7,84%, sedangkan ditinjau dari kadar abu, variasi 14% menghasilkan nilai terendah sebesar 31,85% meskipun tetap melampaui batas mutu. Ketiadaan satu variasi yang unggul pada seluruh parameter menunjukkan bahwa formulasi biobriket nilam dan sekam padi ini masih memerlukan optimasi lebih

lanjut sebelum dapat direkomendasikan untuk penerapan praktis.

### 3.6. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Kadar air biobriket pada penelitian ini berkisar 7,84% hingga 8,86%, lebih tinggi dibandingkan briket sekam padi yang diteliti Rusman et al. [8] dengan kisaran 4,57% hingga 5,29%, maupun briket arang kayu alaban dan sekam padi berperekat sagu milik Syarief et al. [10] yang mencatat 0,54% pada komposisi terbaiknya. Perbedaan ini berkaitan dengan tahap akhir pengolahan. Penelitian ini mengeringkan briket secara alami di bawah sinar matahari selama lima hari, sementara Rusman et al. menerapkan aktivasi termal pada tanur yang secara langsung mengusir air terikat dari struktur arang. Muarif et al. [7] juga menunjukkan bahwa jenis dan volume perekat ikut menentukan karakteristik briket, sehingga proporsi perekat sagu yang mencapai 14% pada penelitian ini turut menjelaskan kadar air yang mendekati bahkan melampaui ambang SNI.

Perbandingan yang paling dekat dapat dilakukan dengan Syarief et al. [10] karena penelitian tersebut sama-sama memakai sagu sebagai perekat dan sekam padi sebagai salah satu bahan baku. Kadar abu yang dilaporkan hanya 4,70%, memenuhi SNI 01-6235-2000, sedangkan penelitian ini berada pada kisaran 31,85% hingga 44,46%. Selisih sebesar itu bersumber pada proporsi sekam padi. Komposisi terbaik Syarief et al. menggunakan perbandingan arang kayu alaban dan sekam padi 90:10, sehingga sekam padi hanya menyumbang sepersepuluh bahan baku. Penelitian ini memakai sekam padi sebanyak 50% dari total bahan baku, atau lima kali lipat lebih banyak. Karena silika pada sekam padi merupakan sumber utama abu, proporsi inilah yang paling menentukan, bukan jenis perekatnya.

Rusman et al. [8] menempuh jalur berbeda untuk menekan kadar abu briket sekam padi, yaitu melalui pengaturan temperatur aktivasi pada 450°C, 475°C, dan 500°C. Kadar abu yang diperoleh berkisar 4,89% hingga 6,57%, dengan kualitas terbaik pada temperatur aktivasi 500°C. Perlu dicatat bahwa penelitian tersebut juga memakai perekat sagu pada rasio 9:1, namun tetap memperoleh kadar abu jauh di bawah penelitian ini meski bahan bakunya sekam padi sepenuhnya. Temuan ini memperkuat dugaan bahwa kadar abu lebih ditentukan oleh perlakuan termal terhadap bahan baku dibandingkan komposisi perekat. Penambahan perekat sagu dari 5% ke 14% pada penelitian ini memang menurunkan kadar abu sebesar

12,61 poin persen, namun angka terendah yang dicapai masih hampir empat kali lipat ambang SNI.

Pada parameter laju pembakaran, hasil penelitian ini justru sebanding dengan literatur. Variasi perekat 12% menghasilkan laju pembakaran 0,089 g/menit, mendekati angka 0,08 g/menit yang dilaporkan Rusman et al. [8] pada briket teraktivasi 500°C. Suhu maksimum pembakaran pun berada pada kisaran yang berdekatan, yaitu 442,5°C pada variasi 12% dan 469,0°C pada variasi 14% dalam penelitian ini, dibandingkan 482,5°C pada penelitian tersebut. Kedekatan kedua parameter ini menunjukkan bahwa campuran residu penyulingan nilam dan sekam padi dengan perekat sagu sudah mampu menghasilkan performa pembakaran yang setara dengan briket arang aktif, tanpa melalui proses aktivasi termal. Perbandingan ini tetap perlu dibaca dengan hati-hati karena massa uji dan prosedur pengukuran laju pembakaran pada kedua penelitian tidak sepenuhnya sama.

Dari keseluruhan pembandingan, posisi penelitian ini terletak pada penggunaan residu penyulingan nilam sebagai komponen utama bahan baku, yang belum ditemukan pada penelitian briket sekam padi sebelumnya. Laju pembakaran dan suhu pembakaran yang dihasilkan sudah sebanding dengan literatur, sementara kelemahan utamanya terletak pada kadar air dan kadar abu yang belum memenuhi batas mutu. Berdasarkan perbandingan dengan Syarif et al. [10] dan Rusman et al. [8], dua langkah perbaikan yang paling menjanjikan adalah menurunkan proporsi sekam padi di bawah 50% dan menerapkan aktivasi termal pada kisaran 500°C sebelum pencetakan.

### 3.7. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil. Pertama, pengujian dilakukan pada skala laboratorium dengan jumlah ulangan terbatas (tiga kali per variasi), sehingga variabilitas hasil pada skala produksi yang lebih besar belum dapat dipastikan. Kedua, penelitian ini belum mengukur nilai kalor (calorific value) secara langsung, yang merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kelayakan biobriket sebagai bahan bakar. Ketiga, kadar abu yang jauh melampaui standar SNI pada seluruh variasi menunjukkan bahwa formulasi bahan baku, khususnya proporsi sekam padi, masih memerlukan optimasi lebih lanjut agar biobriket yang dihasilkan benar-benar memenuhi seluruh parameter standar mutu yang dipersyaratkan. Keempat, densitas, porositas, dan durabilitas mekanik briket tidak diukur, sehingga penjelasan mengenai perbedaan laju pembakaran antarvariasi masih bersifat dugaan. Pengujian durabilitas seperti shatter index, drop resistance, maupun compressive strength juga tidak dilakukan, sehingga penelitian ini tidak menyimpulkan apa pun mengenai ketahanan mekanik briket. Kelima, massa awal briket uji tidak seragam

antarvariasi, yang berpotensi memengaruhi perbandingan nilai laju pembakaran.

## 4. Kesimpulan

Variasi perekat sagu berpengaruh terhadap kualitas biobriket yang dihasilkan. Peningkatan perekat dari 5% ke 14% meningkatkan kadar air dari 7,84% menjadi 8,86% dan kadar zat menguap dari 29,04% menjadi 36,87%, serta menurunkan kadar abu dari 44,46% menjadi 31,85%.

Ditinjau dari batas SNI 01-6235-2000 untuk kadar air sebesar 8%, hanya variasi 5% yang memenuhi standar dengan nilai 7,84%. Variasi 8% berada tepat pada batas dengan nilai 8,00%, sedangkan variasi 10%, 12%, dan 14% melampauinya. Kadar abu seluruh variasi berada jauh di atas batas yang sama, yaitu pada kisaran 31,85% hingga 44,46%. Kadar zat menguap meningkat seiring penambahan perekat pada kisaran 29,04% hingga 36,87%.

Variasi perekat sagu 12% menghasilkan laju pembakaran terendah sebesar 0,089 g/menit dan suhu pembakaran sebesar 442,5°C. Namun variasi tersebut masih memiliki kadar air dan kadar abu yang melebihi batas mutu yang digunakan, sehingga belum dapat dinyatakan sebagai formulasi yang sepenuhnya memenuhi standar.

Secara umum, limbah nilam dan sekam padi berpotensi dikembangkan menjadi biobriket dengan bantuan perekat sagu. Potensi tersebut terlihat dari laju pembakaran dan suhu pembakaran yang sebanding dengan penelitian terdahulu, meskipun mutu produk yang dihasilkan belum memenuhi seluruh parameter SNI sehingga masih memerlukan optimasi lanjutan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian nilai kalor guna melengkapi karakterisasi mutu biobriket, mengkaji perlakuan pendahuluan seperti pencucian bahan baku untuk menurunkan kadar abu, mengukur densitas, porositas, dan durabilitas mekanik briket melalui uji shatter index maupun compressive strength, serta menguji performa biobriket pada skala aplikasi nyata melalui uji coba tungku atau kompor agar hasil penelitian dapat lebih langsung diterapkan oleh masyarakat maupun industri kecil menengah.

## Daftar Rujukan

- [1] Santika, S.W., Ginting, Z., Sulhatun, S., Nurlaila, R., Masrullita., 2023. Pembuatan Briket Bioarang dari Limbah Padat Hasil Penyulingan Minyak Nilam terhadap Berat Bahan Baku dan Temperatur Pirolisis dengan Metode Pirolisis. *Chemical Engineering Journal Storage*, 3 (5), pp.618–628.
- [2] R. Subagyo dan T. P. M. Z. R. Andy Nugraha., 2022. Bahan Ajar Bahan Bakar Energi Baru Terbarukan (EBT) Briket dan Pelet Kayu.
- [3] Syaifullah, R.Y., et al., 2023. Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi Menjadi Biobriket Dengan Inovasi Pembuatan Alat Pembakaran Dan Pencetakan Biobriket Di Desa Tanah Wulan,

- Maesan Bondowoso. *Dedikasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4 (1), pp. 42–52.
- [4] Putri, R.W., et al., 2023. Pemanfaatan Sekam Padi untuk Produksi Biobriket dengan Variasi Binder Tepung Tapioka dan Tepung Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia*, 29 (1), pp.1–8.
- [5] Sanni, A.L., Nurjannah, I., 2024. Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Baku Sekam Padi, Bonggol Jagung dan Perekat Tapioka terhadap Kualitas dan Performa Pembakaran Briket Biomassa. *Jurnal Teknik Mesin UNESA*, 13 (02), pp.83–90.
- [6] Kurniawan, E., Muarif, A., Siregar, K.A., 2022. Pemanfaatan Sekam Padi dan Cangkang Sawit sebagai Bahan Baku Briket Arang dengan Menggunakan Perekat Tepung Kanji. *Semin. Nas. Penelit. LPPM UMI*.
- [7] Muarif, A., Nurhabiah., Muhammad., Hakim, L., Ginting, Z., Mulyawan, R., 2024. Pengaruh Variasi Jenis dan Volume Perekat (Tepung Tapioka dan Air Tebu) terhadap Kualitas Briket dari Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Inovasi Teknik Kimia (INTEKA)*, 9 (2), pp.136–143.
- [8] Rusman, L.O., Lestari, L., Raharjo, S., Usman, I., Chrismiwhadani, D., 2023. Pengaruh Temperatur Aktivasi terhadap Kualitas Briket Arang Aktif Sekam Padi. *Journal Online of Physics (JoP)*, 8(3), pp.39 – 46.
- [9] B. P. P. Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian, “Buku Saku OPT Penting,” 2022.
- [10] Syarief, A., Supit, G.G., Nugraha, A., Ramadhan, M.N., 2022. Analisis Sifat Fisik Briket Limbah Arang Kayu Alaban-Sekam Padi Berperekat Tapioka dan Sagu. *ELEMEN: Jurnal Teknik Mesin*, 9 (2), pp.64 – 72.