

**SKRIPSI**

**PENGARUH KOMPOSISI DAN UKURAN PARTIKEL  
BIOPELET DARI TANAMAN LAMTORO (*Leucanea  
leucocephala* Lam) DAN GAMAL (*Gliricidia sepium  
Jacq*)**

**Oleh:**

**NURUL APRILLA**

**M01191196**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENGARUH KOMPOSISI DAN UKURAN PARTIKEL BIOPELET DARI TANAMAN LAMTORO (*Leuceana leucocephala* Lam) DAN GAMAL (*Gliricidia sepium* Jacq)

Di susun dan diajukan oleh

**NURUL APRILLA**  
M011 19 1196

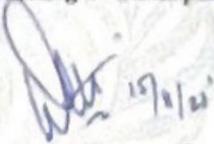
Telah dipertahankan di hadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 08 November 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

  
Dr. Subasman S. Hut, M. Si  
NIP. 19690402200003 1 001

  
Dr. A. Detti Yuniarti, S. Hut, M.P  
NIP. 19700606199512 2 001

Mengetahui  
Ketua Program Studi Kehutanan

  
Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.  
NIP. 19680410199512 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

|               |               |
|---------------|---------------|
| Nama          | Nurul Aprilla |
| NIM           | M0111 19 1196 |
| Program Studi | Kelutanan     |
| Jenjang       | SI            |

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

*"Pengaruh Komposisi dan Ukuran Partikel Biopellet Dari Tanaman Lamtoro (Leucanea leucocephala Lam) dan Gamal (Gliricidia sepium Jacq)"*

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 08 November 2023

Yang Menyatakan



Nurul Aprilla

## ABSTRAK

**Nurul Aprilla (M011 19 1196) Pengaruh Komposisi dan Ukuran Partikel Biopelet dari Tanaman Lamtoro (*Leucanea leucocephala*) dan Gamal (*Gliricidia sepium Jacq*) dibawah bimbingan Suhasman dan Andi Detti Yunianti**

Kebutuhan energi terus meningkat mengakibatkan cadangan energi terus berkurang setiap tahunnya, khususnya yang berbahan dasar fosil ini merupakan energi yang tak terbarukan sehingga ketersediannya terbatas. Oleh karena itu, perlu upaya untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan. Sumber energi yang dapat dikembangkan adalah biomassa. Tanaman Gamal dan Lamtoro merupakan biomassa yang sudah sering digunakan sebagai alternatif bahan baku untuk energi yaitu biopelet karena memiliki nilai kalor yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui karakteristik biopelet dari kayu Gamal dan Lamtoro dengan berbagai komposisi dan ukuran partikel yang berbeda. Komposisi campuran bahan baku Gamal dan Lamtoro adalah 1:1, 1:2 dan 2:1 dengan ukuran partikel yaitu lolos 40 *mesh* tertahan 60 *mesh*, lolos 60 *mesh* tertahan 80 *mesh* dan lolos 80 *mesh* tertahan 100 *mesh*. Pengujian kualitas biopelet berdasarkan SNI 8951:2020 meliputi: kerapatan, kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, karbon tetap dan nilai kalor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopelet yang dibuat sesuai dengan SNI 8951:2020 yaitu rata-rata nilai kerapatan, kadar air, dan kadar abu, untuk parameter nilai kadar zat terbang dan karbon tetap belum sesuai. Berdasarkan statistika didapatkan bahwa ukuran partikel berpengaruh nyata terhadap kerapatan, kadar abu, zat menguap dan karbon terikat. Sedangkan kombinasi berpengaruh terhadap kadar air, karbon tetap, kadar zat menguap dan kadar abu.

**Kata Kunci:** Biomassa; Gamal; Komposisi; Lamtoro; Ukuran Partikel.

## KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Komposisi dan Ukuran Partikel dari Tanaman Lamtoro (*Leucanea leucocephala*) dan Gamal (*Gliricidia sepium Jacq*)” guna memenuhi syarat dalam menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana (S1) di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar.

Ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya penulis persembahkan kepada Ayahanda **Darwin, S. Sos** dan Ibunda tercinta **Rahmatia** yang senantiasa mendoakan, menemani, memberi perhatian, kasih sayang, nasihat, serta mendidik dan membesarkan penulis. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada saudara saya **Nurzam Ahila, S.T dan Nurul Nadia** atas dukungannya selama ini. Semoga di hari esok, penulis kelak menjadi anak yang membanggakan dan berguna untuk keluarga tercinta.

Terdapat banyak kendala yang penulis hadapi dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini. Namun, berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak semua kendala dapat terselesaikan dengan baik, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak **Dr. Suhasman S. Hut, M. Si** dan Ibu **Dr.A. Detti Yuniarti, S. Hut, M.P** selaku dosen pembimbing yang dengan tulus, ikhlas, dan sabar dalam memberikan bimbingan, arahan, dan meluangkann waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak **Dr. ir. Baharuddin, M.P** dan Bapak **Iswanto, S.Hut, M.Si** selaku dosen penguji atas saran masukan dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
3. Ketua Program Studi Kehutanan **Ibu Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.**, serta Bapak/Ibu Dosen dan seluruh Staf Administrasi Fakultas Kehutanan atas bantuannya.
4. Kak **Heru Arisandi** yang telah membantu proses penelitian

5. Teman – teman dan keluarga besar **Laboratorium Pengolahan dan Pemanfaatan Hasil Hutan** atas bantuannya untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman seperjuangan **Andi Yusnita, S. Hut, Wahyuni S.Hut, Tri Nadia Asrini, Aura Aulia Aslan, S.Hut, Dita Dwiyanti, Andi Nabila Hasan, S.Hut, Stephanie Bunga Todingbua, S.Hut** dan **Nurwina Sari** yang selalu memberikan dukungan kepada penulis sejak semester 1 hingga skripsi ini selesai.
7. Teman-teman seperjuangan PKL **Andi Khairana, S. Hut, Nur Azmi S. Hut,** dan **Ananda Afrianti, S.Hut** atas hiburan, dukungan, bantuan, dan motivasinya.
8. Segenap keluarga besar **OLYMPUS** yang telah memberi dukungan.
9. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan khususnya kepada penulis sendiri.

Makassar, 08 November 2023



Nurul Aprilla

# DAFTAR ISI

## Halaman

|   |     |
|---|-----|
| <b>SKRIPSI</b> .....                                      | i   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                           | ii  |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....                          | iii |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                      | iv  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                               | v   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                   | vii |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                 | ix  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                | x   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                              | xi  |
| <b>I. PENDAHULUAN</b> .....                               | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....                                  | 1   |
| 1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian .....                  | 3   |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                         | 4   |
| 2.1 Biomassa .....  | 4   |
| 2.2 Biopellet .....                                       | 5   |
| 2.3 Gamal ( <i>Gliricidia sepium</i> Jacq) .....          | 6   |
| 2.4 Lamtoro .....   | 7   |
| <b>III. Metode Penelitian</b> .....                       | 8   |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....                     | 8   |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....                       | 8   |
| 3.3 Prosedur Penelitian .....                             | 8   |
| 3.3.1 <b>Penyiapan Bahan</b> .....                        | 8   |
| 3.3.2 <b>Proses Pencampuran</b> .....                     | 8   |
| 3.3.3 <b>Proses Pencetakan dan Pengeringan</b> .....      | 9   |
| 3.4 Pengujian .....                                       | 9   |
| 3.4.1 <b>Kerapatan (<math>\text{g/cm}^3</math>)</b> ..... | 10  |
| 3.4.2 <b>Kadar Air (%)</b> .....                          | 10  |
| 3.4.3 <b>Kadar Abu (%)</b> .....                          | 10  |
| 3.4.4 <b>Kadar Zat Menguap (%)</b> .....                  | 11  |
| 3.4.5 <b>Karbon Terikat (%)</b> .....                     | 11  |
| 3.4.6 <b>Nilai Kalor (kkal)</b> .....                     | 11  |

|            |                                  |           |
|------------|----------------------------------|-----------|
| 3.5        | Analisis Data.....               | 12        |
| <b>IV.</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b> | <b>13</b> |
| 4.1        | Kerapatan.....                   | 13        |
| 4.2        | Kadar Air.....                   | 15        |
| 4.3        | Kadar Zat Menguap.....           | 16        |
| 4.4        | Kadar Abu.....                   | 18        |
| 4.5        | Kadar Karbon Terikat.....        | 20        |
| 4.6        | Nilai Kalor.....                 | 21        |
| <b>V.</b>  | <b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b> | <b>24</b> |
| 5.1        | Kesimpulan.....                  | 24        |
| 5.2        | Saran.....                       | 24        |
|            | <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>       | <b>25</b> |
|            | <b>LAMPIRAN.....</b>             | <b>30</b> |

## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b> | <b>Judul</b>                                  | <b>Halaman</b> |
|--------------|---|----------------|
| Tabel 1      | Parameter Pelet untuk Pembangkit Listrik..... | 9              |

## DAFTAR GAMBAR

| <b>Gambar</b> | <b>Judul</b>   | <b>Halaman</b> |
|---------------|--|----------------|
| Gambar 1      | Biopellet (a) Kontrol Gamal, (b) Kontrol Lamtoro, (c) Perbandingan Gamal dan Lamtoro 1:1, (d) Perbandingan Gamal dan Lamtoro 2:1, (e) Perbandingan Gamal dan Lamtoro 2:1 ..... | 13             |
| Gambar 2.     | Grafik nilai kerapatan berdasarkan ukuran partikel dan komposisi campuran Gamal dan Lamtoro.....   | 14             |
| Gambar 3.     | Grafik nilai kadar air berdasarkan ukuran partikel dan komposisi campuran Gamal dan Lamtoro.....   | 15             |
| Gambar 4.     | Grafik nilai kadar zat menguap berdasarkan ukuran partikel dan biopellet komposisi Gamal dan Lamtoro. ....   | 17             |
| Gambar 5.     | Grafik nilai kadar abu berdasarkan ukuran partikel dan komposisi campuran Gamal dan Lamtoro.....   | 19             |
| Gambar 6.     | Grafik nilai kadar karbon terikat berdasarkan ukuran partikel dan komposisi campuran Gamal dan Lamtoro. ....   | 20             |
| Gambar 7.     | Grafik nilai kalor berdasarkan ukuran partikel dan komposisi campuran Gamal dan Lamtoro.....   | 22             |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran     | Judul  | Halaman |
|--------------|--|---------|
| Lampiran 1.  | Tabel Data Hasil Pengujian Kerapatan Biopelet .....                    | 30      |
| Lampiran 2.  | Data Hasil Pengujian Kadar Air .....                                   | 31      |
| Lampiran 3.  | Data Hasil Pengujian Zat Menguap .....                                 | 32      |
| Lampiran 4.  | Hasil Pengujian Kadar Abu .....  | 33      |
| Lampiran 5.  | Data Hasil Pengujian Karbon Terikat.....                               | 34      |
| Lampiran 6.  | Data Hasil Pengujian Nilai Kalor .....                                 | 35      |
| Lampiran 7.  | Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian .....                               | 36      |
| Lampiran 8.  | Data Hasil Uji Analisis Kerapatan Biopelet .....                       | 41      |
| Lampiran 9.  | Uji Lanjut Duncan Kerapatan Berdasarkan Ukuran Partikel .....          | 41      |
| Lampiran 10. | Uji Lanjut Duncan Kerapatan Berdasarkan Kombinasi .....                | 42      |
| Lampiran 11. | Uji Analisis Kadar Air Biopelet .....                                  | 42      |
| Lampiran 12. | Uji Lanjut Duncan Kadar Air Biopelet Berdasarkan Ukuran Partikel ..... | 43      |
| Lampiran 13. | Uji Lanjut Duncan Kadar Air Biopelet Berdasarkan Kombinasi ...         | 43      |
| Lampiran 14. | Uji Analisis Kadar Zat Menguap .....                                   | 44      |
| Lampiran 15. | Uji Lanjut Kadar Zat Menguap Berdasarkan Ukuran Partikel .....         | 44      |
| Lampiran 16. | Uji Lanjut Kadar Zat Menguap Berdasarkan Ukuran Partikel .....         | 45      |
| Lampiran 17. | Uji Analisis statistik Kadar Abu .....                                 | 45      |
| Lampiran 18. | Uji Lanjut Duncan Kadar Abu Berdasarkan Ukuran Partikel .....          | 46      |
| Lampiran 19. | Uji Lanjut Duncan Kadar Abu Berdasarkan Kombinasi .....                | 46      |
| Lampiran 20. | Uji Analisis Kadar Karbon Terikat.....                                 | 47      |
| Lampiran 21. | Uji Lanjut Duncan Kadar Karbon Terikat.....                            | 47      |
| Lampiran 22. | Uji Lanjut Duncan Kadar Karbon Terikat.....                            | 48      |
| Lampiran 23. | Hasil Pengujian Nilai Kalor.....                                       | 49      |

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang seiring waktu terus bertambah menyebabkan kebutuhan akan energi juga meningkat. Penggunaan energi berbahan dasar fosil sudah sangat dikenal di Indonesia seperti batu bara, minyak bumi, gas bumi yang digunakan untuk pembangkit tenaga listrik, dan transportasi. Energi ini merupakan energi tak terbarukan sehingga ketersediaannya terbatas. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mencari bahan bakar yang lebih dan ketersediaannya melimpah. Sumber energi alternatif yang saat ini banyak dikembangkan yaitu energi biomassa yang ketersediaannya melimpah, mudah diperoleh dan diperbaharui secara cepat (Zikri dkk., 2018)

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan dari fotosintesis baik berupa produk maupun buangan. Biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Potensi biomassa yang dapat digunakan sebagai sumber energi jumlahnya sangat banyak. Potensi biomassa Indonesia sebesar 146,7 juta ton pertahun. Sumber energi biomassa bersifat *renewable* sehingga ketersediaan energi akan berkesinambungan. Contoh biomassa yaitu tanaman, pepohonan, rumput, umbi umbian, limbah pertanian, limbah hutan, dan kotoran ternak. Salah satu produk biomassa untuk energi yaitu dapat diolah menjadi biopellet (Parinduri dan Parinduri., 2020)

Jenis tanaman yang biasa digunakan sebagai sumber energi adalah Lamtoro dan Gamal. Lamtoro (*Leuceana leucocephala* Lam) dan Gamal (*Gliricidia sepium* Jacq) merupakan jenis tanaman yang cepat tumbuh dan kemampuan adaptasi yang dimiliki tinggi terhadap lingkungan sehingga dapat dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan energi yang penggunaannya terus bertambah seiring waktu (Hudaedi, 2018). Sebagai tanaman pengembangan sumber energi tanaman Lamtoro dan Gamal memiliki keunggulan energi yang bersih, baru dan dapat diperbaharui, berkesinambungan dan *relative* ramah lingkungan. Selain itu limbah abu sisa pembakaran juga dihasilkan lebih sedikit (Cahyono dkk, 2008). Di beberapa tempat

seperti Desa Waai di Ambon, Sumatera Selatan, Nusa Tenggara Timur juga membudidayakan tanaman Lamtoro dan Gamal sebagai penghasil kayu sumber bionergi (Watimmena dan Imlabla, 2021; Balai PSI LHK Palembang, 2019, Prima dkk., 2017). Pada penelitian (Oyelere dan Oluwadare, 2019) mengungkapkan bahwa kayu Gamal cocok digunakan sebagai bahan bakar karena menunjukkan sifat yang baik untuk digunakan sebagai bionergi. Penelitian (Ulhaq dkk, 2021) Kayu Lamtoro sebagai energi baru terbarukan untuk bahan bakar PLTU ABC, dalam penelitian ini batu bara dicampur dengan kayu Lamtoro. Pada penelitian (Ilham dkk, 2022) Lamtoro dan Gamal dimanfaatkan sebagai biobriket sumber energi alternatif. Berdasarkan penelitian tersebut, Pemanfaatan biomassa untuk energi, kayu Lamtoro dan Gamal digunakan sebagai bahan energi dalam bentuk briket, arang maupun sebagai campuran untuk bahan baku pembangkit listrik.

Salah satu bentuk produk energi adalah biopelet. Biopelet adalah jenis bahan bakar padat yang berasal dari biomassa. Kelebihan dari biopelet sebagai bahan bakar yaitu densitas tinggi, mudah dalam penyimpanan dan penanganan. Faktor utama yang mempengaruhi kekuatan dan ketahanan biopelet adalah kadar air, ukuran partikel, kondisi pengempaan, penambahan perekat, alat densifikasi, perlakuan setelah proses produksi dan bahan bakar (Lehman dkk, 2012). Beberapa Penelitian terkait biopelet telah banyak dilakukan diantaranya penelitian (Mustamu dkk., 2018) biopelet dari limbah kayu putih dan gondorokeum dengan nilai kalor yang dihasilkan 5097, kkal/kg, (Istiani dkk, 2021) biopelet yang terbuat dari cangkang kemiri dengan campuran batang sagu dan serbuk gergaji didapatkan nilai kalor sebesar 4.182 cal/g; (Chairina dkk, 2022) Biopelet dari limbah cangkang biji melinjo yang menghasilkan nilai kalor sebesar 17302 j/g, (Prasetyo dkk, 2022) Biopelet dari sekam padi dan serbuk gergaji kayu jati menghasilkan nilai kalor 17,28 MJ/kg.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis karakteristik biopelet dari kayu Lamtoro dan kayu Gamal dengan kombiansi dan ukuran partikel yang berbeda. Pengujian karakteristik mengacu SNI 8951:2020.

## **1.2 Tujuan dan Kegunaan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik biopelet dari kayu Lamtoro dan kayu Gamal berdasarkan kombinasi dan ukuran partikel yang berbeda. Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah mengembangkan kayu yang memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif bioenergi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biomassa

Biomassa merupakan istilah untuk semua bahan organik yang berasal dari tanaman (termasuk alga, tanaman, dan pohon). Biomassa diproduksi oleh tanaman hijau yang mengkonversi sinar matahari menjadi bahan tanaman melalui proses fotosintesis (Papilo dkk, 2015). Biomassa juga digunakan sebagai bahan bakar yang bersifat ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil yang dapat mengurangi terjadinya pemanasan global serta memiliki daya produksi yang rendah (Prasetyo dkk, 2022). Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan antara lain sumber energi yang dapat diperbaharui sehingga dapat menyediakan energi secara berkesinambungan (Parinduri dan Parinduri, 2020)

Prinsip dasar pada biomassa tanaman akan menyerap energi dari matahari melalui proses fotosintesis dengan memanfaatkan air dan unsur hara dari dalam tanah serta CO<sub>2</sub> dari atmosfer yang akan menghasilkan bahan organik untuk memperkuat jaringan dan membentuk daun, bunga atau buah. Pada saat biomassa diubah menjadi energi CO<sub>2</sub> akan dilepaskan ke atmosfer. Yang dalam hal ini siklus CO<sub>2</sub> akan menjadi lebih pendek dibandingkan dengan yang dihasilkan dari pembakaran minyak bumi atau gas alam. Ini berarti CO<sub>2</sub> yang dihasilkan tersebut tidak memiliki efek kesetimbangan CO<sub>2</sub> di atmosfer. Kelebihan inilah yang dimanfaatkan untuk mendukung terciptanya energi yang berkelanjutan (Parinduri dan Parinduri, 2020).

Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar alternatif terbarukan merupakan solusi tepat atas permasalahan yang muncul akibat penggunaan bahan bakar fosil. Pemanfaatan energi biomassa memiliki banyak keuntungan dari sisi lingkungan yaitu mengurangi efek gas rumah kaca, mengurangi bau tak sedap, mencegah penyebaran penyakit (Kong, 2010).

## 2.2 Biopellet

Biopellet adalah bahan bakar padat hasil pengempaan biomassa yang berbentuk silinder yang dapat digunakan sebagai energi alternatif (Rusdianto dkk., 2014). Biopellet memiliki keseragaman ukuran, bentuk, kelembapan, densitas, dan kandungan energi. Biomassa pellet merupakan bahan bakar hijau terbarukan dan padat, dalam arti pellet adalah sumber energi karbon netral. Karbon dikonsumsi selama siklus kehidupan per pohonan, dan kemudian dilepas lagi, efeknya adalah kenaikan nol tingkat karbon dioksida dalam atmosfer. Oleh karena itu hasil pembakaran biomassa pellet ini dapat membantu mengatasi perubahan iklim. Penanganannya dalam proses pembakaran lebih mudah dan bersih, sehingga sangat menarik digunakan (Falah dan Nelza., 2019)

Kepadatan dan keseragaman ukuran biopellet lebih baik dibanding briket. Proses utama yang digunakan adalah kompresi dengan suhu dan tekanan tinggi, sehingga membentuk produk yang seragam. Pellet bisa dihasilkan dengan mudah dari limbah kayu dan bahan biomassa lainnya (Yang dkk., 2005). Di beberapa negara-negara seperti Jerman dan Austria, biopellet telah dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif yang berasal dari potongan kayu dan diproduksi dengan menghancurkan kayu menggunakan hammer mill, sehingga menghasilkan massa seragam setiap partikel kayu (Bantacut dkk., 2013).

Biofuel-pellet (biopellet) merupakan salah bentuk produk diversifikasi energi biomassa. Biopellet adalah jenis bahan bakar terbarukan dalam bentuk silinder dengan diameter 6-12 mm dan panjang 10-30 mm. Peletisasi adalah proses ekstrusi tipe pencetak termoplastik, di mana bahan biomassa diberikan gaya tekan oleh roller internal untuk dapat melewati cetakan silinder yang diam di eksternal ring yang berputar, dan menghasilkan padatan pellet. Kerapatan biomassa yang rendah menjadi meningkat, dari 40 – 250 kg/m<sup>3</sup> menjadi 600 – 800 kg/m<sup>3</sup>. (Abdoli dkk., 2018). Penggunaan perekat pada biopellet tidak melebihi 5% karena semakin besar penambahan perekat, maka akan mengakibatkan bertambahnya kadar air pada biopellet (Zamirza., 2009). Pemanfaatan biopellet diantaranya sebagai bahan bakar boiler, bahan bakar kompor masak, dan telah banyak digunakan sebagai substitusi batu bara untuk bahan bakar pemanas ruangan pada perumahan (Mustamu dan

Pattiruhu., 2018). Faktor yang mempengaruhi biopellet yaitu kadar air, suhu dan ukuran partikel. Hal tersebut dibuktikan pada penelitian Prabawa (2018) kadar air 6-18% dan suhu 100-175°C dapat meningkatkan *mechanical durability* begitupun sebaliknya jika suhu diatas 175 °C dan kadar air diatas 18% maka dapat menurunkan *mechanical durability* dari biopellet. Selanjutnya Damayanti (2017) mengemukakan bahwa perbedaan ukuran partikel pada biopellet memberikan pengaruh nyata terhadap nilai keteguhan tekan, kadar air, kadar abu dan nilai kalor.

### **2.3 Gamal (*Gliricidia sepium* Jacq)**

Gamal merupakan salah satu jenis tumbuhan yang cepat tumbuh berasal dari Amerika Utara. Tanaman Gamal ini dikenal banyak manfaatnya dan dibudidayakan. Beberapa pemanfaatan tanaman Gamal banyak diteliti yaitu daunnya diteliti dalam bidang farmasi dan pengawet alami. Berdasarkan penelitian tersebut tanaman Gamal mengandung senyawa steroid, fenolik, tannin, terpenoid, phenol, flavonoid, quinon, dan saponin yang memiliki antioksidan dan memiliki sifat toksisitas terhadap insektisida (Wefle dkk., 2020; Jasmine dkk., 2017). Adapun senyawa yang terkandung dalam kayu Gamal yaitu tanin, aformosin, medicarpin, couramic, dan quercin yang bersifat anti rayap (Adejoro dan Lajide., 2019). Perusahaan kehutanan di Indonesia mulai mengembangkan kayu Gamal menjadi sumber bahan baku biomassa energi. Kayu Gamal memiliki nilai kalor yang besar yaitu 4.548-4900 k.kal/kg dn dengan produksi biomassa 15m<sup>3</sup>/tahun (Mulyana dkk., 2021; Seethalashmi., 2016; Ahmad., 2014). Oleh karena itu, pemanfaatan kayu Gamal diharapkan dapat dioptimalkan sebagai sumber bahan bakar baik dalam skala lokal maupun skala nasional (Narendra dkk., 2020). Adapun nilai kalor Gamal yaitu 4548 k.kal/kg (Mauladidini dkk., 2022). Pada penelitian Barata (2021) didapatkan nilai kalor pada briket batang Gamal yaitu 535,33 J/gram dan pada penelitian Ilham, dkk (2022) didapatkan nilai kalor biobriket Gamal yaitu 99,96 kal/gram.

## 2.4 Lamtoro

Lamtoro merupakan tanaman yang kemampuan adaptasinya tinggi terhadap lingkungan kering. Lamtoro. mengandung komposisi kimia berupa 25,90% protein kasar, 20,40% serat kasar, dan 11% abu (2,3%Ca dan 0,23% P), karotin 530.000 mg/kg dan tanin 10,15% mg/kg dengan tingkat produktivitas tinggi dibanding kultivar lokal. Walaupun demikian, pertumbuhan tanaman Lamtoro kurang baik pada pH dibawah (Prihantoro dkk., 2019).

Lamtoro adalah salah satu tanaman yang cepat tumbuh dan multiguna. Tanaman Adapun kegunaan Lamtoro yaitu daun mudanya sebagai sayur, serta juga digunakan sebagai pakan ternak. Adapun beberapa penelitian pemanfaatan Lamtoro yaitu penelitian (Aulia dkk., 2021) yang menjadikan daun Lamtoro sebagai pupuk dalam penelitian itu ekstrak daun Lamtoro ditambahkan kedalam pupuk dan didapatkan hasil berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan tanaman. Lamtoro juga terkenal karena tingginya potensi biomassa dan nilai gizinya. Produksi bahan keringnya dapat mencapai 30 ton bahan kering/ha/tahun, tergantung pada kesuburan tanah dan curah hujan (Rusdy., 2020). Lamtoro umumnya dimanfaatkan sebagai kayu bakar karena kayunya terbakar dengan lambat serta menghasilkan sedikit asap dan debu. Nilai kalor Lamtoro yang didapatkan 4.197 k.kal/kg dan kadar abu yaitu 5,78% (Cahyono dkk., 2008). Pada penelitian Prasetyo, dkk (2021) didapatkan nilai kalor pada arang Lamtoro yaitu 6694 kkal/kg dan energi sebesar 177.056 kkal, dengan energi arang yang dihasilkan yaitu 38,70% dan pada penelitian Ilham, dkk (2022) didapatkan nilai kalor biobriket Lamtoro yaitu 105,40 kal/gram.