

**Pengaruh Ukuran Partikel Bahan Baku terhadap Kualitas Pelet
Ranting Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) dari Limbah
Pakan Ternak Kambing
(Effect of the Raw Materials Particle Size on the Quality of Kaliandra
(*Calliandra calothyrsus*) Twig Pellets from Goat Fodder Waste)**

Ahmad Harun Hidyatullah¹, J.P. Gentur Sutapa^{2*}, Tomy Listyanto²

¹Mahasiswa Pasca Sarjana Ilmu Kehutanan, Yogyakarta

²Departemen Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada,
Jogjakarta, 55281

*Korespondensi: jpgentursutapa@ugm.ac.id

Abstract

Feeding goats with calliandra leaves resulted in calliandra twigs waste that had not been used optimally. This study aims to determine the utilization of calliandra twig waste as raw material for pellets as renewable energy. This study was designed to assess the effect of various particle sizes of raw materials on the quality of calliandra twig waste pellets. The particle sizes of the materials used are 20-40 mesh, 40-60 mesh, and 60-80 mesh. The process of producing pellets uses a compression pressure of 70kg/cm². The quality of the pellets observed were as follows: specific gravity and proximate properties (moisture content, ash content, volatile matter, and bound carbon) and calorific value. The results showed that the best calliandra twig waste pellets were produced from a 60-80 mesh particle size with a compression pressure of 70 kg/cm². The producing pellets have quality specifications: specific gravity of 1.086; water content of 10.12%; volatile matter content of 82.50%; ash content of 1.21%; bonded carbon of 16.25%; and calorific value of 4617.20 cal/g. The results of this study indicate that the calliandra twig waste pellets have met the pellet quality standards according to SNI 8021-2014 and DIN 51731. This study concludes that the development of calliandra twig waste on goat farms can be used as raw material for pellets as a quality renewable energy source.

Keywords: Calliandra, calorific value, particle size, pellet

Abstrak

Pemberian pakan kambing dengan daun kaliandra menyisakan limbah ranting kaliandra yang belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan limbah ranting kaliandra sebagai bahan baku pelet untuk energi terbarukan. Penelitian dirancang untuk mengetahui pengaruh berbagai ukuran partikel bahan baku pada kualitas pelet limbah ranting kaliandra (*Calliandra calothyrsus*). Ukuran partikel bahan yang digunakan adalah 20-40 *mesh*, 40-60 *mesh*, dan 60-80 *mesh*. Proses pembuatan pelet menggunakan tekanan kempa 70 kg/cm². Kualitas pelet yang diamati adalah sebagai berikut: berat jenis dan sifat proksimat (kadar air, kadar abu, zat mudah menguap, dan karbon terikat) serta nilai kalor. Hasil penelitian menunjukkan pelet limbah ranting kaliandra terbaik dihasilkan dari ukuran partikel 60-80 *mesh* dengan pemberian tekanan kempa 70 kg/cm². Pelet yang dihasilkan mempunyai spesifikasi kualitas sebagai berikut nilai berat jenis 1,086; kadar air 10,12%; kadar zat mudah menguap 82,50%; kadar abu 1,21%; karbon terikat 16,25%; dan nilai kalor 4617,20 kal/g. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pelet limbah ranting kaliandra telah memenuhi standar kualitas pelet menurut SNI 8021-2014 dan DIN 51731. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengembangan limbah ranting kaliandra pada peternakan kambing bisa digunakan sebagai bahan baku pelet sebagai sumber energi terbarukan yang berkualitas.

Kata kunci: Kaliandra, nilai kalor, ukuran partikel, pelet

Pendahuluan

Tanaman kaliandra merupakan salah satu pakan ternak kambing, hewan ternak memakan daun dan ranting kecil (bagian yang bisa dimakan), sehingga sebagian yang dapat dimakan mencapai 50-60% dari biomassa total (Stewart dkk., 2001). Bagian yang tidak bisa dimakan kambing berupa ranting-ranting kayu kaliandra yang belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan limbah ranting kayu kaliandra sebagai bahan baku pelet untuk energi terbarukan. Asal mula tanaman kaliandra dari Meksiko, Amerika Tengah, masuk ke Indonesia pada tahun 1936 lewat pulau Jawa (Stewart dkk., 2001). Tanaman kaliandra yang masuk ke pulau Jawa berasal dari Guatemala selatan yaitu spesies *Caliandra calothyrsus* berbunga merah dan *Caliandra tetragona* berbunga putih, *Caliandra calothyrsus* memiliki ketinggian tanaman sampai 12 m dengan diameter batang mencapai 20 cm (Stewart dkk., 2001). Pelet kayu memiliki beberapa keuntungan antara lain (1) pembakarannya lebih ekonomis dibandingkan batu bara (Qian., 2013), (2) kandungan energi lebih tinggi dibanding chip kayu, dan tidak memerlukan banyak ruang untuk penyimpanan (Li dan Liu, 2000).

Bahan baku pembuatan pelet yang ditumbuk halus menghasilkan pelet yang lebih padat dan lebih awet. Ukuran partikel yang lebih halus memberikan luas permukaan yang lebih besar, sehingga penyerapan panas pada pemadatan akan lebih baik untuk mengaktifkan sifat pengikat komponen kimia dalam biomasa (Carone dkk., 2011). Mani dkk. (2006) melaporkan bahwa semakin kecil ukuran partikel dan semakin tinggi tekanan kempa, maka kerapatan pelet kayu yang dihasilkan lebih tinggi. Berdasarkan pertimbangan-

pertimbangan penelitian terdahulu, maka penelitian ini menggunakan faktor ukuran partikel yang terdiri dari: (1) lolos 20 tertahan 40 *mesh* (0,42 mm); (2) lolos 40 tertahan 60 *mesh* (0,25 mm), dan (3) lolos 60 tertahan 80 *mesh* (0,18 mm) dan tekan kempa 70 kg/cm². Penelitian ini dirancang untuk mengetahui pengaruh berbagai ukuran partikel bahan baku pada kualitas pelet dari limbah ranting kaliandra (*Calliandra calothyrsus*).

Bahan dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan baku ranting kayu kaliandra dari sisa pakan ternak kambing etawa milik anggota Kelompok Tani Pangestu di Kalurahan Girikerto, Kapanewon Turi, Kabupaten Sleman. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan percobaan faktorial satu faktor dengan 5 kali ulangan. Selanjutnya, dilakukan Uji lanjut Tukey HSD yang digunakan untuk melihat seberapa jauh perbedaan dari nilai rata-rata data pada hasil analisis yang berbeda nyata. Kegiatan penelitian dilakukan pada bulan Januari 2022- April 2022. Bahan baku limbah ranting kayu kaliandra selanjutnya dibuat serpihan, kemudian dikering anginkan selama 7 hari. Setelah kering udara, serpihan dibuat menjadi serbuk menggunakan *grinder* mesin. Sampel serbuk ranting kaliandra disaring dengan ukuran (1) 20 *mesh* tertahan 40 *mesh*, (2) lolos 40 *mesh* tertahan 60 *mesh*, dan (3) lolos 60 *mesh* tertahan 80 *mesh*. Bahan baku serbuk kemudian dilakukan pengempaan dengan tekanan kempa 70 kg/cm², menggunakan alat *Single-pelletizer* dengan tenaga hidrolik. Lubang cetakan (*die*) berdiameter Ø 8 mm, dan tinggi 55 mm. Bagian *close-end* setinggi 10 mm, dan pendorong cetakan dengan panjang 100 mm. Hasil pencetakan pelet kayu yang diperoleh kemudian dimasukkan kedalam

plastik *ziplock* untuk selanjutnya dilakukan pengujian kualitas pelet kayu yaitu:

1. Pengujian sifat fisik

a. Kekuatan tekan

Pengujian kekuatan tekan mengikuti standar ASTM D4179-11 (*American Society for Testing and Materials*, 2011). Sampel pelet diletakkan diantara dua permukaan datar pada alat *Unit Testing Machine* (UTM), kemudian diberikan beban tekanan, dan gaya untuk menguji kekuatan pelet.

b. Berat jenis

Pengujian berat jenis mengikuti metode *British Standards* 373-1957 (*British Standard House*, 1957).

2. Pengujian Proksimat

Pengujian proksimat pelet terdiri dari kadar air pelet diukur dengan mengikuti standar ASTM D1762-84 (2013), kadar zat mudah menguap

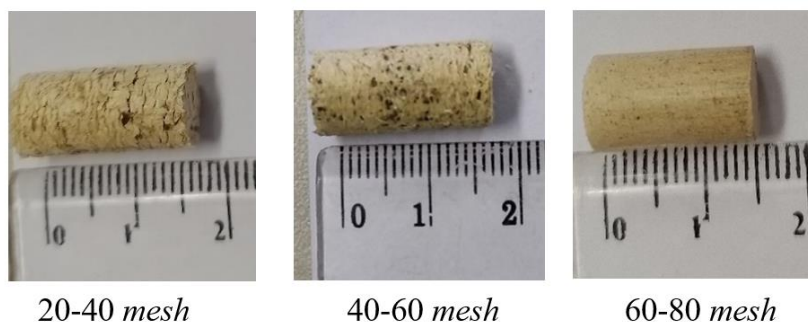
pelet mengikuti standar ASTM D1762-84 (2006), kadar abu pelet mengikuti standar ASTM D 1762-84 (2006) dan kadar karbon terikat pelet mengikuti standar ASTM D3172 (2013).

3. Pengujian Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor dilakukan mengikuti standar ASTM D5865 (2010) menggunakan alat Oksigen bom kalorimeter merk *IKA* seri C200.

Hasil dan Pembahasan

Pembuatan pelet kayu dari limbah ranting kaliandra dilakukan dengan menggunakan ukuran partikel bahan baku 20 mesh tertahan 40 mesh, (2) lolos 40 mesh tertahan 60 mesh, dan (3) lolos 60 mesh tertahan 80 mesh dan tekanan kempa 70kg/cm² dengan 5 kali ulangan. Hasil sampel pelet disajikan pada Gambar 1 dan hasil pengujian kualitas pelet disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1 Pelet kayu limbah ranting kaliandra

Tabel 1 Hasil rata-rata pengujian kualitas pelet kayu limbah ranting kaliandra dari 5 ulangan

Sampel	Sifat Kimia				Sifat Fisika		
	KA (%)	Kadar zat Mudah Menguap (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Karbon Terikat (%)	Nilai Kalor (kal/g)	Berat Jenis	Kekuatan Tekan (N/mm ²)
20-40 mesh	10,03	83,08	0,64	15,66	4522,20	1,06	317,29
40-60 mesh	9,16	84,44	0,74	14,22	4549,60	1,08	351,88
60-80 mesh	10,12	82,50	1,21	16,29	4617,20	1,09	525,47

Tabel 2 Analisis keragaman beberapa parameter kualitas pelet dari limbah ranting kayu kaliandra

Parameter	Uji Anova
Kadar Air (%)	**
Kadar Abu (%)	**
Kadar Zat Mudah Menguap (%)	*
Kadar Karbon Terikat (%)	Ns
Kekuatan Tekan (N/mm ²)	**
Berat Jenis	Ns
Nilai Kalor (kal/g)	**

Keterangan: ** : Berpengaruh nyata pada taraf 1%
 * : Berpengaruh nyata pada taraf 5%
 Ns : Tidak berpengaruh nyata

Selanjutnya dari analisis lebih lanjut diperoleh perbedaan sangat nyata untuk beberapa parameter kualitas pelet kayu dari limbah ranting kayu kaliandra ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata taraf uji 1% pada faktor perlakuan ukuran partikel, bahan terhadap parameter kualitas kekuatan tekan (N/mm²), kadar air (%), kadar abu (%), nilai kalor pelet, dan berpengaruh nyata pada taraf uji 5% terhadap parameter kadar zat mudah terbang (%) yang kemudian diuji lanjut dengan uji Tukey HSD.

Kekuatan Tekan

Data pada Tabel 1 nilai kekuatan tekan radial pelet kayu dari limbah ranting kaliandra berkisar antara 317,29 - 525,47 N/mm². Kekuatan tekan radial pelet kayu kaliandra tertinggi dihasilkan dari pelet dengan ukuran partikel bahan baku 60-80 *mesh*. Hasil penelitian menunjukkan semakin kecil ukuran partikel bahan baku kekuatan tekan pelet dari limbah ranting kayu kaliandra meningkat. Gambar 2 menunjukkan peningkatan kekuatan tekan sebesar 65,61% terjadi pada pelet kayu dari limbah ranting kayu kaliandra dengan ukuran partikel bahan baku 20-40 *mesh* ke 60-80 *mesh*. Ukuran partikel

bahan baku memainkan peran utama dalam kualitas pelet kayu dari limbah ranting kayu kaliandra terutama pada kekuatan mekanik. Hal ini sesuai dengan penelitian Nguyen dkk, (2015) bahwa pelet yang menggunakan ukuran partikel bahan baku yang lebih kecil akan memberikan kekuatan yang jauh lebih besar. Ukuran partikel yang besar dapat mengakibatkan celah dan retakan ketika proses produksi pelet sehingga mengurangi kekuatan pelet kayu (Kaliyan dan Morey, 2008). Selama proses pemadatan, lapisan pertama partikel bahan baku berinteraksi dengan lapisan kedua partikel bahan baku dengan mendorong satu sama lain dan mengisi ruang kosong antar partikel kemudian lapisan partikel lainnya terus bergerak dan menumpuk sehingga partikel saling berikatan satu sama lain (Harun dan Afzal, 2016).

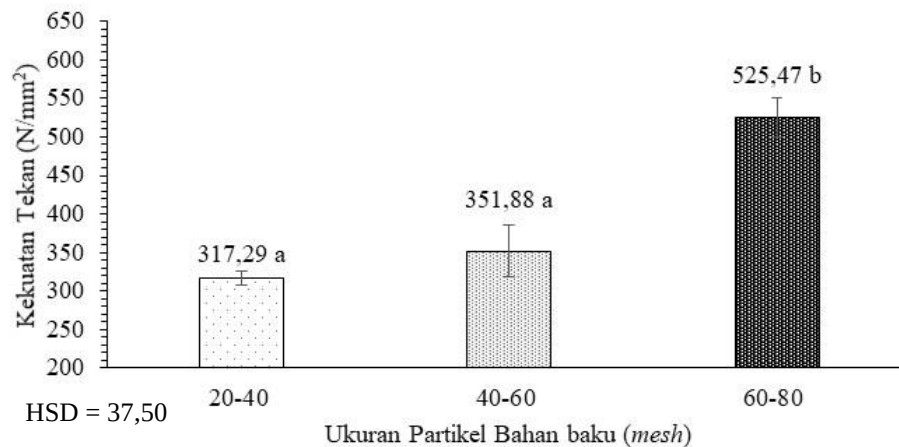
Proksimat

a. Kadar Air

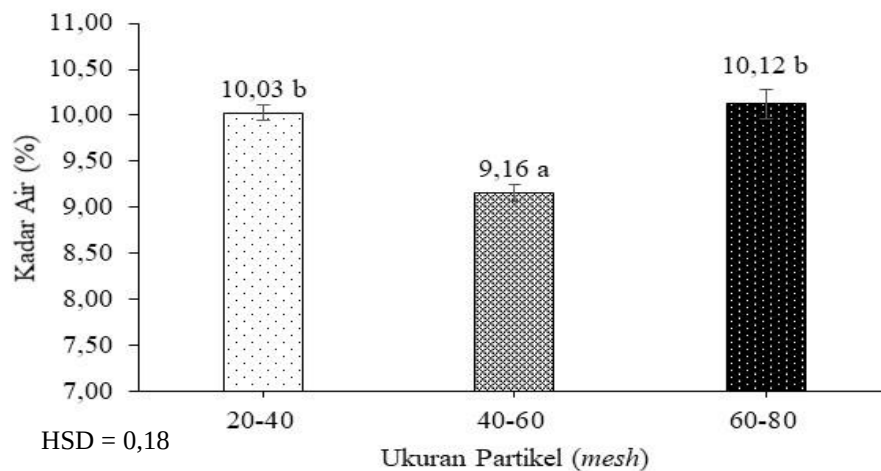
Pada Tabel 1 nilai kadar air pelet dari limbah ranting kaliandra berkisar antara 9,16 - 10,12%. Hal ini diduga karena semakin kecil ukuran partikel bahan baku yang digunakan, maka kadar air pelet dari limbah ranting kaliandra yang dihasilkan semakin

meningkat sehingga kadar air tertinggi terdapat pada ukuran partikel bahan baku yang paling kecil. Gambar 3 menunjukkan peningkatan kadar air pelet kayu dari limbah ranting kaliandra secara signifikan sebesar 10,48% terjadi dari ukuran partikel bahan baku 40-60 *mesh* mm ke 40-80 *mesh*. Hal ini disebabkan ukuran partikel bahan baku yang semakin

halus memberikan luas permukaan yang lebih besar, sehingga penyerapan kelembaban akan semakin mudah jika dibandingkan dengan ukuran partikel bahan baku lebih besar (Carone dkk., 2011). Nilai kadar air pelet dari limbah ranting kaliandra terbaik pada ukuran partikel 80-60 *mesh* sebesar 10,12% memenuhi standar SNI (<12%) dan DIN 51731(<12%).



Gambar 2 Diagram Rata-Rata Kekuatan Tekan Radial (N/mm²) Pelet Kayu dari Limbah Ranting Kaliandra

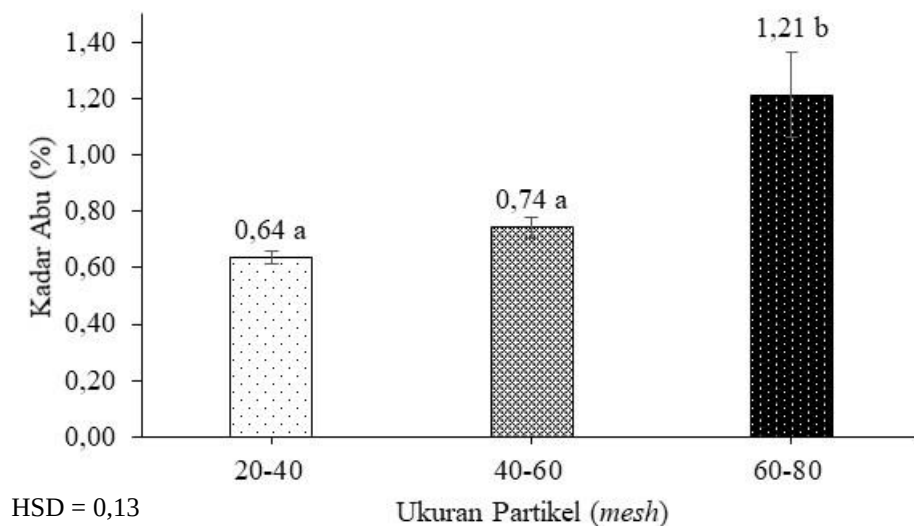


Gambar 3 Diagram Rata-Rata Kadar Air (%) Pelet Kayu dari Limbah Ranting Kaliandra

b. Kadar Abu

Hasil penelitian kadar abu pelet dari limbah ranting kaliandra berkisar antara 0,64-1,21%. Nilai kadar abu pelet dari limbah ranting kaliandra dengan ukuran bahan baku 20-40 *mesh* dan 40-60 *mesh* lebih rendah sedangkan pada ukuran bahan baku 60-80 *mesh* lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar abu pelet kaliandra yang dilakukan oleh Rahayu

dkk. (2020) sebesar 0,9%. Tinggi dan rendahnya kadar abu dipengaruhi oleh kandungan mineral bahan baku seperti N, P, K, Ca, Mg, dan S (Sari 2009). Sehingga semakin banyak mineral yang terkandung maka banyaknya abu yang dihasilkan semakin lebih besar. Jika dibandingkan dengan standar, maka nilai kadar abu dalam penelitian ini telah memenuhi standar SNI ($\leq 1,5\%$), dan DIN 51731($<1,5\%$).



Gambar 4 Diagram Rata-Rata Kadar Abu (%) Pelet Kayu dari Limbah Ranting Kaliandra

c. Kadar Zat Mudah Menguap

Hasil penelitian kadar zat mudah menguap pelet kayu dari limbah ranting kaliandra berkisar antara 82,50-83,08%. Berdasarkan hasil uji Tukey kadar zat mudah menguap pelet dari limbah ranting kaliandra pada ukuran partikel bahan baku 40-60 *mesh* dan 60-80 *mesh* mengalami penurunan yang nyata (Gambar 5). Hal ini berarti bahwa faktor ukuran partikel dalam penelitian ini memiliki pengaruh pada karakteristik kadar zat mudah menguap pelet. Nilai kadar zat mudah menguap pelet dari limbah ranting kaliandra belum memenuhi

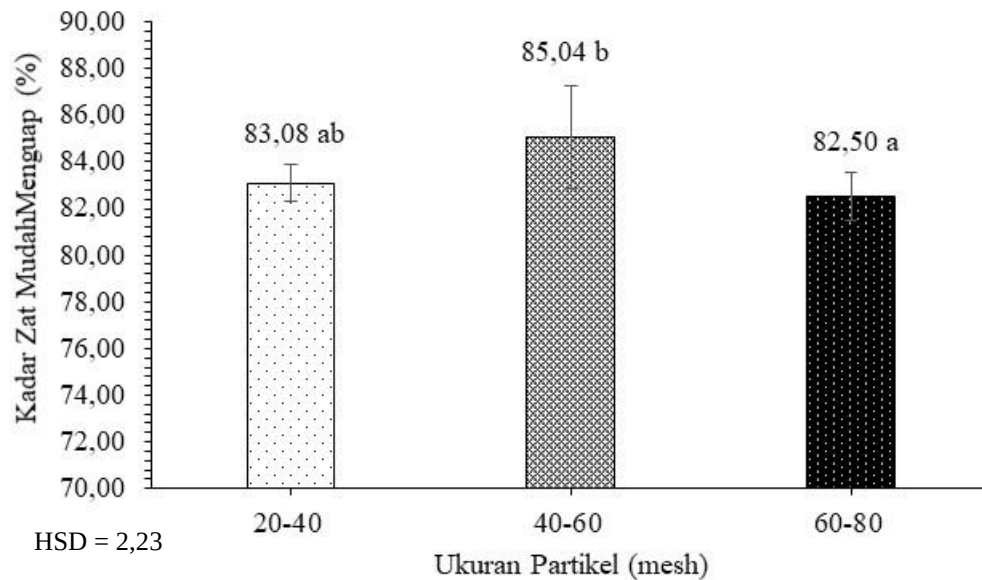
standar SNI ($\leq 80\%$). Kandungan zat mudah menguap pelet kayu yang tinggi berkisar antara 70% - 86% dari berat kering, maka memiliki keuntungan bersifat lebih reaktif ketika dibakar jika dibandingkan dengan batu bara yang kadar zat mudah menguapnya hanya sebesar 35% (Loo dan Koppejan, 2008).

Nilai Kalor

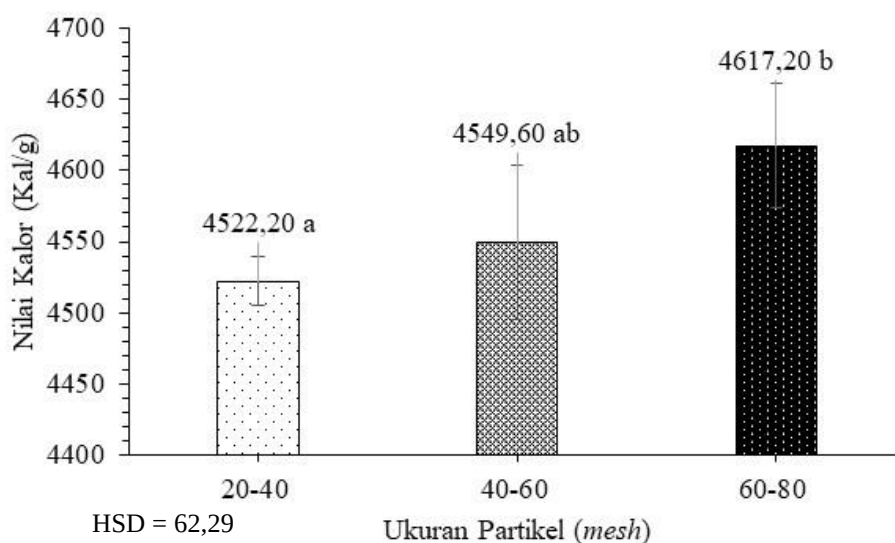
Data pada Tabel 1 nilai kalor pelet dari limbah ranting kaliandra berkisar antara 4522,20-4617,20 kal/g. Gambar 6 menunjukkan nilai kalor tertinggi dihasilkan pada pelet dari limbah ranting kayu kaliandra dengan ukuran partikel

bahan baku 60-80 mesh. Nilai kalor terbaik sebesar 4617,20 kal/g pada pelet dari limbah ranting kayu kaliandra nilainya lebih besar dibandingkan dengan nilai kalor pelet kaliandra Rahayu dkk. (2020), sebesar 4387,00 kal/g. Jika dibandingkan dengan standar SNI ($\geq$

4000 kal/g), ISO 18125 ($\geq 3940,96$ kal/g), IWPB ($\geq 3940,96$ kal/g), dan DIN 51731 (3705-4661kal/g), maka semua kombinasi pelet kayu dari limbah ranting kaliandra telah memenuhi standar tersebut.



Gambar 5 Diagram Rata-Rata Kadar Zat Mudah Menguap (%) Pelet Kayu dari Limbah Ranting Kaliandra.



Gambar 6 Diagram Nilai Kalor (kal/g) Pelet Kayu dari Limbah Ranting Kaliandra

Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan limbah ranting kaliandra pada peternakan kambing bisa digunakan sebagai bahan baku pelet sebagai sumber energi terbarukan yang berkualitas dengan nilai kalor sebesar 4617,20 kal/g yang telah memenuhi SNI 8675:2018I dan DIN 51731.

Daftar Pustaka

- American Society for Testing and Materials. 2000. ASTM D2015-00: Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke by the Adiabatic Bomb Calorimeter. USA: American Society for Testing and Materials.
- American Society for Testing and Materials. 2006b. ASTM D1762-84: Analysis of Wood Charcoal. USA: American Society for Testing and Materials.
- American Society for Testing and Materials. 2013. ASTM D3172-13: Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke. USA: American Society for Testing and Materials.
- Badan Standarisasi Nasional. 2018. SNI 8675:2018, Pelet Kayu. Badan Standarisasi Nasional
- British Standard House. 1957. *British Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber No. 373*. London: British Standard House.
- Carone, M. T., Pantaleo, A., dan Pellerano, A. 2011. Influence of Process Parameters and Biomass Characteristics on The Durability of Pellets from The Pruning Residues of *Olea europaea* L. Biomass and Bioenergy (35): 402–410.
- International standard. 2014. ISO 17225-2, Solid biofuels Fuel Specifications and Classes Part 2: Graded wood pellets. ISO
- IWPB. 2012. Proposal for sustainability principles for woody biomass sourcing And trading. Initiative Wood Pellets Buyers (IWPB) Working Group on Sustainability, Linkebeek
- Li Y, Liu H. 2000. High-pressure densification of wood residues to form an upgraded fuel. Biomass and Bioenergy; (19): 177–186.
- Loo, V. S., dan Koppejan, J. 2008. The Handbook of Biomass Combustion and Cofiring. Earth- Scan/James & James, Oxford.
- Nguyen, Q. N., Cloutier, A., Achim, A., & Stevanovic, T. 2015. Effect of process parameters and raw material characteristics on physical and mechanical properties of wood pellets made from sugar maple particles. Biomass and Bioenergy, 80, 338–349.
- Qian Y. 2013. The wood pellet value chain: An economic analysis of the wood pellet supply chain from the Southeast United States to European Consumers. U.S. endowment for forestry and communities. http://www.usendowment.org/images/The_Wood_Pellet_Value_Chain_Revised_Final.pdf (diakses Febuari 2020)
- Rahayu, S., Hilyana, S., Suryani, E., Sari, N. H., & Ali, M. (2020, June). Analysis of Wood Pellet Quality from Calliandra Callothyrsus, Gliricida Sepium, and Sawdust as New and Renewable Energy. In Proceedings International Conference on Science and Technology (ICST) (Vol. 1).

Sari NK. 2009. Pembuatan bioetanol dari rumput gajah dengan destilasi batch. Jurnal Teknik Kimia Indonesia (3): 94-103.

Stewart, J., Mulawarman, J. M. Roshetko, dan M. H. Powell. 2001. Produksi dan Pemanfaatan Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*). Winrock International and International Centre for Research in Agroforestry.