

PENGARUH VARIABEL PROSES DAN PENAMBAHAN CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPELET SERBUK GERGAJI

Duke Brayen R^{a*}, Rika Yolanda Putri Windiarti^{b*}, Erlinawati, Ahmad Zikri
Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jln. Srijaya Negara Bukit Besar, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30139
Corresponding author: ^{a}Duke.bray02@gmail.com; ^{b*}rikayolandapw@gmail.com

Abstrak

Produksi minyak dan gas dalam negeri tidak mampu mengimbangi peningkatan kebutuhan bahan bakar di masa mendatang, yang mengakibatkan rasio impor diperkirakan akan terus meningkat (BPPT Outlook Energi, 2018). Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi ketergantungan konsumsi bahan bakar minyak dan gas tersebut adalah menggunakan energi biomassa. Salah satu sumber energi biomassa tersebut adalah serbuk gergaji. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variabel proses berupa diameter biopellet dan kecepatan putaran flat die, serta penambahan cangkang kelapa sawit terhadap karakteristik pada biopellet yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran diameter biopellet terbaik yaitu pada ukuran 10 mm dengan kadar air 1,87%, kadar abu 1,53%, kadar zat terbang 72,33%, kadar karbon tetap 24,27% dan nilai kalor 5100,8953 kkal/kg. Selain itu, penambahan cangkang kelapa sawit dan peningkatan kecepatan putaran pada flat die mampu meningkatkan karakteristik biopellet yang dihasilkan. Biopellet pada penelitian ini memiliki kadar air 1,25 - 1,86%, kadar zat terbang 70,72 - 72,17%, kadar abu 1,33 - 1,65%, kadar karbon 24,55 - 26,05%, densitas 0,2999 - 0,7189%, serta nilai kalor 4234,3180 - 6017,5032 kkal/kg. Hasil biopellet terbaik berada pada komposisi 50% serbuk gergaji : 50% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran 700 rpm yang menghasilkan kadar air sebesar 1,74%, kadar zat terbang 71,62%, kadar abu 1,38%, kadar karbon 25,26%, dan nilai kalor 5281,2970 kkal/kg.

Kata Kunci : biopellet, energi terbarukan, serbuk gergaji, cangkang kelapa sawit.

Abstract

Oil and gas production in Indonesia has not been able to keep up with future fuel needs, resulting in a further increase in import output (BPPT outlook, 2018). One that can be used to reduce fuel and gas consumption is to use biomass energy. One of the sources of biomass energy is sawdust. The aim of the study is to know the variable process effects consist of biopellet diameter and speed of the flat die in pellet mill, as well as the addition of palm shells to the characteristics of the resulted biopellet. Studies have shown that the best diameter of biopellet is 10 mm which has moisture 1,87%, ashes 1,53%, volatils matter 72,33%, carbon 24,27%, and calorific value 5100,8953 kkal/kg. Furthermore, the increased size of the palm shell and the increased speed of flat die can enhance the biopellet characteristics it produces. Biopellet on this study has moisture 1.25-1.86 %, volatils matter 70.72-72.17%, ashes of 1.33-1.65%, carbon 24.55-26.05%, and calorific value 4234,3180- 6017.5032 kkal/kg. The best biopellet results are at 50% of the sawdust: 50% of the palm shell at 700 RPM that has moisture of 1.74%, volatils matter 71.62%.

Keywords: biopellet, renewable energy, sawdust, palm shells.

PENDAHULUAN

Berkurangnya potensi energi fosil terutama minyak dan gas bumi, mendorong pemerintah untuk menjadikan energi baru terbarukan (EBT) sebagai prioritas utama untuk menjaga ketahanan dan kemandirian energi, mengingat potensi energi baru terbarukan sangat besar untuk dapat menjadi andalan dalam penyediaan energi nasional di masa mendatang (Outlook Energi, 2016). Posisi ketahanan energi Indonesia berada di peringkat rendah, hal ini dilihat dari peringkat Indonesia dalam Dewan Energi Dunia (World Energy Council) yaitu berada di peringkat ke- 73 pada Tahun 2013, peringkat ke- 69 pada Tahun 2014, dan peringkat ke- 65 pada Tahun 2015. Padahal di tahun 2010, Indonesia pernah mencapai peringkat ke- 29 dari 129 negara (WEC, 2019).

Indikator dari lemahnya ketahanan energi tersebut adalah dari mudah terjadinya kelangkaan pasokan bahan bakar minyak dan gas di masyarakat. Produksi minyak dan gas dalam negeri tidak mampu mengimbangi peningkatan kebutuhan bahan bakar di masa mendatang, yang mengakibatkan

rasio impor diperkirakan akan terus meningkat (BPPT Outlook Energi, 2018). Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi ketergantungan konsumsi bahan bakar minyak dan gas tersebut adalah menggunakan energi biomassa.

Salah satu sumber energi biomassa tersebut adalah kayu. Kayu merupakan sumber energi biomassa yang jumlahnya paling banyak. Produk sampingan pembuatan kayu, furnitur, dan hasil hutan lainnya berupa serbuk gergajian, serutan, dan serpihan kayu merupakan bahan yang sangat berpotensi apabila dimanfaatkan dalam pembuatan biopelet (Wistara, dkk., 2020). Secara nasional potensi limbah kayu yang potensial sebagai bahan baku pelet kayu dari pemanenan hutan alam sebesar 1,5 juta m³/tahun dan dari hutan tanaman sebesar 38,4 juta m³/tahun (Astana, dkk., 2015). Sumatera Selatan merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki hutan produksi yang cukup luas, yaitu 2.088.794 Ha (\pm 70 persen total luas kawasan hutan). Pada tahun 2016, produksi kayu hutan di Sumatera Selatan mengalami kenaikan sebesar 23,71% dari tahun sebelumnya dengan total produksi sebesar 6.128.156 m³ (BPS, 2017). Menurut Purwanto (2009), industri penggergajian kayu menghasilkan limbah pengolahan rata-rata pertahun sebesar 40,48% volume, dengan rincian sebetan 22,32%, potongan kayu 9,39% dan serbuk gergaji 8,77%.

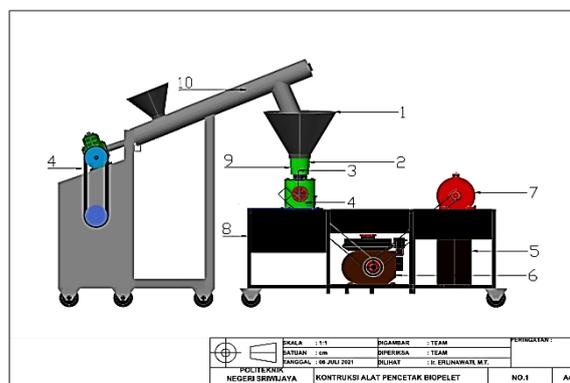
Beberapa penelitian mengenai biopelet dari serbuk gergaji telah banyak dilakukan. Hasil penelitian Gifani, dkk (2015) menyatakan bahwa biopelet dengan 70% serbuk gergaji memiliki nilai kalor sebesar 3687 kkal/kg. Penelitian lain yang dilakukan oleh Wistara, dkk (2020) menyatakan bahwa biopelet yang terbuat dari serbuk kayu memiliki densitas sebesar 0,64 g/cm³. Menurut ketentuan SNI 8021:2014, bahan bakar berupa pelet kayu harus memiliki nilai kalor \geq 4000 kkal/kg dan densitas \geq 0,8 g/cm³. Berdasarkan hal tersebut, diketahui bahwa penggunaan serbuk gergaji sebagai bahan bakar berupa biopelet masih belum memenuhi ketentuan standar SNI 8021:2014 tentang kualitas pelet kayu, sehingga diperlukan penelitian lanjutan agar didapatkan biopelet serbuk gergaji dengan karakteristik yang sesuai dengan standar.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki karakteristik pada biopelet adalah dengan cara menambahkan bahan baku lain yang memiliki karakteristik yang lebih baik (Hasna, dkk., 2019). Cangkang kelapa sawit merupakan limbah hasil pengolahan kelapa sawit yang ketersediannya melimpah dan berpotensi untuk menjadi bahan baku biopelet. Valdes, dkk (2016) menyatakan bahwa cangkang sawit memiliki kandungan nilai kalor sebesar 4586 kkal/kg. Nilai kalor yang dihasilkan dari cangkang kelapa sawit ini cukup tinggi sehingga memungkinkan untuk dijadikan bahan baku biopelet bersama dengan serbuk gergaji.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variabel proses berupa diameter biopelet dan kecepatan putaran *flat die*, serta penambahan cangkang kelapa sawit terhadap karakteristik pada biopelet yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat pencetak biopelet, *disc mill* dan *screw conveyor*. Alat ini dilengkapi dengan sensor suhu, mesin diesel, dinamo dan *gearbox* yang digunakan untuk memutar *screw conveyor* dalam proses menghantar bahan baku ke mesin pencetak biopelet.



Gambar 1. *Prototype* Pencetak Biopelet

Waktu dan Tempat Penelitian

Proses modifikasi beserta penelitian dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Berikut ini uraian waktu dan tempat percobaan :

1. Proses modifikasi *prototype* pencetak biopelet
 Waktu : 9 April-31 Mei 2021
 Tempat : Laboratorium Program Studi
 Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Pengujian *prototype* dan pembuatan biopelet
 Waktu : 22 Juni- 02 Juli 2021
 Tempat : Laboratorium Program Studi
 Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Analisa biopelet hasil percobaan
 Waktu : 05 Juli 2021
 Tempat : Laboratorium Program Studi
 Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Bahan dan Alat yang DiGunakan

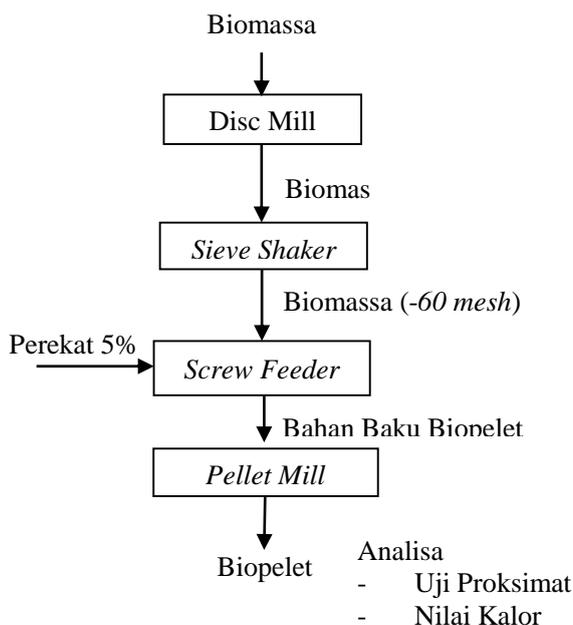
Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Alat pencetak biopelet
2. *Dryer*
3. *Disc mill*
4. *Sieving Shaker*
5. Wadah penampung
6. Neraca analitik
7. Kompor biopelet

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Serbuk gergaji
2. Cangkang kelapa sawit
3. Perekat tapioka

Prosedur Penelitian



Gambar 2. Diagram Penelitian

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu diameter biopelet (4 mm, 8 mm, dan 10 mm) kecepatan putaran *flat die* (500 rpm, 600 rpm, dan 700 rpm), serta perbandingan komposisi bahan baku berupa serbuk gergaji dan cangkang kelapa sawit. Variabel terikat yang ditinjau pada penelitian ini adalah kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, kadar karbon, serta nilai kalor.

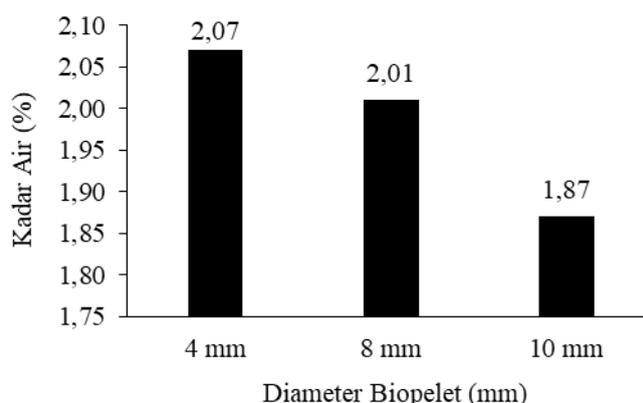


Gambar 3. Proses Pencetakan Biopelet

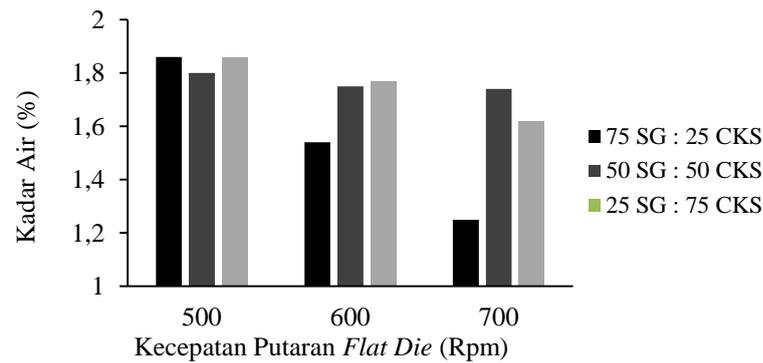
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kadar air pada biopelet akan mempengaruhi kualitas kalor pada biopelet (Onu *et al* 2010). Kadar air yang tinggi pada biopelet mengakibatkan nilai kalor biopelet yang rendah dan pembakaran yang kurang efisien (Hansen, dkk., 2009). Kadar air pada biopelet hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Pengaruh ukuran diameter menghasilkan kadar air dengan nilai yang berkisar antara 1,87 – 2,07%. Kadar air terendah terdapat pada serbuk gergaji dengan ukuran 10 mm sebesar 1,87 % dan tertinggi pada serbuk gergaji dengan ukuran 4 mm sebesar 2,07%. Kadar air yang dihasilkan telah memenuhi standar kualitas pelet berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) dan SNI 8021-2014.



Gambar 4. Pengaruh Diameter Biopelet terhadap Kadar Air Biopelet



Gambar 5. Pengaruh Komposisi Dan Kecepatan Putaran *Flat Die* terhadap Kadar Air Biopelet

Pengaruh komposisi dan kecepatan menghasilkan kadar air yang berkisar antara 1,25 – 1,86%. Kadar air terendah terdapat pada biopelet dengan campuran 75% serbuk gergaji dan 25% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran *flat die* sebesar 700 rpm. Sementara kadar air tertinggi terdapat pada biopelet dengan campuran 25% serbuk gergaji dan 75% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran *flat die* sebesar 500 rpm. Data pada Gambar 5 menunjukkan bahwa biopelet yang dihasilkan pada penelitian ini secara keseluruhan telah memenuhi SNI 8021:2014 tentang kualitas pelet kayu yaitu $\leq 12\%$.

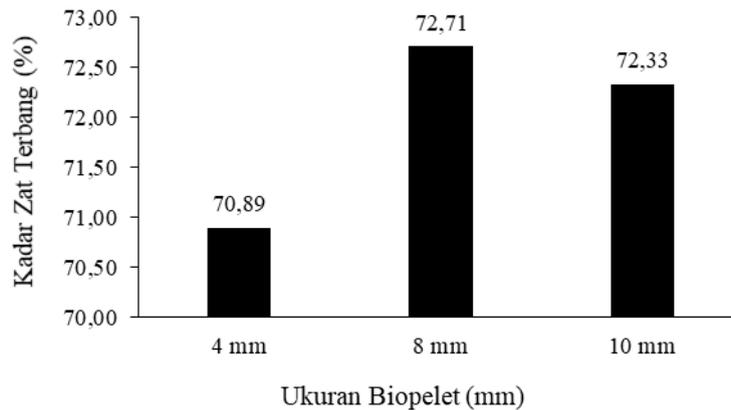
Kadar air yang tinggi pada biopelet menimbulkan pengaruh negatif terhadap nilai kalor dan temperatur api ada saat pembakaran. Kadar air yang tinggi menyebabkan rendahnya nilai kalor pembakaran dan temperatur api pada saat pembakaran. Hal ini disebabkan karena terjadinya penguapan endotermik karena total energi yang dibutuhkan untuk membawa hingga mencapai temperatur pembakaran. Selama pembakaran, kadar air dalam biopelet akan menyerap panas atau kalor untuk proses penguapan sehingga akan mengurangi nilai kalor dari biopelet secara signifikan. Hal ini akan menyebabkan terjadinya kehilangan kalor atau panas untuk mendorong reaksi pembakaran sehingga suhu pembakaran menjadi lebih rendah. Akibatnya akan terjadi pembakaran tidak sempurna terhadap bahan-bahan yang sifatnya volatil (Sukarta dan Ayuni, 2016). Oleh karena itu, kadar air pada biopelet harus serendah mungkin. Selain itu, kadar air yang tinggi pada biopelet menyebabkan proses pembakaran yang lambat serta menimbulkan asap yang banyak sehingga dapat meningkatkan polusi udara.

Kadar Zat Terbang

Salah satu hal yang perlu diperhatikan pada biopelet adalah kadar zat terbang yang rendah untuk mencegah polusi udara yang rendah yang ditimbulkan dari asap pembakaran (Hendra, 2012). Zat terbang merupakan zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa di dalam suatu bahan selain air (Zuhdi, 2018). Kadar zat terbang akan mempengaruhi kecepatan pembakaran, waktu pembakaran dan asap yang ditimbulkan selama pembakaran. Semakin banyak kadar zat terbang pada bahan bakar maka efisiensi pada pembakaran bahan bakar akan menurun dan semakin banyak pula asap yang ditimbulkan selama pembakaran (Hansen, dkk., 2009).

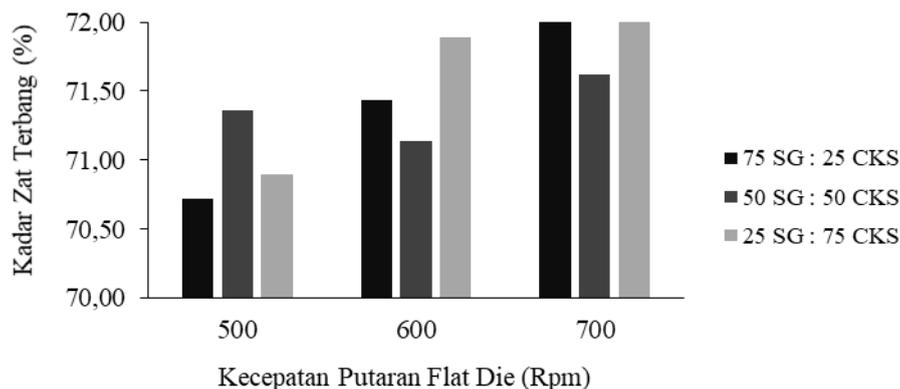
Kadar zat terbang pada biopelet hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Pengaruh ukuran diameter menghasilkan kadar zat terbang dengan nilai yang berkisar antara 70,89% - 72,71%. Kadar zat terbang paling rendah terdapat pada biopelet dengan ukuran diameter 4 mm yaitu sebesar 70,89 % dan yang paling tinggi terdapat pada biopelet dengan ukuran diameter 8 mm yaitu sebesar 72,71%. Nilai kadar zat terbang yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI 8021-2014. Hasil kadar zat terbang pada biopelet dapat dilihat pada Gambar 6.

Pengaruh komposisi dan kecepatan menghasilkan kadar zat terbang yang 70,72 – 72,17%. Kadar zat terbang tertinggi terdapat pada bahan baku dari campuran 25% serbuk gergaji dan 75% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran *flat die* sebesar 700 rpm dengan nilai 72,17%.



Gambar 6. Pengaruh Diameter terhadap Kadar Zat Terbang Biopellet

Sedangkan kadar zat terbang terendah terdapat pada bahan baku dari campuran 75% serbuk gergaji dan 25% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran *flat die* sebesar 500 rpm dengan nilai 70,72%.



Gambar 7. Pengaruh Pengaruh Komposisi Dan Kecepatan Putaran *Flat Die* terhadap Kadar Zat Terbang Biopellet

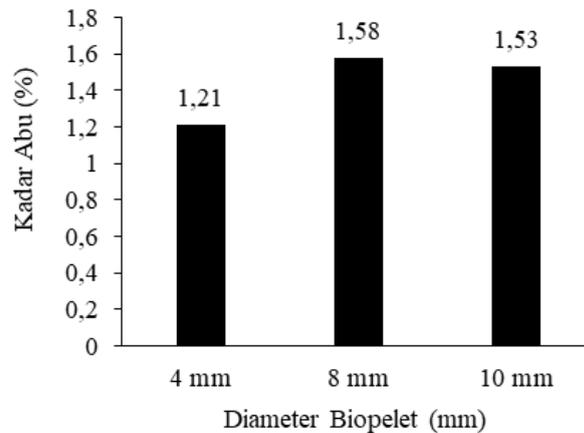
Kadar zat terbang pada biopellet menentukan kemampuan pembakaran dari suatu bahan bakar. Bahan bakar dengan kandungan zat terbang yang tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar nilai kalor yang dimiliki akan dilepaskan sebagai uap pembakaran (Sukarta dan Ayuni, 2016). Biopellet yang memiliki kadar zat terbang yang tinggi akan menimbulkan asap lebih banyak pada saat pembakaran dibandingkan dengan biopellet dengan kadar zat terbang yang rendah, namun juga akan lebih mudah terbakar (Hasna, dkk., 2019). Semakin banyak kadar zat terbang pada bahan bakar, maka efisiensi pada pembakaran bahan bakar akan menurun dan semakin banyak pula asap yang ditimbulkan selama pembakaran.

Kadar Abu

Secara umum kandungan abu biomassa tergolong rendah (Saputro, 2012). Abu yang terkandung dalam biomassa mempunyai titik leleh yang rendah, berakibat meninggalkan kotoran pada permukaan tungku, korosi dan menurunkan konduktifitas termal sehingga menurunkan kualitas pembakaran. Abu yang dihasilkan dari sisa pembakaran tidak bisa terbakar lagi dan membutuhkan penanganan khusus untuk memanfaatkan abu tersebut. Semakin rendah kadar abu maka biopellet yang dihasilkan semakin baik (Prasetyo 2004).

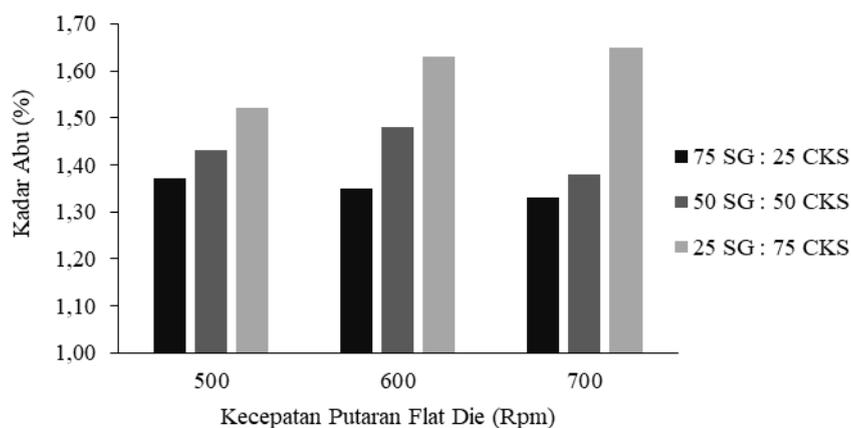
Kadar abu pada biopellet hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9. Pengaruh ukuran diameter menghasilkan kadar abu yang diperoleh berkisar antara 1,21 %-1,58%. Hasil pengujian kadar abu dengan berbagai ukuran diameter pada biopellet menunjukkan bahwa untuk

serbuk gergaji dengan ukuran diameter 4 mm memiliki kadar abu yang paling rendah yaitu 1,21%. Sedangkan kadar abu paling tinggi terdapat pada biopelet dengan ukuran diameter 8 mm yaitu sebesar 1.58 %. Nilai kadar abu yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI 8021-2014.



Gambar 8. Pengaruh Diameter terhadap Kadar Abu Biopelet

Pengaruh komposisi dan kecepatan menghasilkan kadar abu yang berkisar antara 1,33 – 1,65%. Kadar abu terendah berada pada komposisi bahan baku berupa 75% serbuk gergaji dan 25% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran *flat die* sebesar 700 rpm. Sementara kadar abu tertinggi terdapat pada biopelet dengan komposisi bahan baku berupa 25% serbuk gergaji dan 75% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran *flat die* sebesar 700 rpm. Penambahan komposisi cangkang kelapa sawit memberikan pengaruh berupa kenaikan kadar abu pada biopelet. Hal ini disebabkan karena kadar abu yang terkandung pada cangkang kelapa sawit lebih tinggi daripada kadar abu pada serbuk kayu. Cangkang kelapa sawit memiliki kandungan abu sebesar 2,99%, sementara serbuk kayu memiliki kandungan abu sebesar 0,61%. Perubahan kecepatan putaran *flat die* tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar abu pada biopelet. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa kadar abu yang terkandung di dalam biopelet memenuhi SNI 8021:2014 mengenai kualitas pelet kayu yaitu $\leq 1,5\%$.



Gambar 9. Pengaruh Komposisi dan Kecepatan Putaran *Flat Die* terhadap Kadar Abu Biopelet

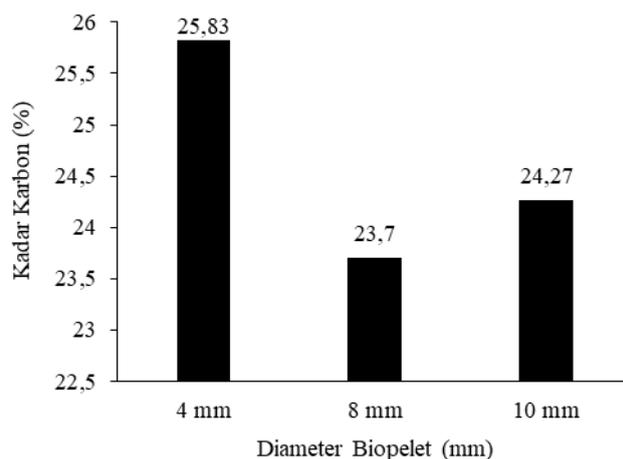
Abu merupakan bahan sisa proses pembakaran yang tidak memiliki nilai kalor dan sudah tidak memiliki unsur karbon (Zuhdi, 2018). Komponen utama penyusun abu adalah kalium, kalsium, magnesium, dan silika. Kandungan abu pada biomassa pada umumnya tergolong rendah dan

memiliki titik leleh yang tidak begitu tinggi. Titik leleh abu pada biomassa ini mengakibatkan potensi tertinggalnya kotoran pada permukaan tungku, korosi dan menurunkan konduktivitas termal sehingga menurunkan kualitas pembakaran.

Kadar Karbon

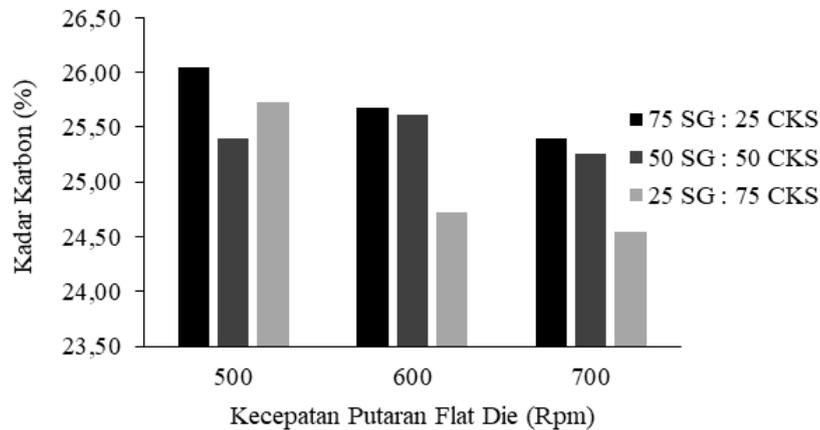
Kadar karbon tetap dapat didefinisikan sebagai fraksi karbon dalam biomassa selain fraksi air, abu, dan volatil (Nugrahaeni 2008). Kadar karbon mempunyai peranan penting untuk menentukan kualitas bahan bakar karena akan mempengaruhi besarnya nilai kalor. Kadar karbon terikat menjadi indikator jumlah material padat yang terbakar setelah komponen zat terbang dihilangkan dari zat tersebut (Zuhdi, 2018). Semakin tinggi kandungan kadar karbon terikat dalam bahan bakar, semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan sedangkan kadar karbon terikat yang rendah akan menunjukkan kualitas bahan bakar yang kurang baik (Saputro dkk., 2012).

Kadar karbon pada biopelet hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11. Pengaruh ukuran diameter menghasilkan kadar karbon yang diperoleh berkisar antara 23,7 – 25,83%. Kadar karbon tetap terendah terdapat pada biopelet dengan ukuran diameter 8 mm yaitu sebesar 23,7%. Sedangkan kadar karbon tetap tertinggi terdapat pada biopelet dengan ukuran diameter 4 mm yaitu sebesar 25,83%. Nilai kadar karbon tetap yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi standar Jepang dan Amerika.



Gambar 10. Pengaruh Diameter terhadap Kadar Karbon Biopellet

Pengaruh komposisi dan kecepatan menghasilkan kadar karbon yang berkisar antara 24,55 – 26,05%. Kadar karbon terendah berada pada komposisi bahan baku pada campuran 25% serbuk gergaji dan 75% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran *flat die* sebesar 700 rpm. Sementara kadar karbon tertinggi berada pada komposisi bahan baku pada campuran 25% serbuk gergaji dan 75% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran *flat die* sebesar 500 rpm.

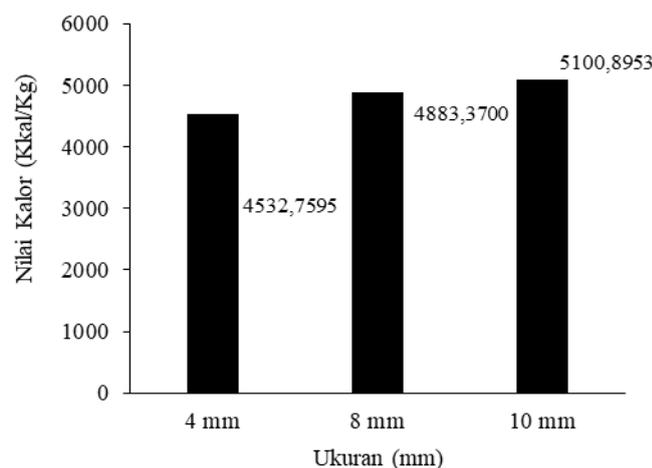


Gambar 11. Pengaruh Komposisi dan Kecepatan *Flat Die* terhadap Kadar Karbon Biopelet

Nilai Kalor

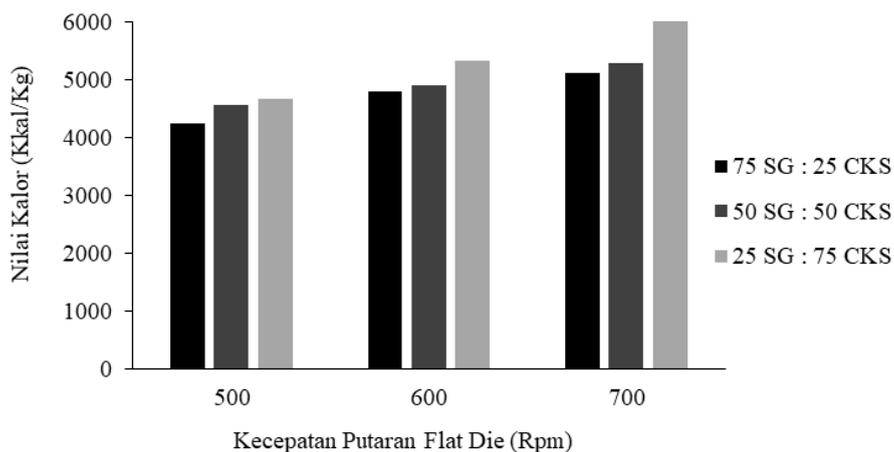
Nilai kalor merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas bahan bakar yang dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu dan kadar karbon tetap. Kadar air dan kadar abu yang semakin rendah akan meningkatkan nilai kalor bahan bakar (Abrar, 2020). Berdasarkan hasil penelitian, nilai kalor biopelet yang diperoleh berkisar antara 4532,7595 kkal/kg - 5100,8953 kkal/kg.

Nilai kalor pada biopelet hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13. Pengaruh ukuran diameter menghasilkan nilai kalor dengan nilai yang berkisar antara 4532,7595 – 5100,8953 kkal/kg. Biopelet serbuk gergaji dengan ukuran 4 mm menghasilkan nilai kalor lebih kecil sebesar 4532,7595 kkal/kg, sedangkan biopelet serbuk gergaji dengan ukuran 10 mm menghasilkan nilai kalor sebesar 5100,8953 kkal/kg. Nilai kalor yang dihasilkan telah memenuhi standar kualitas biopelet berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) dan SNI 8021-2014. Nilai kalor berpengaruh terhadap *temperature* selama pencetakan biopelet. Semakin tinggi *temperature* maka nilai kalor yang dihasilkan semakin besar karena dapat mempengaruhi kadar air dan kadar abu.



Gambar 12. Pengaruh Diameter terhadap Nilai Kalor Biopelet

Pengaruh komposisi dan kecepatan menghasilkan nilai kalor yang berkisar antara 4234,3180 – 6017,5031 kkal/kg. Nilai kalor terendah berada pada komposisi bahan baku pada campuran 75% serbuk gergaji dan 25% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran *flat die* sebesar 500 rpm. Sedangkan nilai kalor tertinggi berada pada komposisi bahan baku pada campuran 25% serbuk gergaji dan 75% cangkang kelapa sawit dengan kecepatan putaran *flat die* sebesar 700 rpm.



Gambar 13. Pengaruh Komposisi dan Kecepatan Putaran *Flat Die* terhadap Nilai Kalor Biopelet

Penambahan komposisi cangkang kelapa sawit memberikan pengaruh berupa kenaikan pada nilai kalor biopelet. Hal ini menjelaskan bahwa cangkang kelapa sawit memiliki kandungan nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan serbuk gergaji. Menurut Valdes dkk. (2016), cangkang kelapa sawit memiliki kandungan nilai kalor sebesar 4586 kkal/kg, jauh lebih besar dibandingkan dengan kandungan nilai kalor pada serbuk gergaji yaitu 3475 kkal/kg. Menurut Hendra (2012), nilai kalor pada biopelet dipengaruhi oleh kandungan lignin bahan baku. Semakin tinggi kandungan lignin bahan baku maka akan menghasilkan biopelet dengan kandungan nilai kalor yang semakin tinggi pula. Kandungan lignin dari bahan alam memiliki kontribusi nilai kalori yang lebih tinggi dibandingkan dengan selulosa, selain itu lignin juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan perekat alami (Prabawa, 2017). Kenaikan kecepatan putaran pada *flat die* mengakibatkan terjadinya peningkatan terhadap nilai kalor pada biopelet. Hal ini dapat terjadi karena pada kecepatan putaran *flat die* yang lebih tinggi dapat mengurangi kadar air pada bahan baku, dimana kadar air berkorelasi negatif terhadap nilai kalor. Kadar air yang lebih rendah dapat meningkatkan nilai kalor pada biopelet (Mahdie, dkk., 2017). Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa nilai kalor yang dihasilkan biopelet memenuhi SNI 8021:2014 mengenai kualitas pelet kayu yaitu ≥ 4000 kkal/kg.

SIMPULAN

1. Ukuran diameter biopelet serbuk gergaji berpengaruh terhadap kualitas karakteristik biopelet yang dihasilkan.
2. Ukuran diameter biopelet terbaik yaitu pada ukuran 10 mm dengan kadar air 1,87%, kadar abu 1,53%, kadar zat terbang 72,33%, kadar karbon tetap 24,27% dan nilai kalor 5100,8953 kkal/kg.
3. Kecepatan putaran pada *flat die* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar air dan peningkatan nilai kalor pada biopelet.
4. Penambahan cangkang kelapa sawit memberikan pengaruh berupa peningkatan kadar abu dan nilai kalor pada biopelet terbaik.
5. Biopelet terbaik terdapat pada komposisi 50% SG : 50% CKS dengan kecepatan putaran *flat die* 700 rpm yang menghasilkan biopelet dengan kadar air 1,74%, kadar zat terbang 71,62%, kadar abu 1,38%, kadar karbon 25,26%, dan nilai kalor sebesar 5281,2970 kkal/kg.
6. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa kualitas biopelet yang dihasilkan sudah memenuhi standar kualitas SNI 9021:2014

DAFTAR PUSTAKA

- Astana, S., Soenarno, W., Endom. (2015). Potensi Penerimaan Negara Bukan Pajak dari Limbah Kayu Pemanenan di Hutan Alam dan Hutan Tanaman. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 12(3), 227-243.
- D. Hendra. (2012). Rekayasa Pembuatan Mesin Pelet Kayu dan Pengujian Hasilnya. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(2), 144-154.
- Djiqiwatan Abrar, M. Hidayat Reftalani, Tia Hanifah, Irawan Rusnadi, Erlinawati. (2020).

- Utilization Seed Meal of Kepayang (*Pangium edule* Reinw) To Be Biodiesel and Biopellet By Using Screw Oil Press Machine. Vol. 01, No. 01 : 48-54
- Gifani, M. Qadry, A., Saputro, D.D., Widodo, R.D. (2019). Karakteristik dan Uji Pembakaran Biopellet Campuran Cangkang Kelapa Sawit dan Serbuk Gergaji sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(2), 177-188.
- Hansen, M., Rosentoft Jein, S., Hayes, S., Bateman, P. (2009). *English Handbook for Wood Pellet Combustion*. Denmark: Intelligent Energy for Europe.
- Hasna, A., Sutapa, J., Irawati, D. (2019). Pengaruh Ukuran Serbuk dan Penambahan Tempurung Kelapa terhadap Kualitas Pelet Kayu Sengon. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13(2), 170-180.
- Nugrahaeni, JI. (2008). Pemanfaatan Limbah Tembakau (*Nicotiana tobaco* L) untuk Bahan Pembuatan Briket sebagai Bahan Bakar Alternatif. Fakultas Teknologi Pertanian.. Institut Pertanian Bogor.
- Prabawa, L.D.G.P., dan Miyono. (2017). Mutu Biopellet dari Campuran Cangkang Buah Karet dan Bambu Ater (*Gigantocholoa atter*). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 9(2), 99-110.
- Purwanto, D. (2009). Analisa Jenis Limbah Kayu pada Industri Pengolahan Kayu di Kalimantan Selatan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 1(1), 14-20.
- Saputro D.D., Widayat W., Rusiyanto, Saptoadi H., Fauzun. (2012). Karakterisasi Briket dari Limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas. Yogyakarta: IST AKPRIND SNAST Periode III.
- Sukarta, I., dan Putu Ayuni, S. (2016). Analisis Proksimat dan Nilai Kalor pada Pelet Limbah Bambu. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 5(1), 728-735.
- Valdes, C., dkk. (2016). Co-Gasification of Sub-Bituminous Coal with Palm Kernel Shell in Fluidized Bed Coupled to A Ceramic Industry Process. *Applied Therml Engineering*, 107(1), 1201-1209.
- Wistara, N.J., Bahri, S., Pari, G. (2020). Biopellet Properties of Agathis Wood Fortified with Its Peeled-Off Bark. *IOP Conference Series: Material Science and Engineering*, 935(1), 1-14.
- Zuhdi, M. (2018). Kulit Kayu Pinus sebagai Fortifier Biopellet Batang Singkong. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.