



Pembuatan Pelet Jerami Padi untuk Bahan Bakar Rumah Tangga: Pengaruh Ukuran Partikel, Kadar Air dan Konsentrasi Perekat Dalam Umpan Terhadap Kualitas Pelet

Hendriyana^{1*}, Lulu Nurdini², Bambang Hari P.³, Gatot Trilaksono⁴, Nabyl Khozi Ash-shiddiq⁵ dan Yudi Dharma Widana⁶

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani
Jl. Terusan Jend. Sudirman Cimahi

*E-mail : hendriyana@lecture.unjani.ac.id

Abstract

Process variables of rice straw pelletization, including particle size (1,355 mm and 0,417 mm), feedstock moisture content (15% and 20%) and binder concentration (3%, 4% and 5%), were evaluated to understand their effect on pellet quality (moisture content, unit density, bulk density, hardness, durability and yield of pellet). Effect of particle size insignificant to the moisture content of pellets and positive effect to other properties. Feedstock moisture content and binder concentration can be an increasing quality of pellets. Rice straw pellets generated under particle diameter feed conditions 0,417 mm, a 20% water content and 5% binder concentration resulted from greater quality compared to other pelletization conditions with moisture content 14,47%, unit density 1201,3 kg/m³ bulk density 659,7 kg/m³, durability 99,94% and yield of pellet 77,42%.

Keywords: rice straw, pelletization, particle size, feedstock moisture content, binder concentration, quality of pellets

Pendahuluan

Baru-baru ini minat terhadap sumber energi terbarukan semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan permintaan dan harga bahan bakar, isu lingkungan, masalah keamanan energi nasional dan terbatasnya pasokan bahan bakar fosil. Biomassa lignoselulosa adalah sumber energi yang cukup menjanjikan, karena jumlahnya yang banyak dan tidak bersaing dengan produksi pangan, serta dapat berkontribusi terhadap kelestarian lingkungan. Sumber utama biomassa lignoselulosa berasal dari limbah pertanian, tanaman energi, hasil hutan dan sampah perkotaan (Hoover dkk., 2014). Salah satu limbah pertanian yang sangat berpotensi dan melimpah di Indonesia adalah limbah jerami padi (Anshar dkk.). Selama ini limbah jerami tidak banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Jerami padi dimusnahkan dengan cara dibuang atau dibakar langsung di ladang. Padahal jerami padi dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk mensubstitusi energi fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Jerami padi dapat dirubah menjadi energi dengan beberapa teknik yang berbeda seperti pembakaran langsung, gasifikasi dan pirolisis (Liu dkk., 2011; Park dkk., 2014; BirolkayiGoğlu dkk., 2016)

Pemanfaatan jerami padi secara langsung untuk produksi energi menghadapi beberapa hambatan diantaranya adalah masalah biaya pengumpulan, pengangkutan, penanganan dan penyimpanan. Hal ini dikarenakan tingkat kepadatannya (densitas) yang rendah. Peningkatan densitas curah melalui proses pemadatan (densifikasi) dapat meningkatkan densitas curah sepuluh kali lipatnya. Proses pemadatan menggunakan teknologi ini akan meningkatkan densitas curah, kemudahan dalam penanganan, efisiensi pengangkutan, keseragaman bahan baku, dan kualitas komposisi (Hoover dkk., 2014; Clarke dkk., 2011). Proses yang paling banyak digunakan untuk pemadatan biomassa jerami padi untuk bahan bakar adalah peletisasi. Penelitian pembuatan pelet dari jerami padi telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya Liu dkk. (2013) yang mempelajari pengaruh campuran jerami padi dan bambu terhadap densitas curah, ketahanan dan nilai kalor. Ishii dan Furuichi (2014) melakukan kajian pengaruh kandungan air dalam umpan (13 dan 20%), ukuran partikel jerami (5-20 mm) dan temperatur (60 dan 80°C) terhadap perolehan, ketahanan dan nilai kalor. Said dkk. (2015) mempelajari pengaruh kandungan air dalam umpan (12, 15 dan 17%), konsentrasi perekat kanji (0, 1 dan 2%) dan ukuran *flat die* (Diameter/Panjang (mm/mm): 6/20, 6/24 dan 8/32) terhadap kekerasan, ketahanan, densitas unit dan densitas curah. Stasiak dkk. (2016) mengkombinasikan campuran jerami padi dengan sekam padi terhadap kekerasan, ketahanan dan densitas curah.

Meskipun Said dkk. (2015) telah mempelajari pembuatan pelet jerami padi, namun mereka tidak mempertimbangkan pengaruh ukuran partikel pada berbagai kandungan air dalam umpan dan konsentrasi perekat





kanji terhadap kualitas pelet. Oleh karena itu, penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh ukuran partikel (0,417 mm dan 1,355 mm) pada kondisi kandungan air umpan (15 dan 20%) dan konsentrasi perekat kanji (3, 4 dan 5%) terhadap kualitas pelet seperti kadar air dalam pelet, densitas curah, densitas unit, kekerasan, ketahanan, perolehan pelet dengan ukuran *flat die* (D/L) 6/20.

Metode Penelitian

1. Penyiapan umpan

Jerami padi yang digunakan dalam penelitian diambil dari daerah Cimahi, Jawa Barat. Jerami padi yang berasal dari sawah dijemur terlebih dahulu dibawah sinar matahari dengan tujuan untuk mengurangi kadar air dan mempermudah proses pengecilan ukuran. Setelah kering, jerami dikecilkan ukurannya sehingga memiliki ukuran diameter rata-rata 1,355 mm dan 0,417 mm. Larutan kanji konsentrasi 3, 4 dan 5% dengan kandungan air 15 dan 15% disiapkan dalam sebuah wadah dan selanjutnya dicampurkan dengan sekam padi secara manual.

2. Operasi pembuatan pelet

Setelah umpan disiapkan selanjutnya pelet diproduksi menggunakan mesin pembuat pelet yang memiliki ukuran *flat die* 6/20, daya 1,5 kWatt dan kapasitas 100 kg/jam. Umpan sebanyak 300 gram dimasukkan ke dalam unit pembuat pelet dan produk keluaran selanjutnya dikembalikan lagi ke dalam unit pembuat pelet sebanyak 5 kali siklus dengan waktu produksi 4 menit.

3. Analisa pelet

a. Kadar air (*moisture content*)

Penentuan kadar air dalam pelet mengikuti metode ASTM E 871. Kadar air dalam pelet dianalisa dengan cara mengeringkan sampel pelet menggunakan oven pada temperatur 105°C dan ditimbang sampai berat sampel konstan.

b. Densitas unit dan densitas curah

Densitas unit ditentukan dengan cara menimbang massa satu pelet menggunakan neraca analitis, sedangkan volume pelet dihitung dari diameter dan tinggi pelet yang diukur menggunakan jangka sorong. Densitas unit didapatkan dengan cara menghitung massa satu pelet dibagi dengan volumesatu unit pelet (Said dkk., 2015; Tumuluru, 2014). Densitas curah diukur menggunakan metode ASTM E 873-06 (Basu, 2010).

c. Ketahanan

Ketahanan pelet diuji menggunakan *screen sieve* sebagai pendekatan yang telah dilakukan oleh Said dkk. (2015). Pelet sebanyak 100 gr dimasukkan kedalam *screen sieve* dengan lubang lolos 2 mm, kemudian *shacker* dinyalakan selama 60 detik agar pelet saling bertabrakan satu sama lain. Pelet yang telah melewati ayakan dengan lubang lolos 2 mm dan pelet yang tidak lolos dipisahkan dan ditimbang kembali untuk mengetahui massa masing-masing. Massa pelet setelah pengujian dibandingkan terhadap pelet awal sebelum pengujian didefinisikan sebagai ketahanan pelet.

d. Kekerasan

Kekerasan merupakan kekuatan yang dimiliki suatu biopellet untuk menahan beban yang diterima sampai pelet pecah. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan tipe KJ-1065, di mana posisi pelet simpan dalam kondisi berdiri.

e. Perolehan

Perolehan merupakan parameter penting untuk mengevaluasi efisiensi produksi. Perolehan dihitung dari jumlah pellet jerami padi yang terbentuk dibagi dengan jumlah umpan. Dalam penelitian ini pellet yang dapat diterima memiliki ukuran panjang ≥ 10 mm. Sedangkan ukuran panjang pellet < 10 mm dianggap sebagai residu yang harus dikembalikan lagi ke unit pembuat pellet.

Hasil dan Pembahasan

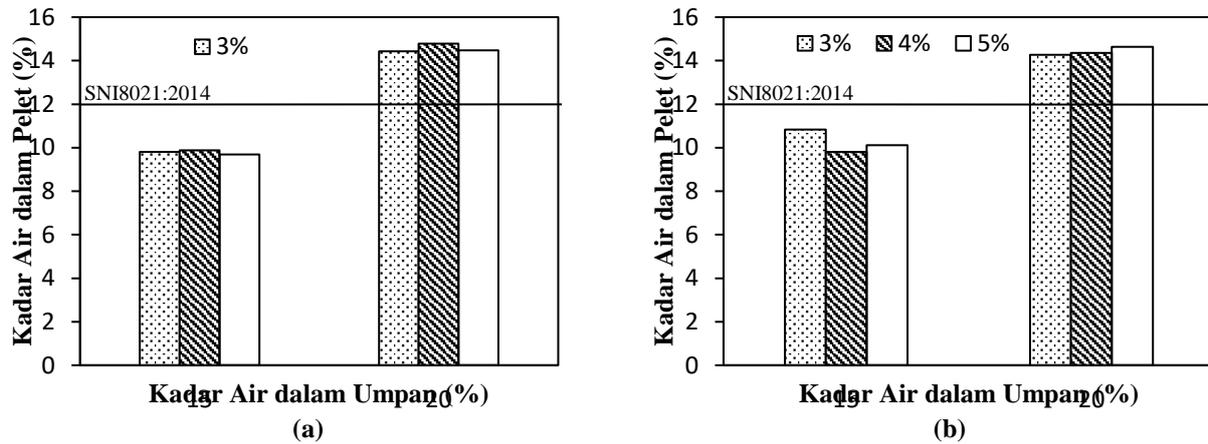
1. Kadar Air dalam Pelet

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar air dalam pelet sangat dipengaruhi oleh kadar air dalam umpan, sedangkan ukuran partikel dan konsentrasi kanji tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar air dalam pelet. Kadar air dalam pelet yang dihasilkan pada penelitian ini adalah berkisar 9,69% - 14,78%. Di mana kadar air dengan variasi kandungan air dalam umpan 20% selalu menghasilkan kadar air dalam pelet melebihi standar SNI8021:2014 (Zulfian dkk., 2015). Namun kandungan ini masih di bawah 20% yang aman untuk kondisi penyimpanan dan tidak akan menimbulkan pertumbuhan bakteri (Said dkk., 2015).

Pada proses pencetakan pellet dengan menggunakan *flat die pellet mill* terjadi penurunan kandungan air, hal tersebut dikarenakan adanya tekanan yang cukup tinggi dan juga adanya panas akibat gesekan alat pencetak pellet



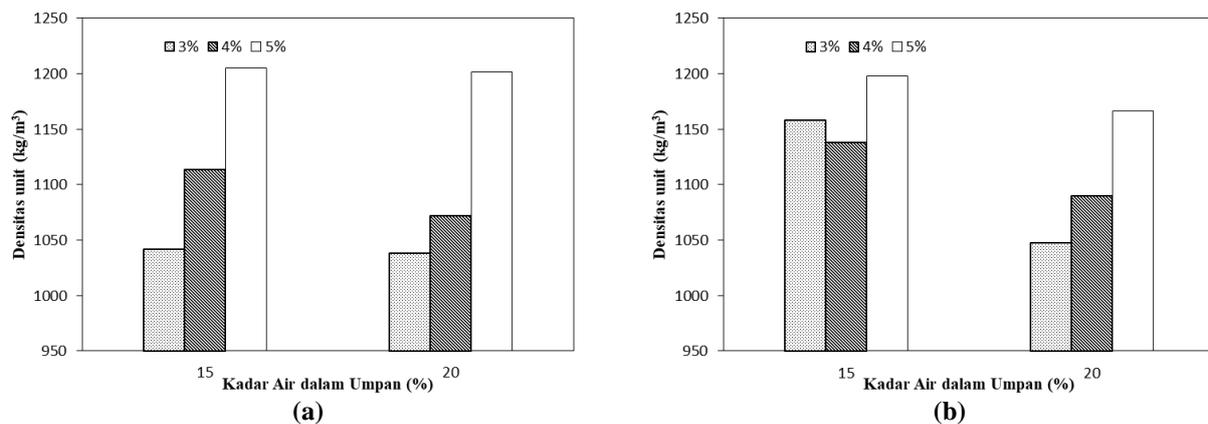
tersebut. Kandungan air umpan sebelum pencetakan adalah 15% dan 20%, setelah proses pencetakan menjadi berkisar antara 9,69-10,83% dan 14,27-14,78%. Menurut Ramsay (1982) bahwa dalam proses pencetakan pellet akan terjadi penurunan kandungan air bahan sekitar 5 sampai 10%.



Gambar 1. Kadar air dalam pelet pada berbagai ukuran partikel (a) 0,417 mm (b) 1,355 mm

2. Densitas Unit

Standar untuk densitas unit tidak ada di dalam SNI 8021:2014, namun berdasarkan hasil penelitian sebelumnya densitas pelet idealnya adalah 1200 kg/m^3 . Densitas pelet yang terlalu tinggi tidak baik untuk proses pembakaran, karena akses oksigen ke dalam pelet untuk terjadinya pembakaran akan lebih sulit (Said dkk., 2015). Densitas unit yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara $1038 - 1205 \text{ kg/m}^3$, densitas ini hampir mirip dengan yang dihasilkan Said dkk (2015) yaitu berkisar $1030-1290 \text{ kg/m}^3$.

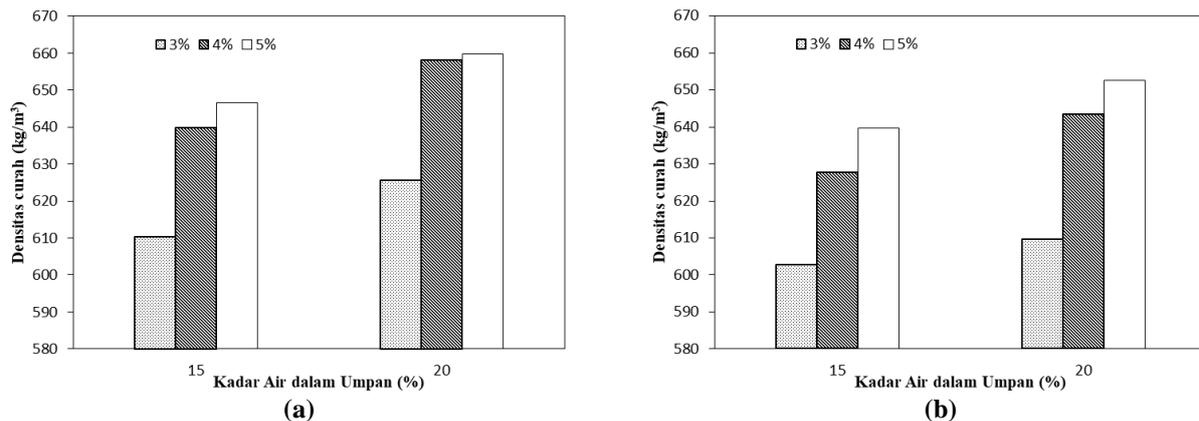


Gambar 2. Densitas unit pada berbagai ukuran partikel (a) 0,417 mm (b) 1,355 mm

Dari Gambar 2 di atas, densitas unit sangat dipengaruhi oleh konsentrasi perekat kanji. Seiring dengan meningkatnya konsentrasi perekat, maka densitas unit mengalami peningkatan yang signifikan. Sedangkan untuk ukuran partikel yang dipilih hampir tidak berpengaruh secara signifikan. Namun, ukuran partikel 0,417 mm densitasnya cenderung lebih besar dibandingkan dengan ukuran 1,355 mm. Hal ini disebabkan oleh luas permukaan kontak partikel lebih besar, sehingga ruang kosong antar partikel menjadi lebih kecil (Akbar, 2017).

3. Densitas Curah

Densitas curah merupakan parameter penting dalam transportasi dan efisiensi pembakaran. Densitas curah pellet jerami padi yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah berkisar antara $602 - 660 \text{ kg/m}^3$. Hasil ini sudah memenuhi standar spesifikasi pellet *non-woody* dengan densitas curah minimum 600 kg/m^3 . Densitas curah yang dihasilkan juga hampir sama dengan peneliti sebelumnya yaitu Liu dkk. (2013) dan Said dkk. (2015). Di mana Liu dkk (2013) menunjukkan bahwa densitas curah pelet jerami silinder dengan diameter 6 mm dan kadar air dalam umpan 15% adalah 640 kg/m^3 . Sedangkan Said dkk. (2015) mendapatkan nilai densitas curah berkisar antara 490 dan 750 kg/m^3 .

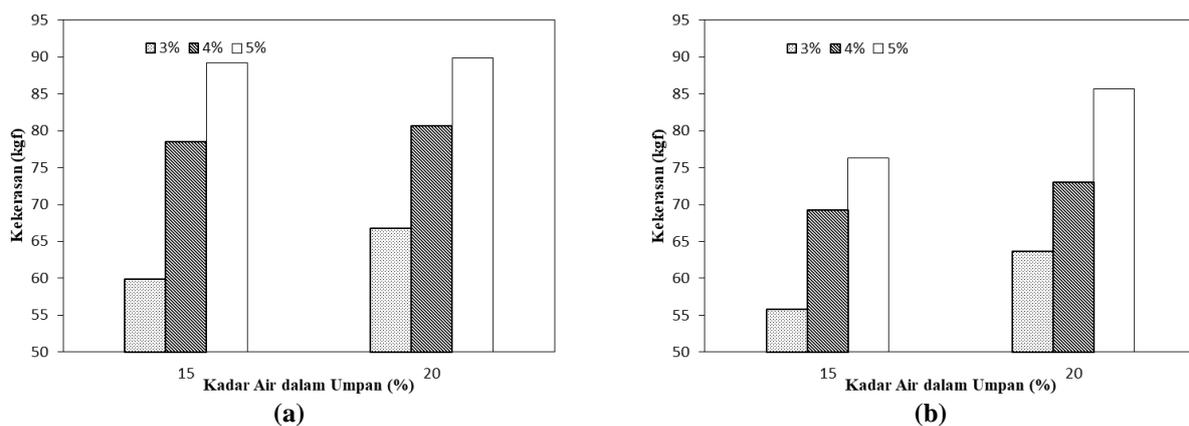


Gambar 3. Densitas curah pada berbagai ukuran partikel (a) 0,417 mm (b) 1,355 mm

Densitas curah dari pellet yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi perekat, ukuran partikel, dan kadar air dalam umpan seperti yang disajikan pada Gambar 3. Densitas curah meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi perekat dan kadar air dalam umpan. Hal ini disebabkan perekat dan air mampu mengikat partikel menjadi lebih kuat dan rongga antar partikel menjadi lebih kecil. Ukuran partikel 0,417 mm menghasilkan densitas curah yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran partikel 1,355 mm, hal ini disebabkan partikel 0,417 mm memiliki luas permukaannya yang lebih besar.

4. Kekerasan

Parameter kekerasan berkaitan erat dengan dengan penanganan dan penyimpanan. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Said dkk. 2015), kekerasan pelet jerami berkisar antara 17-22 kgf. Kekerasan pellet jerami padi yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara 55,80 – 89,86 kgf seperti yang disajikan pada Gambar 7.

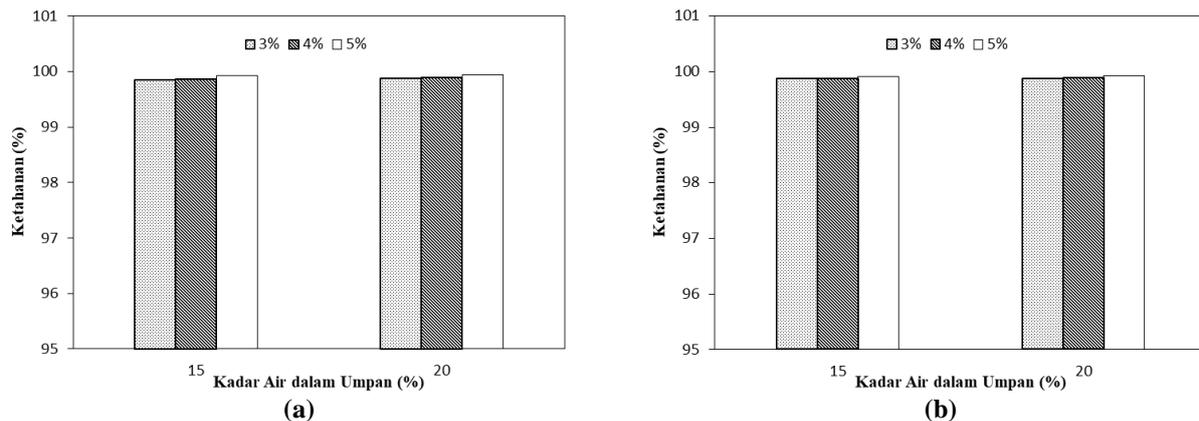


Gambar 4. Kekerasan pada berbagai ukuran partikel (a) 0,417 mm (b) 1,355 mm

Semua variabel kondisi umpan mempengaruhi kekerasan secara signifikan, seperti yang tercermin pada Gambar 4. Konsentrasi perekat kanji memiliki efek yang paling signifikan, peningkatan konsentrasi kanji dapat meningkatkan kekerasan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya (Said dkk., 2015). Konsentrasi air dalam umpan dapat meningkatkan kekerasan. Hal ini disebabkan kekuatan ikatan molekuler air dapat memperkuat ikatan antara partikel individu dalam pelet melalui kekuatan Van der Waal.

5. Ketahanan

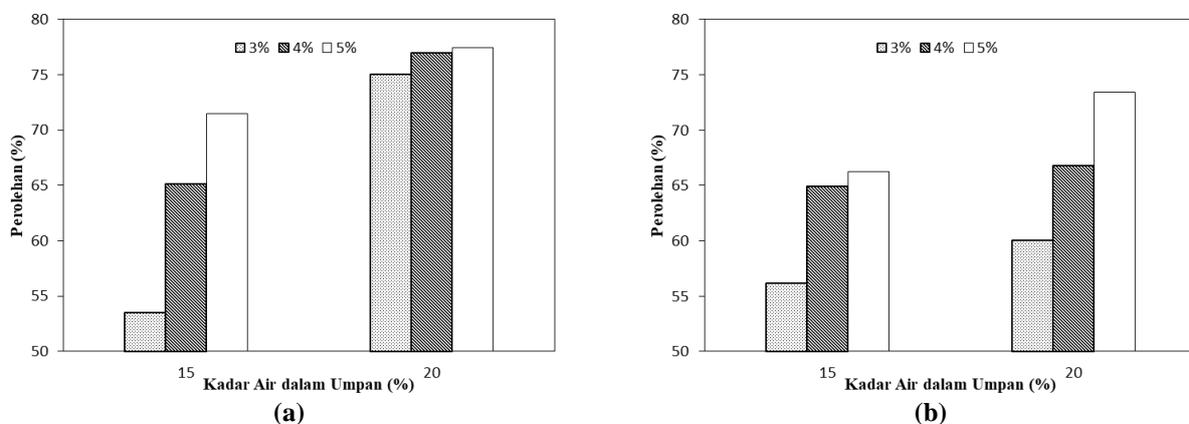
Ketahanan adalah parameter yang menunjukkan kekuatan pellet terhadap gesekan dan benturan, hal tersebut berkaitan dengan proses transportasi dan penyimpanan. Gambar 5 menunjukkan bahwa pengaruh perubahan variabel umpan yang dipilih dalam penelitian ini tidak berpengaruh signifikan terhadap perubahan ketahanan pellet jerami padi. Namun demikian pellet jerami padi yang dihasilkan dari penelitian ini mendapatkan nilai ketahanan berkisar antara 99,86 – 99,94 % yang menunjukkan bahwa telah memenuhi standar spesifikasi pellet *non-woody* dengan ketahanan minimum 97,5% (Said dkk., 2015).



Gambar 5. Ketahanan pada berbagai ukuran partikel (a) 0,417 mm (b) 1,355 mm

6. Perolehan

Perolehan pellet jerami padi didapatkan berkisar antara 53,5 – 77,42 % seperti disajikan pada Gambar 6. Perolehan dipengaruhi oleh konsentrasi kanji, kadar air dalam umpun dan ukuran partikel. Konsentrasi kanji dan air dalam umpun yang semakin meningkat dapat meningkatkan perolehan, hal ini sejalan dengan hasil penelitian Ishii dan Furuichi (2014). Ukuran partikel juga memberikan pengaruh positif terhadap perolehan, di mana semakin kecil ukuran partikel perolehan menjadi meningkat.



Gambar 9. Perolehan pada berbagai ukuran partikel (a) 0,417 mm (b) 1,355 mm

Perolehan ini berhubungan dengan keekonomisan selama proses produksi pellet jerami padi. Residu atau pellet yang tidak memenuhi syarat harus di umpankan kembali ke alat pembuat pellet untuk meminimalisir residu dan meningkatkan perolehan. Namun hal ini akan meningkatkan biaya produksi terutama konsumsi listrik.

Kesimpulan

Ukuran partikel memberikan pengaruh positif terhadap densitas unit, densitas curah, ketahanan, kekerasan dan perolehan, namun tidak memberikan pengaruh terhadap kadar air dalam pellet yang dihasilkan. Konsentrasi perekat kanji memberikan pengaruh positif terhadap semua parameter kualitas pellet. Kadar air umpun memberikan pengaruh yang baik terhadap densitas curah, ketahanan, kekerasan dan perolehan, namun memberikan pengaruh negatif terhadap kadar air dalam pellet dan densitas unit. Kondisi umpun terbaik untuk produksi pellet jerami padi pada penelitian ini adalah pada kondisi umpun (diameter partikel= 0,4175; M_f = 20% & rasio perekat= 5%) dengan sifat pellet yang dihasilkan (kadar air pellet= 14,47%; densitas bulk= 659,7 kg/m³; kerapatan= 1201,3 kg/m³; ketahanan= 99,94% dan yield ratio= 77,42%)

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh Hibah Penelitian Produk Terapan 2018 dari Kementerian Ristek Dikti dan didanai oleh Hibah Penelitian Kompetitif Unjani 2018.



Daftar Pustaka

- Anshar, M., Ani, F.N. dan Kader, S. Potential Surplus of Rice Straw as a Source of Energy for Rural Communities in Indonesia. (tersedia di: www.researchgate.com)
- Akbar R.I.N. Karakteristik pellet kaliandra merah sebagai bahan bakar ramah lingkungan. IPB, Skripsi, 2017
- BirolkayiGoğlu, Tug S., Dalmis I. S., Aktas T., Durgut M.R. dan Tasci Durgut F. Evaluation of A Micro-Scale Rice Straw Gasification Costs. *International Journal of Engineering Research and Development* 2016; 12: issues 10-15
- Basu P. *Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical and Design*. Elsevier, 2010
- Clarke S. dan Preto. Biomass densification for energy production. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (tersedia di: http://biomass.nipissingu.ca/pdf/Factsheet_OMAFRA_BiomassDensification.pdf)
- Hoover A. N., Tumuluru J. S., Teymouri F., Moore J. dan Gresham G. Effect of pelleting process variables on physical properties and sugar yields of ammonia fiber expansion pretreated corn stover. *Bioresource Technology* 2014; 164: 128
- Ishii K. dan Furuichi T. Influence of moisture content, particle size, and forming temperature on productivity and quality of rice straw pellets. *Waste Management* 2014; xxx: xxx-xxx
- Liu Z., Xu A. dan Zhao T. Energy from Combustion of Rice Straw: Status and Challenges to China. *Energy and Power Engineering* 2011; 3: 325-331
- Liu Z., Liu X., Fei B., Jiang Z., Cai Z. dan Yua Y. The properties of pellets from mixing bamboo and rice straw, *Renewable Energy* 2013; 55: 1-5
- Park Y. K., Jeon J. K., Kim S. dan Kim, J.S. Bio-oil from rice straw by pyrolysis using fluidized bed and char removal system. *Prepr. Pap.-Am. Chem. Soc., Div. Fuel Chem.* 2014; 49(2), 800
- Ramsay, W. S. *Energy from Forest Biomass*. Ed. Academic Press, Inc..New York. 1982. p.
- Said N., Abdel daiem M.M., Garcia A. dan Zamorano, M. Influence of Densification Parameters on Quality Properties of Rice Straw Pellets. *Fuel Processing Technology* 2015; 138: 56-64
- Stasiak, M., Molenda, M., Bańda, M., Wiącek, J., Parafiniuk, P. dan Gondek, E. (2016), *Fuel Processing Technology*, xxx, xxx-xxx
- Tumuluru, J. S. Effect of process variables on the density and durability of the pellets made from high moisture corn stover, *biosystems engineering* 2014; 119:44 -57
- Zulfian, Diba F., Setyawati D., Nurhaida dan Roslinda E. Kualitas biopellet dari limbah batang kelapa sawit pada berbagai ukuran serbuk dan jenis perekat, *Jurnal hutan lestari* 2015; Vol 3(2): 208-216





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Firman Kurniawansyah (ITS Surabaya)
Notulen : Belinda Purboningrum (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Hargono (Teknik Kimia UNDIP Semarang)
Pertanyaan : Berapa nilai bakar dan nilai kalor ketahanan pelet?
Jawaban : Terlalu padat maka untuk pembakaran dibutuhkan 100kg pelet. Untuk pembakaran hanya mengambil variabel sederhana, seharusnya ada nilai kalor dan uji pembakaran, namun belum diuji. Seharusnya juga dilakukan uji emisi agar terlihat Co
2. Penanya : Bramantyo (Teknik Kimia ITS Surabaya)
Pertanyaan : Kenapa hanya menjadi bahan bakar rumah tangga saja dan bukan menjadi bahan bakar industri?
Jawaban : Karena harga LPG naik terus, sedangkan potensi dari biomassa limbah yang sangat banyak bisa dikembangkan sebagai alat sederhana agar masyarakat dipermudah. Hal ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan LPG yang harganya terus naik.
3. Penanya : Febriyati (Teknik Kimia ITS Surabaya)
Pertanyaan : Bagaimana cara mengukur bahan?
Jawaban : Untuk mengukur bahan dilakukan dengan cara pengayakan (screenshot) yaitu pengukuran diameter rata-rata yang diinginkan dengan pengayakan.
4. Penanya : Didi Dwi Anggoro (Teknik Kimia UNDIP Semarang)
Pertanyaan : Berapa gram pelet yang dibutuhkan untuk memasak 1 teko?
Jawaban : Belum pernah dilakukan pengujian untuk hal tersebut.
5. Penanya : Firman Kurniawansyah (Teknik Kimia ITS Surabaya)
Pertanyaan : Bagaimana design dari mesin pembakaran?
Jawaban : Design dari kompor bentuknya masih sederhana

