

POTENSI LIMBAH INDUSTRI PERTANIAN TANAMAN PANGAN SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIOPELET DI KABUPATEN JEMBER

POTENCY OF FOOD CROPS INDUSTRIAL WASTE IN JEMBER DISTRICT AS BIOPELLET RAW MATERIAL

Rivi Prima Setiawan, Andrew Setiawan Rusdianto dan Nita Kuswardhani

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember (UNEJ)

Jl. Kalimantan no. 37 Kampus Tegal boto, Jember, 68121

E-mail : rivi.prima@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Jember merupakan salah satu daerah yang memiliki jumlah produksi pertanian tanaman pangan yang cukup besar. Tanaman pangan ini meliputi padi, jagung, ubi kayu, kedelai, ubi jalar, dan kacang tanah. Jumlah produksi yang cukup besar ini dapat berpotensi meningkatkan jumlah limbah yang dihasilkan. Salah satu upaya untuk meminimalisir dampak yang terjadi akibat dari limbah yang dihasilkan oleh industri pertanian tanaman pangan, yaitu dengan dikonversi menjadi bahan bakar alternatif biopellet. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi potensi dari setiap limbah industri pertanian tanaman pangan di Kabupaten Jember. Selain itu juga untuk menentukan limbah industri pertanian tanaman pangan yang paling berpotensi sebagai bahan baku biopellet di Kabupaten Jember. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu tahap identifikasi potensi limbah industri pertanian pangan, tahap penentuan kriteria penilaian bahan baku biopellet, dan tahap penentuan limbah industri pertanian tanaman pangan yang akan digunakan sebagai bahan baku biopellet menggunakan metode AHP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sekam padi merupakan limbah industri pertanian tanaman pangan yang paling berpotensi sebagai bahan baku biopellet

Kata Kunci: limbah industri pertanian tanaman pangan, biopellet, AHP

Abstract

Jember is one region that has a number of food crops production are quite large. Food crops include rice, corn, cassava, soybeans, sweet potatoes, and peanuts. The amount of large production can potentially increase the amount of waste generated. One attempt to minimalized the impact that occurs as a result of waste generated by food crops industrial , there are converted into alternative biopellet fuel. The aim of this research is to identify potential of food crops industrial wastes in Jember. . Beside that, to determine the food crops industrial waste the most potential as raw material biopellet in Jember. This reseach conducted in three stages, indentify potential of food crops industrial waste, determine criteria biopellet materials, determine food crops industrial waste to be used as material biopellet using AHP. The result was a rice hulk is the most potential of food crops industrial waste as biopellet raw material.

Key words: Food Crops Industrial Waste, biopellet, AHP

PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri yang semakin meningkat khususnya sektor industri pertanian tanaman pangan, dapat berpotensi meningkatkan jumlah limbah yang dihasilkan, baik pada saat proses produksi pengolahan maupun produksi bahan baku. Meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan akan berdampak pada pencemaran lingkungan. Produksi limbah industri pertanian di suatu wilayah dapat diperkirakan berdasarkan jumlah panen dari tanaman tersebut (Jayasuriya, 2002). Untuk meminimalisir dampak yang terjadi, maka diperlukan solusi dalam penanganan limbah tersebut.

Kabupaten Jember merupakan salah satu daerah yang memiliki jumlah produksi pertanian tanaman pangan yang cukup besar. Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Jember pada tahun 2014 menyatakan produksi pertanian tanaman pangan

meliputi padi sebesar 930.027 ton, jagung sebesar 384.896 ton, ubi kayu sebesar 41.560, kedelai sebesar 21.384, ubi jalar sebesar 9.372 ton, dan kacang tanah sebesar 5.079 ton. Biomassa hasil pertanian, khususnya limbah pertanian tanaman pangan, merupakan bahan baku yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Selain digunakan untuk pakan ternak, minyak nabati dan bahan bangunan, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi yang bersih dan dapat diperbarui

Pada umumnya, masyarakat telah menggunakan biomassa sebagai alternatif bahan bakar untuk keperluan rumah tangga. Namun penggunaan biomassa secara langsung memiliki beberapa kelemahan, seperti : kerapatan energi rendah, permasalahan penanganan, penyimpanan, serta transportasi (Saptoadi, 2006). Sehingga diperlukannya penanganan lebih lanjut untuk memperbaiki mutunya.

Salah satu upaya penanganan untuk memperbaiki mutu dari biomassa sebagai bahan bakar alternatif yaitu dengan dikonversi menjadi biopellet. Biopellet (*Biomass Pellets*) adalah jenis bahan bakar padat berbasis biomassa dengan ukuran lebih kecil dari ukuran briket. Proses yang digunakan adalah pengempaan dengan suhu dan tekanan tinggi sehingga membentuk produk yang seragam serta meningkatkan nilai kalor pembakaran.

Pelet merupakan hasil pengempaan biomassa yang memiliki tekanan yang lebih besar jika dibandingkan dengan briket (60 kg/m³, kadar abu 1% dan kadar air kurang dari 10%) (El Bassam dan Maegaard 2004). Kadar air yang relatif rendah, pelet dapat meningkatkan efektivitas pembakaran. Nilai kadar air yang rendah pada pelet dipengaruhi oleh proses pembuatannya. Proses pembuatan pelet menghasilkan panas akibat gesekan alat yang memudahkan proses pengikatan bahan dan penurunan kadar air bahan hingga mencapai 5–10%. (Ramsay, 1982).

Pemanfaatan limbah industri pertanian tanaman pangan menjadi biopellet merupakan upaya penanganan yang baru dan belum dikenal oleh masyarakat khususnya di Kabupaten Jember, dimana memerlukan identifikasi terhadap potensi dari masing – masing limbah yang dihasilkan sebagai bahan baku pembuatan biopellet. Untuk itu dalam penelitian ini, dilakukan identifikasi potensi limbah industri pertanian tanaman pangan yang terdapat di Kabupaten Jember serta menemukan limbah industri pertanian tanaman pangan yang paling berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan biopellet.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi dan Manajemen Agroindustri Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan dilaksanakan pada bulan Oktober 2013 hingga Desember 2014.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat keras (*Hardware*) yang berupa komputer dan perangkat lunak (*Software*) yang *compatible*. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan beberapa *software*, antara lain: *Software* berbasis *Microsoft Excel* untuk perhitungan rata-rata geometri serta *Software Super Decision 1.6.0* untuk pengolahan data berbasis AHP. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: data primer yang diperoleh dari kuisisioner hasil wawancara para pakar atau ahli di bidang energi terbarukan dan data sekunder dari instansi terkait serta studi pustaka.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang digunakan terdapat tiga langkah, antara lain:

1. Mengidentifikasi beberapa komoditas pertanian di Kabupaten Jember, yang dapat dijadikan sebagai alternatif bahan baku biopellet. Identifikasi potensi ini berdasarkan data primer dan sekunder yang meliputi jumlah produksi yang dihasilkan, dan sebaran industri yang mengolah komoditas tersebut.
2. Menentukan kriteria penilaian bahan baku biopellet, penentuan ini dilakukan dengan mengajukan kuesioner kepada narasumber atau pakar, kemudian hasil dari kuesioner tersebut diolah dengan menggunakan rata-rata geometri untuk menentukan kriteria penilaian bahan baku biopellet yang akan dipilih pada penelitian selanjutnya.
3. Menentukan prioritas komoditas yang dipilih sebagai bahan baku biopellet dengan menggunakan metode AHP, penilaian dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada narasumber atau pakar.

Metode Pengolahan Data

metode pengolahan data antara lain:

1. Penentuan kriteria penilaian bahan baku biopellet

Penentuan ini dilakukan dengan Pemberian skor terhadap beberapa kriteria penilaian yang diajukan. Pemberian skor ini dilakukan oleh beberapa pakar. Skala skor pembobotan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Skala skor pembobotan

Skor	Keterangan
1	Sangat Tidak Penting
2	Tidak Penting
3	Cukup Penting
4	Penting
5	Sangat Penting

Sumber : Saaty (1993)

Kemudian dilakukan analisa dengan menggunakan rata – rata geometri. Kriteria penilaian dengan skor lebih dari 3,000 yang akan digunakan untuk menentukan bahan baku biopellet.

2. Penentuan bahan baku biopellet

Pengolahan data pada tahapan ini menggunakan metode AHP untuk mencari alternatif bahan baku yang paling tepat sebagai bahan baku biopellet. Identifikasi sistem dalam AHP ini meliputi bobot Fokus, Kriteria, dan Alternatif didasarkan studi pustaka dan hasil yang diperoleh dari para pakar. Penentuan ini dilakukan dengan membandingkan setiap kriteria terhadap beberapa alternatif bahan baku. Skala dasar perbandingan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Skala dasar perbandingan

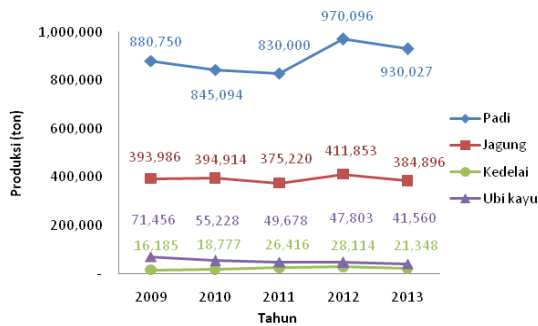
Intensitas Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Sama penting
3	Sedikit lebih penting
5	Lebih penting
7	Sangat penting
9	Sangat lebih penting
2,4,6,8	Nilai tingkat kepentingan yang mencerminkan suatu nilai kompromi
Nilai kebalikan	Nilai tingkat kepentingan jika dilihat dari arah yang berlawanan. Misal A sedikit lebih penting dari B (intensitas 3), maka B sedikit kurang penting dari A (intensitas 1/3)

Sumber : Saaty (1993)

HASIL

Menurut situs Kementerian Pertanian Republik Indonesia, SIATRON (Sistem Informasi Investasi Agribisnis Elektronik), tahun 2014, komoditas pertanian tanaman pangan unggulan di Kabupaten Jember terdiri dari: padi, jagung, ubi kayu dan kedelai. Penentuan komoditas unggulan ini berdasarkan jumlah produksi dan berpeluang sebagai bahan baku dalam sektor agroindustri.

Pola produksi pertanian tanaman pangan unggulan di Kabupaten Jember dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Pola produksi komoditas unggulan di Kabupaten Jember (Sumber: data diolah 2014)

Setelah dilakukan tahap identifikasi komoditas pertanian tanaman pangan unggulan di Kabupaten Jember kemudian dilakukan identifikasi potensi limbah yang dihasilkan dari komoditas unggulan tersebut. Hasil identifikasi tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3**

Tabel 3. Potensi limbah pertanian tanaman pangan di Kabupaten Jember pada tahun 2013.

Komoditas	Rendermen Limbah (%)	Potensi Limbah ^(a) (ton)	Potensi Limbah ^(b) (ton)
Padi	20 [*])	186.005	8.989
Jagung	30 ^{**)}	115.469	Na
Ubi kayu	15 ^{***)}	6.234	46
Kedelai	18 ^{****)}	3.843	Na

Sumber : data diolah (2014)^{*}) Rahman (2011); ^{**)} Koswara (1991); ^{***)} Grace (1977); ^{****)} Suci dan Sumiati (1995)
 Keterangan : (a) Potensi limbah berdasarkan hasil panen (BPS Kab. Jember)
 (b) Potensi limbah berdasarkan Industri (Disperindag dan ESDM Kab. Jember)
 Na : data tidak tercatat di Disperindag dan ESDM Kab. Jember

Penentuan kriteria-kriteria penilaian bahan baku biopelet sangat diperlukan untuk menentukan prioritas atau potensi dari bahan baku tersebut. Hasil penentuan ini dapat dilihat pada **Tabel 4**.

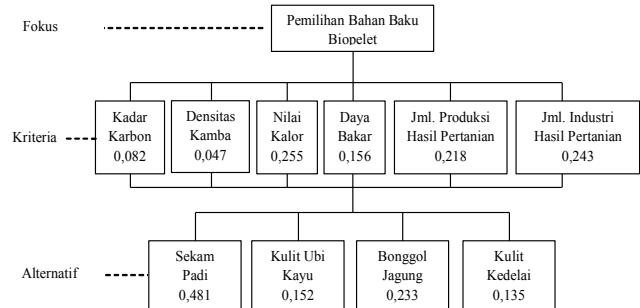
Tabel 4. Bobot kriteria penilaian bahan baku biopelet

No.	Kriteria Penilaian Bahan Baku Biopelet	Bobot
1	Kadar Karbon	4,641
2	Densitas Kamba	3,302
3	Nilai Kalor	5,000
4	Daya Bakar	4,641
5	Jumlah Produksi Hasil Pertanian	4,217
6	Jumlah Industri Hasil Pertanian	4.22

Sumber: data diolah (2014)

Setelah menentukan alternatif dan kriteria bahan baku biopelet, kemudian dilakukan penilaian dengan metode AHP untuk menentukan prioritas dari masing – masing alternatif dan

kriteria bahan baku biopelet. Hasil penilaian tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar.2. Struktur hirarki pemilihan bahan baku biopelet di Kabupaten Jember.

Prioritas kriteria penilaian bahan baku biopelet dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Prioritas kriteria penilaian bahan baku biopelet

Kriteria	Bobot	Prioritas
Nilai kalor	0,255	1
Jumlah industri hasil pertanian	0,243	2
Jumlah produksi hasil pertanian	0,218	3
Daya bakar	0,156	4
Kadar karbon	0,082	5
Densitas kamba	0,047	6

Sumber: data diolah (2014)

Prioritas alternatif bahan baku biopelet dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Prioritas alternatif bahan baku biopelet

Alternatif	Bobot	Prioritas
Sekam padi	0,481	1
Bonggol jagung	0,233	2
Kulit ubi kayu	0,152	3
Kulit kedelai	0,135	4

Sumber: data diolah (2014)

PEMBAHASAN

Identifikasi Potensi Pertanian Tanaman Pangan di Kabupaten Jember

Pada kurun waktu 2009 hingga 2013, keempat komoditas ini memiliki jumlah produksi yang paling tinggi diantara komoditas pertanian lainnya. Dimana, padi merupakan komoditas yang menempati posisi teratas berdasarkan jumlah produksinya (BPS, 2014).

Komoditas padi mengalami pola produksi yang fluktuatif, Jumlah produksi komoditas padi berkisar antara 800.000 sampai 1.000.000 ton dengan rata-rata produksi komoditas padi sebesar 891.193 ton setiap tahunnya. Komoditas jagung memiliki pola produksi yang lebih stabil, jika dibandingkan dengan pola produksi komoditas padi. Rata-rata produksi jagung setiap tahunnya sebesar 392.174 ton. Produksi komoditas kedelai mengalami kenaikan pada tahun 2009 hingga 2011, sedangkan pada tahun 2011 hingga 2013 produksi komoditas kedelai

mengalami penurunan. Dengan rata-rata produksinya sebesar 22.168 ton setiap tahun. Komoditas ubi kayu mengalami pola produksi yang menurun dalam kurun waktu lima tahun terakhir, produksi komoditas ubi kayu terendah terdapat pada tahun 2013 sebesar 41.560 ton.

Bahan baku yang dibutuhkan untuk biopellet berasal dari limbah yang dihasilkan dari pengolahan komoditas tersebut. Limbah yang dihasilkan dapat berupa sekam padi, bonggol jagung, kulit ubi kayu maupun kulit kedelai. ketersediaan limbah komoditas ini dapat dihitung berdasarkan persentase rendemen limbah yang dihasilkan dari jumlah produksi atau hasil panen komoditas setiap tahunnya.

Keberadaan agroindustri pengolahan keempat komoditas tersebut di Kabupaten Jember juga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan bahan baku yang akan dipilih untuk pembuatan biopellet. Menurut Disperindag dan ESDM Kabupaten Jember pada tahun 2014, agroindustri pertanian di Kabupaten Jember didominasi oleh agroindustri padi, dimana agroindustri tersebut berupa agroindustri penggilingan padi yang menghasilkan sekam padi sebagai limbahnya.

Keberadaan industri olahan berbahan dasar ubi kayu yang tercatat di Disperindag masih sedikit dan selebihnya masih berskala usaha rumah tangga, sehingga keberadaannya belum terdata secara lengkap di Disperindag dan ESDM Kabupaten Jember. Pengolahan ubi kayu ini sebagian besar memproduksi produk pangan berupa tape, keripik singkong dan lainnya. Agroindustri berbasis jagung dan kedelai juga mengalami hal yang serupa. Dimana keberadaan agroindustri tersebut masih belum terdata secara lengkap di Disperindag dan ESDM Kabupaten Jember sehingga belum diketahui seberapa besar limbah yang dihasilkan dari agroindustri tersebut.

Penentuan Kriteria Penilaian Bahan Baku Biopellet

Dalam penelitian ini terdapat sembilan kriteria penilaian antara lain: kadar air, kadar abu, kadar karbon, kadar zat terbang, densitas kamba, nilai kalor, daya bakar, jumlah produksi hasil pertanian, dan jumlah industri hasil pertanian. Kemudian masing-masing kriteria penilaian ini akan di tentukan berdasarkan tingkat kepentingannya. Penentuan kriteria penilaian bahan baku biopellet ini, dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada pakar terkait untuk menilai tingkat kepentingan dari masing-masing kriteria penilaian. Kriteria penilaian bahan baku yang akan digunakan dalam penelitian selanjutnya adalah kriteria penilaian dengan bobot nilai lebih dari 3,000. Dari hasil penilaian pakar terhadap kriteria penilaian bahan baku biopellet, kriteria-kriteria yang dipilih dalam penelitian selanjutnya adalah: kadar karbon, densitas kamba, nilai kalor, daya bakar, jumlah produksi hasil pertanian dan jumlah industri hasil pertanian. Hasil penilaian pakar terhadap kriteria penilaian bahan baku biopellet dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Analisis Pemilihan Bahan Baku Biopellet

Analisis pemilihan bahan baku biopellet merupakan tahapan terakhir dalam penelitian ini. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan metode AHP untuk membandingkan setiap kriteria terhadap beberapa alternatif bahan baku biopellet. Struktur hirarki pemilihan bahan baku biopellet dapat dilihat pada **Gambar 2**. Analisis ini akan menghasilkan urutan prioritas kriteria maupun alternatif untuk menentukan bahan baku yang akan digunakan.

Kriteria

Nilai kalor merupakan kriteria yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam menentukan bahan baku untuk biopellet dengan bobot 0,255. Menurut Grover *et al.*, (2002), Nilai kalor merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas bahan

bakar padat dari limbah biomassa. Semakin tinggi nilai kalor, maka kualitas bahan bakar semakin baik. Jumlah industri hasil pertanian menempati prioritas kedua dengan bobot 0,243. Jumlah industri hasil pertanian di suatu daerah berpengaruh terhadap ketersediaan bahan baku yang akan digunakan. Pada prioritas ketiga, jumlah produksi hasil pertanian dengan bobot 0,218. Jumlah produksi hasil pertanian di suatu daerah berbanding lurus dengan limbah yang dihasilkan.

Pada prioritas keempat sampai keenam berturut-turut yaitu: daya bakar dengan bobot 0,156; kadar karbon dengan bobot 0,082; dan densitas kamba dengan bobot 0,047. Ketiga kriteria ini pada dasarnya merupakan kriteria penentu kualitas bahan baku biopellet, namun menurut para pakar terkait, ketiga kriteria ini dapat ditingkatkan kualitasnya dengan berbagai perlakuan didalam pengolahan biopellet. Menurut Demirbas (1999), densitas kamba ditentukan oleh tekanan yang digunakan pada proses densifikasi. Bobot kriteria dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Alternatif

Nilai bobot dari masing-masing alternatif bahan baku, sekam padi berada pada prioritas pertama dengan nilai bobot sebesar 0,481, bonggol jagung berada pada prioritas kedua dengan nilai bobot 0,233, kulit ubi kayu berada pada prioritas ketiga dengan nilai bobot 0,152, dan pada prioritas keempat yaitu kulit kedelai dengan nilai bobot 0,135. **Tabel 6**. menunjukkan bobot alternatif terhadap kriteria.

Sekam padi menempati prioritas pertama dan berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan biopellet. Pada dasarnya, nilai kalor dari sekam padi 3450 kal/gram (Rahman, 2011) lebih kecil daripada nilai kalor bonggol jagung 4451 kal/gram (Sudradjat, 2004) dan kulit ubi kayu 3742 kal/gram (Rusdianto *et al.*, 2013). Namun potensi energi yang dihasilkan dari sekam padi di Kabupaten Jember sebesar 2,69 GJ/Kg. Potensi energi ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan alternatif lainnya.

Prioritas sekam padi ditunjang dari sisi ketersediaan sekam padi yang melimpah di Kabupaten Jember. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Jember, potensi ketersediaan sekam padi di Kabupaten Jember sangat tinggi jika dibandingkan dengan alternatif bahan baku lainnya. Menurut Disperindag dan ESDM Kabupaten Jember, ketersediaan sekam padi yang melimpah ini dipengaruhi oleh sektor pengolahan padi yang tersebar di seluruh Kabupaten Jember. Sektor pengolahan padi di Kabupaten Jember didominasi oleh industri penggilingan padi yang menghasilkan 20% sekam padi dari jumlah produksi beras yang dihasilkan industri tersebut.

Pengolahan ubi kayu, jagung dan kedelai di Kabupaten Jember masih berupa Usaha Kecil Menengah (UKM) atau rumah tangga, dan hanya sebagian saja dari industri pengolahan ubi kayu yang tercatat di Disperindag Kabupaten Jember sehingga keadaan ini akan mempengaruhi pasokan bahan baku biopellet, mengingat keberadaan suatu industri membutuhkan pasokan bahan baku untuk keberlangsungan industri tersebut. Sampai saat ini sekam padi dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam usaha batu bata dan usaha lainnya yang menghasilkan limbah berupa arang sekam. Keadaan ini juga dapat memberikan nilai tambah pada industri biopellet berbasis sekam padi, dimana dengan penambahan arang sekam padi sebesar 20% pada pembuatan biopellet, mampu meningkatkan nilai kalor biopellet dari 15081,44 KJ/Kg menjadi 18691,51 KJ/Kg (Rahman, 2011).

KESIMPULAN

Pertanian tanaman pangan unggulan di Kabupaten Jember terdiri dari: padi, jagung, ubi kayu dan kedelai. Limbah yang dihasilkan dari pertanian tanaman pangan unggulan tersebut yang

berpotensi untuk bahan baku biopellet berupa: sekam padi, kulit ubi kayu, bonggol jagung, dan kulit kedelai.

Sekam padi berada pada prioritas pertama dan berpotensi sebagai bahan baku pembuatan Biopellet dengan nilai bobot sebesar 0,481, bonggol jagung berada pada prioritas kedua dengan nilai bobot 0,233, kulit ubi kayu berada pada prioritas ketiga dengan nilai bobot 0,152, dan pada prioritas keempat yaitu kulit kedelai dengan nilai bobot 0,135.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2010. *Kabupaten Jember dalam Angka*. Jember: Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2011. *Kabupaten Jember dalam Angka*. Jember: Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2012. *Kabupaten Jember dalam Angka*. Jember: Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2013. *Kabupaten Jember dalam Angka*. Jember: Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. *Kabupaten Jember dalam Angka*. Jember: Badan Pusat Statistik.
- [DISPERINDAG dan ESDM]. Dinas Perindustrian, Perdagangan dan Energi Sumber Daya Mineral. 2014. *Data Industri di Kabupaten Jember*. Jember: DISPERINDAG dan ESDM.
- El Bassam N. dan P. Maegaard. 2004. *Integrated Renewable Energy or Rural Communities. Planning guidelines, Technologies and Applications*. Elsevier. Amsterdam.
- Garrote, G, H. Dominguez dan J.C. Parajo. 2002. "Autohydrolysis of Corn cob: Study of Non-isothermal Operation for Xylooligosaccharide Production". *J. of Food Eng.* 52:211-218.
- Grace, M. R. 1977. "Cassava Processing: Food and Agriculture Organization". *Recovering Energy from Waste : Various Aspects (Eds)*. Enfield: Science Publishers Inc.
- Jayasuriya, M.C and H.G.D. Parera. 2002. "The Utilizations of Fibrous Residues in South Asia Departement of Animal Husbandry". Sri Langka: Faculty of Agriculture, University Paradenya.
- Koswara, J. 1991. *Budidaya Jagung*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Rahman. 2011. "Uji Keragaan Biopellet dari Biomassa Limbah Sekam Padi (*Oryza sativa sp.*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan". Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ramsay W. S. 1982. *Energy from Forest Biomass*. Ed. New York: Academic Press, Inc.
- Rusdianto, A.S, Choirun, M, dan Novijanto, N. 2013. "Karakterisasi Limbah Industri Tape Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biopellet". Jember : Universitas Jember. Hal : 27-32.
- Saaty, T. L. 1993. *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin: Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dan Situasi yang Komplek*. Terjemahan. Jakarta: PT Pustaka Binaman Pressindo.
- Saptoadi H. 2006. "The Best Biobriquette Dimension and its Particle Size". Bangkok: *The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)"* 21-23 November 2006.
- Suci, D.M. dan Sumiati. 1995. "Evaluasi Nilai Nutrisi Ransum Itik yang Menggunakan Limbah Industri Tahu, Tempe dan Kecap". Bogor: Laporan akhir penelitian. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan IPB.
- Sudradjat, R. 2004. "The Potential of Biomass Energy Resources in Indonesia for the Possible Development of Clean Technology Process (CTP)". *Proceedings (Complete Version) International Workshop on Biomass & Clean Fossil Fuel Power Plant Technology: Sustainable Energy Development & CDM*, pp. 36-59.