

RANCANG BANGUN ALAT PRODUKSI MATERIAL BIOMASSA PERTANIAN LAHAN BASAH

Agung Cahyo Legowo¹, Hesty Heryani^{2*}

^{1,2}Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Ahmad Yani KM. 36 Banjarbaru 70714, Indonesia
E-mail : agung@ulm.ac.id¹, hheryani@ulm.ac.id^{2*}

ABSTRAK

Potensi pertanian lahan basah dalam memproduksi biomassa sangat besar memberikan kontribusi pada berbagai produk antara lain sebagai material baru terbarukan yang salah satunya dapat dijadikan sebagai bahan baku antara dalam proses lanjut karya inovatif. Potensi tersebut memerlukan rancang bangun alat yang dapat menghasilkan material dengan cepat sesuai *mesh* yang diperlukan. Tujuan penelitian adalah merancang alat penyedia material *base* biomassa. Efektifitas alat berkaitan dengan kapasitas (kg/jam), perolehan rendemen, seberapa *losses* yang terjadi dan kebutuhan energi menjadi dasar untuk *scale up* pada skala industri. Penerapan metode gambar teknik saat rancang bangun menggunakan AutoCAD versi 2021. Hasil rancangan yang inovatif terdapat pada desain pisau pencacah dan ukuran *mesh* pada produk akhir. Alat beroperasi pada kapasitas 50 kg/jam dengan putaran poros 140 rpm. Material biomassa yang dihasilkan berukuran 60-80 *mesh*, dengan perolehan rendemen pada 3 (tiga) jenis biomassa yang diujicobakan rata-rata 87,620%. *Losses* rata-rata sebesar 12,380%. Daya yang digunakan dalam operasional alat sebesar 846,42 Watt menggunakan bahan bakar solar 4 L per *batch*. Hasil perancangan memiliki keunggulan dalam hal kecepatan proses produksi serta ukuran *mesh* yang diharapkan. Demikian pula penggunaan bahan bakar jauh lebih efisien. Rekomendasi ke depan adalah operasi dilakukan pada alat yang dirancang secara kontinyu sehingga dapat menekan *losses*.

Kata kunci : lahan basah, AutoCAD versi 2021, rpm, scale up, losses, batch.

ABSTRACT

The potential of wetland agriculture in producing biomass is very large in contributing to various products, including new and renewable materials, one of which can be used as an intermediate raw material in the process of continuing innovative work. This potential requires the design of a tool that can produce material quickly according to the required mesh. The research objective was to design a supply device of biomass base material. The effectiveness of the tools was related to capacity (kg/hour), yields, how much losses had occurred, and energy needs were the basis for scale-up on an industrial scale. Application of the engineering drawing method when designing was using AutoCAD version 2021. The innovative design results were found in the chopping knife design and the mesh size of the final product. The tool was operated at a capacity of 50 kg/hour with a shaft rotation of 140 rpm. The resulting biomass material was 60-80 mesh in size, with a yield of 3 (three) types of biomass, which were tested on an average of 87.620%. Losses averaged by 12,380%. The power used in the operation of the tool was 846.42 Watts using 4 L of diesel fuel per batch. The design results had advantages in terms of the speed of the production process and the expected mesh size. Likewise, the use of fuel was much more efficient. The recommendation in the future is that the operation is carried out on a device that is designed continuously so that it can reduce losses.

Keyword : wetlands, AutoCAD 2021 version, rpm, scale-up, losses, batch

1. PENDAHULUAN

Biomassa limbah pertanian lahan basah berlimpah keberadaannya, sebagai contoh limbah daun nanas yang terkenal dengan Nanas Tamban, khas Kalimantan Selatan. Tanaman aren yang terkenal dengan nira dan kolang-kaling juga memiliki kulit buah aren yang merupakan limbah biomassa (Heryani, 2016) serta jeruk yang juga sangat terkenal dengan Jeruk Madang Kalimantan Selatan, dengan rasa buah yang manis menghasilkan kulit jeruk yang merupakan sumber biomassa (Heryani *et al.*, 2020).

Limbah industri dari pengolahan kayu, limbah tempurung kelapa, sabut kelapa, batang dan bongkol jagung, jerami, sekam padi, serbuk gergaji, dan lain-lain dapat dijadikan sumber energi biomassa (Lempang, *et al.*, 2011). Limbah biomassa tersebut perlu diolah menjadi semi produk seperti sebagai material substitusi semen dan pasir dalam industri kreatif.

Untuk itu ketersediaan alat pencacah pada skala *pilot plan* akan sangat membantu dalam pemrosesan bahan biomassa dimaksud. Konsep teknologi ramah lingkungan telah menginspirasi Peneliti untuk menjaga lingkungan dengan menerapkan teknologi proses dan mengubah bahan limbah menjadi bahan yang memiliki nilai tambah di masyarakat.

Tujuan penelitian adalah merancang alat penyedia material *base* biomassa. Efektifitas alat berkaitan dengan kapasitas (kg/jam), perolehan rendemen, seberapa losses yang terjadi dan kebutuhan energi menjadi dasar untuk *scale up* pada skala industri.

2. METODOLOGI

Perancangan alat penghancur perlu diperhatikan efektifitas alat yang digerakkan oleh motor (Burlian & Yani, 2019). Penelitian ini diawali dengan pembuatan alat penghancur limbah pertanian

kemudian dilakukan uji efektifitas alat penghancur menggunakan biomassa limbah pertanian. Alat penghancur akan bekerja setelah motor diesel dihidupkan dan memutar poros yang ada pada motor tersebut yang juga akan memutar *pulley* yang ada pada ujung motor. Putaran tersebut akan ditransmisikan pada *pulley* poros Alat penghancur melalui sabuk *V-belt* sehingga memutar *pulley* yang terpasang pada poros mesin pencacah. Putaran pada poros Alat penghancur akan memutar pisau pencacah yang terpasang pada poros tersebut, sehingga pisau pencacah akan berputar. Selanjutnya biomassa limbah pertanian siap dimasukkan ke dalam lubang masukan (*input*) kemudian digerakkan kedepan secara perlahan lahan menyesuaikan dengan pencacahan. Selanjutnya hasil cacahan gedebog pisang akan secara otomatis keluar melalui lubang keluaran (*output*).

Pengujian efektifitas alat dilakukan untuk menganalisa parameter meliputi :

- Kapasitas alat (kg/jam) pada putaran poros, perhitungan menggunakan Persamaan (1) sebagai berikut (Burlian & Yani, 2019) :

$$KA_{\text{putaran poros}} = \frac{\text{kapasita}(\frac{\text{kg}}{\text{menit}})}{\text{berat hasil (kg)}} \quad (1)$$

- Rendemen biomassa pertanian yang dihitung menggunakan persamaan (2) sebagai berikut (Haq *et al.*, 2014) :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Bobot akhir (g)}}{\text{Bobot awal (g)}} \times 100\% \quad (2)$$

- Losses biomassa pertanian yang dihitung menggunakan persamaan (3), sebagai berikut (Haq *et al.*, 2014) :

$$\text{Losses} = \frac{\text{Bobot hilang (g)}}{\text{Bobot awal (g)}} \times 100\% \quad (3)$$

- Untuk energi alat dilakukan perhitungan yaitu daya, penggunaan bahan bakar, dan kebutuhan energi setiap kg produksi material biomassa pertanian. Daya yang diperlukan motor penggerak untuk

menggeser pisau pada porosnya menggunakan persamaan (4) sebagai berikut (Burlian & Yani, 2019) :

$$P = T \times \omega \quad (4)$$

Keterangan :

P = Daya yang diperlukan (watt)

T = Torsi pada poros (Nm)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

3. LANDASAN TEORI

Limbah pertanian yang selama ini belum termanfaatkan karena kurangnya pengetahuan dan teknologi apalagi di daerah pedesaan membuatnya cenderung diabaikan. (Marshall & Farahbakhsh, 2013). Menurut *Food and Agriculture Organization* tahun 2014, ada produksi jeruk yang mendominasi pasar buah global mencapai 68 juta ton dengan limbah kulit jeruk sebesar 44% dari berat buah jeruk (Widmer *et al.*, 2010). Kemudian nanas yang daunnya hanya dibuang dengan cara dibakar atau dibiarkan saja sampai membusuk (Yusof *et al.*, 2015).

Penggunaan bahan baku dari sumber daya terbarukan terus dikembangkan salah satunya tanaman Pohon aren (*Arenga pinnata*) yang bagian terpenting setelah gula aren dan buahnya yaitu kulit buah aren yang memiliki serat. Serat hitam kulit digunakan untuk membuat tali, sapu, kuas, kuas cat, filter dasar *septic tank*, atap, alat pancing dan untuk kerajinan tangan (Ishak *et al.*, 2011).

Dalam pemanfaatan biomassa limbah pertanian sebagai sumber daya serat alternatif telah menarik minat para peneliti. Heryani *et al.*, (2020) merancang formula dan mendesain material yang relatif tahan efek peledakan/getaran berbasis limbah terbarukan. Penggunaan limbah terbarukan dari daun nanas, kulit aren dan kulit jeruk mampu mensubstitusi bahan beton hingga 0,53% dengan memperhatikan beberapa hasil uji seperti daya serap air, densitas, kuat tekan dan tekstur.

Dalam pembuatan mesin penghancur ada beberapa komponen utama guna mendukung fungsi mesin tersebut adalah Motor listrik (Sutowo & Diniardi, 2010), Transmisi (sabuk, rantai, gear, dan lain-lain (Azhari & Maulana, 2018), Bantalan salah satu elemen mesin yang memiliki fungsi untuk menumpu poros berbeban agar dapat bekerja secara halus, aman pada setiap

putaran atau gerakan bolak-baliknya, Poros, Pasak (Azhari & Maulana, 2018; Sutowo & Diniardi, 2010), dan Pisau potong yang memiliki kekuatan dan ketajaman. (Sutowo & Diniardi, 2010).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Alat Produksi Material Biomassa

Hasil rancang bangun alat penghancur limbah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat produksi material biomassa

Alat penghancur limbah dilengkapi empat buah pisau pencacah setiap porosnya dan saringan untuk kehalusan hasil gilingan yang digerakkan menggunakan motor penggerak mesin diesel berbahan bakar solar dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) pisau pencacah, (b) saringan, dan (c) mesin diesel

Menurut Zulkarnain *et al.*, (2014) pisau pencacah pada mesin *hammer mill* biasanya digunakan dalam industri dan pabrik yaitu pada proses penggilingan gandum, pakan ternak, penghancur kertas, dan penghancur kompos organik berfungsi untuk merubah ukuran suatu bahan baku produksi menjadi butiran-butiran tepung yang sangat halus.

Efektitas Alat Produksi Material Biomassa

Pengujian efektifitas alat meliputi kapasitas alat (kg/jam), rendemen, losses, dan energi. Pada kapasitas *prototype* alat penghancur diketahui bahwa satu putaran

poros akan menghasilkan 0,0071 kg dari berat biomassa limbah sebesar 0,5 kg. Agar perencanaan sebesar 50 kg/jam atau 0,8333 kg/menit dapat tercapai, maka putaran poros yang diperlukan dapat diperhitungkan dengan Persamaan 1 sebagai berikut :

$$KA_{\text{putaran poros}} = \frac{0,8333 \left(\frac{\text{kg}}{\text{menit}}\right)}{0,0071 \text{ (kg)}} \quad (1)$$

$$= 117 \text{ rpm}$$

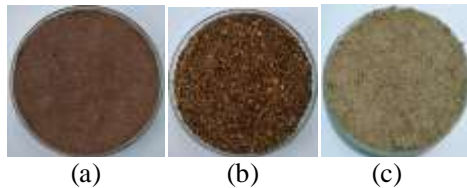
Untuk memenuhi kapasitas alat yang dirancang sehingga biomassa limbah pertanian dapat hancur disegala kondisi maka pada perancangan ini diberikan faktor keamanan $S_{fp} = 1,2$

$$117 \times 1,2 = 140 \text{ rpm}$$

Kecepatan putaran poros yang digunakan dalam proses penghancuran dengan kapasitas 50 kg/jam membutuhkan kecepatan sebesar 140 rpm.

Menurut Burlian & Yani, (2019) kecepatan satu kali putaran adalah 0,85 detik dalam proses penghancuran adalah 70 putaran dalam tiap menitnya. Waktu dan perputaran yang diukur tersebut adalah konstan dan dapat berubah apabila terjadi penurunan kekuatan/tenaga pada pengguna alat.

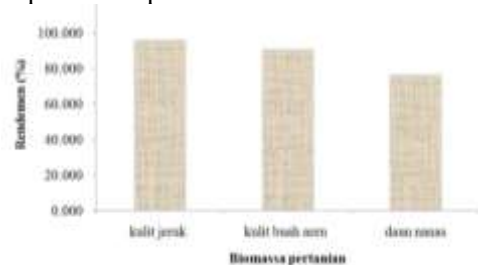
Ukuran partikel material yang dihasilkan sesuai dengan ukuran standar partikel-partikel tepung berukuran 60-80 mesh.



Gambar 3. (a) kulit buah aren, (b) kulit jeruk, dan (c) daun nenas

Menurut Zulkarnain *et al.*, (2014) Dalam proses penghancuran ukuran partikel menjadi tepung adalah 70 – 80 mesh setara dengan 210 mikron atau 0,210 milimeter sesuai dengan ukuran standar partikel – partikel tepung. Semakin besar jumlah mesh berarti ukuran lubang akan semakin kecil. Menurut Pribadyo (2016) ukuran partikel material berpengaruh terhadap kerapatan produk, pada produk briket diketahui bahwa semakin tinggi keseragaman ukuran partikel maka akan menghasilkan briket dengan kerapatan dan keteguhan yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan kandungan serat yang lebih rapat pada bahan penyusun briket.

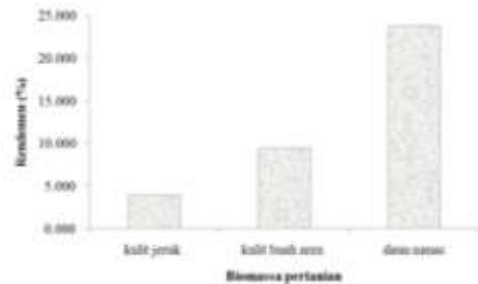
Berdasarkan rendemen yang didapatkan dari masing-masing kulit jeruk sebesar 96,078%, kulit buah aren sebesar 90,525%, dan daun nenas sebesar 76,257% dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil rendemen material biomassa

Dapat dikatakan bahwa penghancuran biomassa dengan menggunakan alat jauh lebih efektif dibanding di hancurkan dengan menggunakan lesung ataupun alat blender. Dengan perolehan rendemen pada 3 (tiga) jenis biomassa yang diujicobakan rata-rata 87,620%.

Sementara losses yang terjadi pada masing-masing daun nenas sebesar 23,743%, kulit buah aren sebesar 9,475%, dan kulit jeruk sebesar 3,922% dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil losses material biomassa

Pada setiap penimbangan selalu terjadi perubahan berat yaitu penurunan bobot biomassa selama proses penghancuran butir-butir biomassa menjadi tepung. *Losses* rata-rata sebesar 12,380%.

Selanjutnya akan dihitung daya yang diperlukan motor penggerak untuk menggeser pisau penghancur biomassa pada porosnya dengan Persamaan 4 sebagai berikut :

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \times 3,14 \times 140}{60} = \frac{879,2}{60} = 14,65 \text{ rad/s}^2$$

$$P = 38,52 \text{ Nm} \times 14,65 \text{ rad/s}^2$$

$$= 564,31 \text{ watt}$$

Pada perancangan ini diberikan faktor keamanan $S_{fp} = 1,5$

$$564,31 \text{ watt} \times 1,5 = 846,46 \text{ watt}$$

Daya yang digunakan dalam operasional alat sebesar 846,42 Watt. Kemudian penggunaan bahan bakar solar tiap *batch* biomassa adalah 4 L per *batch*.

5. KESIMPULAN

Aneka limbah biomassa dapat dijadikan sebagai substitusi material dalam pembuatan aneka produk, salah satunya sebagai kriya inovatif. Prototype alat yang dihasilkan pada skala *pilot plant* yaitu kapasitas 50 kg kering/jam atau 160 kg basah/jam per *batch*, pada kecepatan 140 rpm, menghasilkan material biomassa yang berukuran 60-80 *mesh*, dengan perolehan rendemen pada 3 (tiga) jenis biomassa yang diujicobakan rata-rata 87,620%. Daya yang digunakan dalam operasional alat sebesar 846,42 Watt menggunakan bahan bakar solar 4 L per *batch*.

Saran dalam implementasi alat adalah ditambahkan modifikasi pada sistem kontinyu untuk menekan *loses* yang mencapai 12,380% sementara ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

Azhari, C., & Maulana, D. (2018). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Crusher Kapasitas 50 kg/jam. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 13(2), 7-14.

Burlian, F., & Yani, I. (2019). Rancang Bangun Alat Penghancur Sampah

Botol Plastik Kapasitas ±33 Kg/Jam. In *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 4, M-17-M-23.

Haq, I. U., Akhtar, K., & Malik, A. (2014). Effect of experimental variables on the extraction of silica from the rice husk ash. *J.Chem.Soc.Pak*, 36(3), 382-387.

Heryani, H. (2016) Keutamaan Gula Aren dan Strategi Pengembangan Produk. Lambung Mangkurat University Press, Cetakan Pertama, 1-157. ISBN : 978-602-6483-05-8.

Heryani, H., Tjitradi, D., Putra, M. D., Kartadipura, R. H., & Afiah, N. (2020). Perancangan dan Desain Material Untuk Mengurangi Efek Peledakan Pada Kontruksi Berbasis Limbah Terbarukan. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 5(2), 88-93.

Ishak, M. R., Sapuan, S. M., Leman, Z., Rahman, M. Z. A., & Anwar, U. M. K. (2011). Characterization of sugar palm (*Arenga pinnata*) fibres: tensile and thermal properties. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, 109(2), 981-989.

Lempang, M., Syafii, W., & Pari, G. (2011). Struktur dan komponen arang serta arang aktif tempurung kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(3), 278-294.

Marshall, R. E., & Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste management*, 33(4), 988-1003.

Pribadyo, P. (2016). Pengaruh Ukuran Mesh Terhadap Kualitas Briket Batu Bara Campur Biomassa Kulit Kacang Tanah Dan Tepung Kanji Sebagai Perikat Dengan Tekanan 8,43 kg/cm². *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 2(1), 127-135.

Sutowo, C., & Diniardi, E. (2010). Perencanaan Mesin Penghancur Plastik Kapasitas 30 kg/jam. *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2), 39-49.

Utami, B. (2015). Pembuatan dan Karakteristik Briket Arang Dari Limbah Tempurung Kemiri (*Aleurites Moluccana*) dengan Menggunakan Variasi Jenis Bahan Perikat dan Jumlah Bahan Perikat. *Juridik Kimia-Fmipa-Uny*. 59-69.

Widmer, W., Zhou, W., & Grohmann, K. (2010). Pretreatment effects on orange processing waste for making ethanol by simultaneous saccharification and

fermentation. *Bioresource technology*, 101(14), 5242-5249.

Yusof N., Iranmanesh, M., Awang, H. (2015). Pro-environmental practices among Malaysian construction practitioners. *Advances in Environmental Biology*, 9(5), 117-119.

Zulkarnain, R., Slamet, S., & Hidayat, T. (2014). Perancangan Mesin Hammer Mill Penghancur Bongkol Jagung dengan Kapasitas 100kg/jam sebagai Pakan Ternak. *Prosiding SNATIF*, 75-82.