

KARAKTERISTIK ALAT PENEPUNG DISC MILL FFC-XX UNTUK PENEPUNGAN TONGKOL JAGUNG KERING

Didik Ariwibowo

PSD III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang Semarang
Email: didik_ariwibowo@ymail.com

ABSTRAK

Sisa tanaman pertanian yang cukup melimpah tetapi masih jarang digunakan sebagai bahan ransum pakan hewan adalah tongkol jagung. Pengurangan ukuran partikel pakan dengan cara penggilingan kemudian dibuat pelet merupakan salah satu perlakuan pradiestasi pada pakan berserat secara fisik yang mampu meningkatkan pencernaan. Alat penepung tipe disc mill merupakan alat penggiling yang telah banyak diproduksi secara komersial. Namun, karakteristik disc mill terhadap bahan umpan perlu diinvestigasi terkait dengan kapasitas produksi dan konsumsi energi spesifik untuk bahan dengan tingkat kekeringan tertentu. Riset ini bertujuan untuk menginvestigasi karakteristik suatu alat penepung tipe *disc mill* FFC-XX untuk memproduksi tepung dari bahan tongkol jagung. Tongkol jagung yang diumpankan memiliki kandungan air (moisture content - MC) 22% dan 33%. Tongkol jagung digiling menjadi tepung dengan ukuran mesh-20, mesh-25, dan mesh-80. Karakteristik yang dideskripsikan yaitu kapasitas produksi (kg/jam) dan konsumsi bahan bakar spesifik (Liter/kg). Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan air bahan umpan berefek pada perbedaan kapasitas produksi pada mesh-20 dan mesh-25. Kapasitas produksi pada mesh-20 berturut-turut adalah 8,44 kg/jam untuk MC 22 dan 10,61 kg/jam untuk MC 33, dan pada mesh-25 berturut-turut adalah 10,36 kg/jam untuk MC 22 dan 11,98 kg/jam untuk MC 33. Namun pada mesh-80, kandungan air tidak berefek pada perbedaan kapasitas. Kapasitas produksi pada mesh-80 berada pada rentang 1,95 kg/jam - 2,15 kg/jam. Analisis sidik ragam pada konsumsi bahan bakar spesifik (L/kg) menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik berbeda pada pengoperasian alat dengan mesh-25. Pada mesh tersebut, konsumsi bahan bakar spesifik adalah 0,1 L/kg untuk MC 22 dan 0,07 L/kg untuk MC 33.

Kata kunci: alat penepung, analisis sidik ragam, konsumsi bahan bakar spesifik, tongkol jagung

1. PENDAHULUAN

Hasil sisa tanaman pertanian yang cukup melimpah tetapi masih jarang digunakan sebagai bahan ransum pakan hewan adalah tongkol jagung [1]. Tongkol jagung mengandung lignoselulosa yang terdiri dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa [2]. Kandungan nutrisi tongkol jagung meliputi: kadar air, bahan kering, protein kasar dan serat kasar berturut-turut sebagai berikut 29,54%; 70,45%; 2,67% dan 46,52% dalam 100% bahan kering. Tongkol kosong berbentuk batang berukuran cukup besar, sehingga tidak dapat dikonsumsi hewan jika diberikan secara langsung. Tingkat kehalusan gilingan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ternak [3]. Oleh karena itu, untuk memberikannya perlu penggilingan terlebih dahulu.

Pengurangan ukuran partikel pakan dengan cara penggilingan kemudian dibuat pelet merupakan salah satu perlakuan pradiestasi pada pakan berserat secara fisik yang mampu meningkatkan pencernaan [4]. Bentuk pakan lengkap berupa pelet memudahkan saat pemberian, dan penanganan pakan menjadi lebih praktis [5].

Teknologi penggilingan jagung selama ini didapatkan dari mesin yang bekerja dengan prinsip tumbukan (*Hammer Mill*) dan penggilingan dengan proses gesekan dari dua pelat yang bergerigi [6]. Saat ini terdapat beberapa alat penggiling dengan teknologi yang berbeda, diantaranya adalah *hammer mill*, *roller mill*, dan *disc mill*. *Hammer mill* adalah tipe penggiling pukul (*impact*) yang digunakan untuk memecah bahan. Bahan dikecilkan ukurannya dengan pukulan antara palu (*hammer*) dan dinding, dan mendorong bahan melalui plat berlubang hingga terbangkitkan panas. Hal ini menyebabkan produk terpanaskan dan kehilangan kandungan airnya [7]. Secara umum dibutuhkan tenaga sebesar satu kilowatt (kW) untuk menggiling satu kilogram bahan permenit pada penggilingan sedang [8]. Berbeda dengan *hammer mill*, prinsip kerja *roller mill* adalah dengan cara menerapkan gaya tekan roller ke bahan sehingga berdeformasi dan tereduksi ukurannya. Pada reduksi ukuran tertentu, bahan akan terpecah menjadi pecahan-pecahan yang lebih kecil dari ukuran semula. Teknologi *disc mill* merupakan gabungan antara *hammer mill* dan *roller mill* yang menerapkan pukulan dan penekanan pada bahan hingga mereduksi bahan menjadi ukuran yang lebih kecil.

Kebutuhan energi untuk proses penggilingan terkait dengan kekerasan bahan yang digiling. Semakin tinggi kekerasan bahan, energi penggilingan yang dibutuhkan semakin tinggi [9]. Namun, keterkaitan antara kandungan air (*mixture content* - MC) dengan kebutuhan energi penggilingan belum banyak diteliti.

Alat penepung tipe *disc mill* telah banyak diproduksi secara komersial. Namun, karakteristik *disc mill* terhadap bahan umpan perlu diinvestigasi terkait dengan kapasitas produksi dan konsumsi energi spesifik untuk bahan tertentu

dengan tingkat kekeringan tertentu. Dengan demikian, informasi karakteristik disc mill dapat digunakan sebagai acuan mengembangkan teknologi atau mengembangkan usaha produksi tepung.

2. MATERIAL DAN METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan secara eksperimental laboratorium di Laboratorium Pengembangan Teknologi Tepat Guna PSD III Teknik Mesin UNDIP Semarang. Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu buah mesin penepung standar tipe disc mill FFC-XX, dengan bagian penggiling yang memiliki susunan seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Mesin dilengkapi dengan motor bensin berdaya 6,5 hp sebagai motor penggerak. Daya dari motor penggerak ditransmisikan ke disc mill melalui rangkaian *pulley-belt*. Peralatan penunjang meliputi timbangan, MC meter, tachometer, stop-watch, dan wadah ukur. Bahan umpan adalah tongkol jagung, yang didapatkan dari tempat pemipilan jagung, dengan kandungan air (*moisture content* – MC) 22% dan 33%.

Setiap percobaan dilakukan pada mesin penepung yang diberi umpan tongkol jagung sejumlah 2 kg (1 *batch*), Tongkol jagung diumpankan secara kontinyu melalui *hopper*, kemudian masuk ke bagian mill yang terdiri dari pena pemukul dan penekanan agar terpecah menjadi butiran kecil yang selanjutnya keluar melalui saringan dengan ukuran mesh tertentu. Bagian mill memiliki putaran 3960 rpm. Tongkol jagung yang diumpankan memiliki MC 22 dan MC 23. Sejumlah 3 batch dari setiap MC disiapkan untuk diumpankan ke mesin penepung dengan 3 variasi mesh keluaran yaitu mesh-20, mesh-25, dan mesh-80. Setiap batch dilakukan perulangan sebanyak 3 kali pada hari yang berbeda. Durasi pemrosesan 1 batch percobaan diukur dengan stop-watch, sedangkan konsumsi bahan bakar diukur berdasarkan selisih level sebelum dan sesudah pemrosesan, yang terbaca pada wadah ukur. Hasil percobaan disajikan dalam bentuk table dan grafik. Data hasil percobaan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dengan 1 faktor (Anova: single factor), untuk mengetahui perbedaan kapasitas dan perbedaan konsumsi bahan bakar spesifik. Analisis sidik ragam dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel.



Gambar 1. Disc mill tipe FFC-XX

Tepung hasil proses penepungan ditimbang dan diukur kandungannya. Kapasitas produksi, dalam kilogram per jam (kg/jam), ditentukan secara kalkulasi dari data hasil tepung dibagi dengan durasi penepungan. Penentuan konsumsi bahan bakar spesifik didasarkan pada kalkulasi jumlah bahan bakar terpakai dibagi dengan hasil tepung. Kalkulasi konsumsi bahan bakar spesifik dan satuan liter per kg hasil tepung (L/kg).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan dan kalkulasi kapasitas dan konsumsi bahan bakar spesifik disajikan pada Tabel 1. Hasil investigasi perbedaan kapasitas dan konsumsi energi spesifik, yang dieksekusi dengan MS Excel, disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Tabel Hasil Percobaan dan Kalkulasi Kapasitas dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

MESH : 20										
Moisture Content (MC)			Durasi		Kapasitas	Konsumsi Bahan Bakar		Effisiensi	Bahan Bakar	
Awal (%)	Akhir (%)	Selisih (%)	(menit.detik)	(jam)	(kg/jam)	(mL)	(L/jam)	(%)	Spesifik (L/kg hasil)	
22	16	6	13 ' 20 "	0,22	7,02	180	0,81	78,0	0,12	
22	17	5	10 ' 30 "	0,18	9,26	150	0,86	81,0	0,09	
22	11	11	10 ' 40 "	0,18	9,06	170	0,96	80,5	0,11	
33	30	3	9 ' 20 "	0,16	10,99	130	0,84	85,5	0,08	
33	26	7	9 ' 30 "	0,16	10,61	140	0,88	84,0	0,08	
33	26	7	9 ' 40 "	0,16	10,24	170	1,06	82,5	0,10	

MESH : 25										
Moisture Content (MC)			Durasi		Kapasitas	Konsumsi Bahan Bakar		Effisiensi	Bahan Bakar	
Awal (%)	Akhir (%)	Selisih (%)	(menit.detik)	(jam)	(kg/jam)	(mL)	(L/jam)	(%)	Spesifik (L/kg hasil)	
22	19	3	9 ' 0 "	0,15	10,40	150	1	78,0	0,10	
22	18	4	9 ' 20 "	0,16	10,16	160	1,03	79,0	0,10	
22	12	10	9 ' 0 "	0,15	10,53	150	1,00	79,0	0,09	
33	27	6	8 ' 30 "	0,14	11,51	120	0,85	81,5	0,07	
33	27	6	8 ' 40 "	0,14	12,05	120	0,83	87,0	0,07	
33	28	5	8 ' 20 "	0,14	12,38	120	0,86	86,0	0,07	

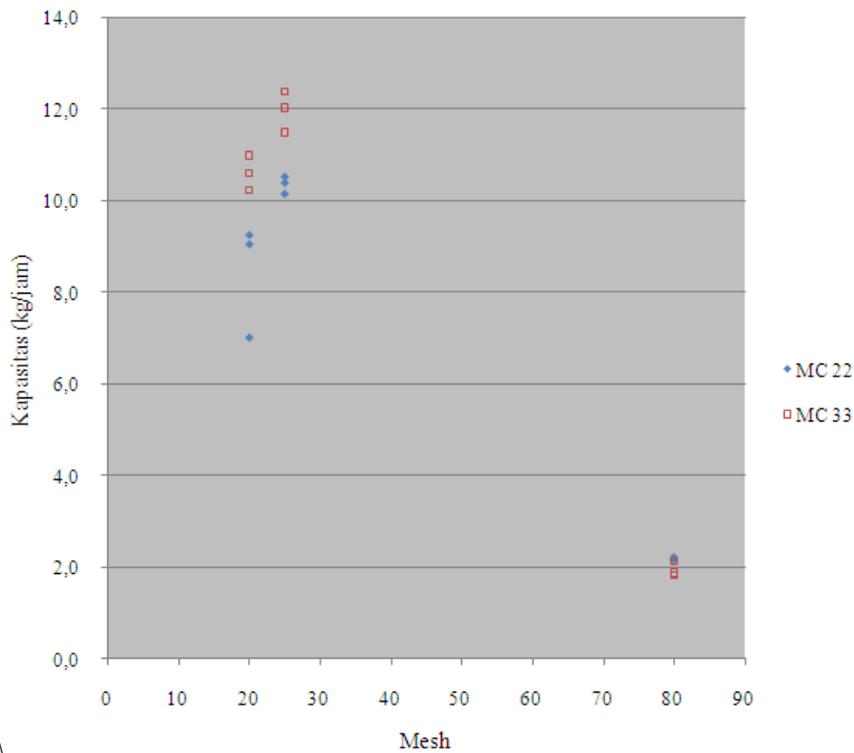
MESH : 80										
Moisture Content (MC)			Durasi		Kapasitas	Konsumsi Bahan Bakar		Effisiensi	Bahan Bakar	
Awal (%)	Akhir (%)	Selisih (%)	(menit.detik)	(jam)	(kg/jam)	(mL)	(L/jam)	(%)	Spesifik (L/kg hasil)	
22	4	18	16 ' 0 "	0,27	2,18	230	0,8625	58,0	0,40	
22	4	18	16 ' 10 "	0,27	2,23	230	0,85	60,0	0,38	
22	4	18	16 ' 0 "	0,27	2,18	230	0,86	58,0	0,40	
33	4	29	15 ' 0 "	0,25	1,84	220	0,88	46,0	0,48	
33	4	29	14 ' 40 "	0,24	2,13	210	0,86	52,0	0,40	
33	4	29	15 ' 20 "	0,26	1,88	220	0,86	48,0	0,46	

Nilai efisiensi pada Tabel 1 dihitung dari berat umpan tongkol jagung dibagi dengan berat hasil tepung. Untuk mendeskripsikan data hasil percobaan, data pada Tabel 1 ditransformasikan dalam bentuk grafik mesh versus kapasitas dan konsumsi bahan bakar spesifik, yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

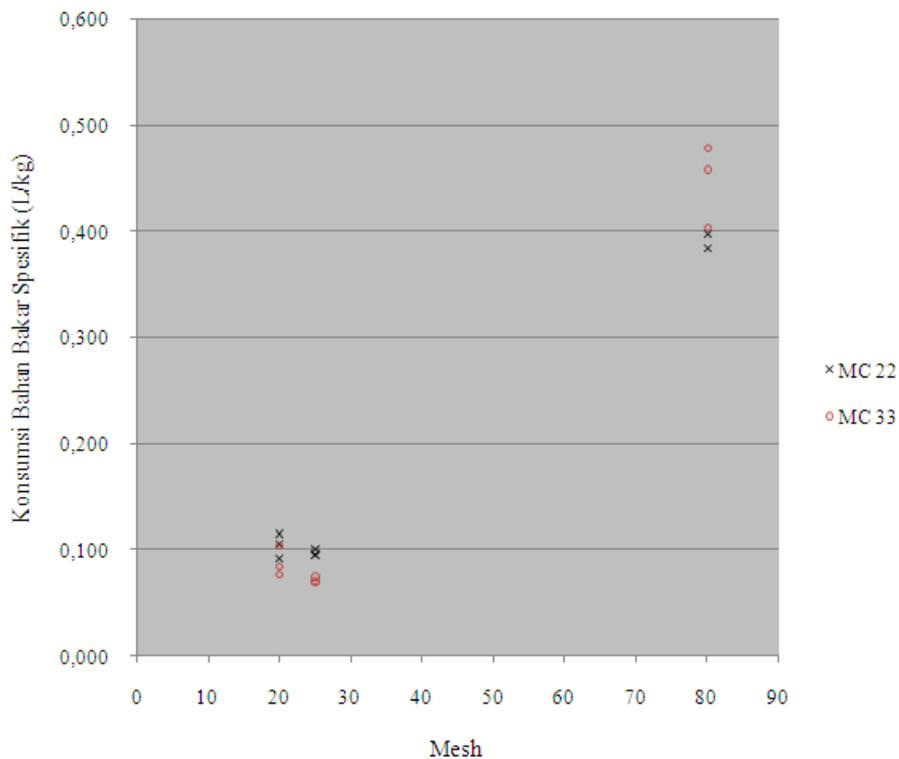
Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi penurunan kandungan air selama proses penepungan. Hal ini terjadi diduga karena adanya pembangkitan panas akibat dari proses penekanan dan gesekan selama penggilingan. Panas yang terbangkitkan mendorong terjadinya tegangan permukaan air di dalam tongkol jagung sehingga molekul air melepaskan diri dari serat dan berpenetrasi melalui serat serta pori tongkol jagung keluar ke permukaan dan kemudian ke dalam ruang penggiling. Desain ruang pendingin yang berhubungan dengan lingkungan di luar mesin penggiling memungkinkan uap air di dalam ruang penggiling keluar melalui hopper (di celah antar tongkol jagung yang diumpangkan) dan keluar melalui corong keluaran bersama dengan tepung. Dengan demikian kandungan uap air di dalam ruang penggiling tidak menjadi jenuh sehingga tidak memberikan efek pembasahan pada tepung hasil penggilingan. Hal serupa disampaikan oleh Posner and Hibbs (2005), bahwa terjadi proses pembangkitan panas dan penguapan kandungan air bahan pada penggilingan bahan untuk menjadi tepung yang dilakukan pada hammer mill.

Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat kapasitas optimal pada disc mill FCC-XX ini, yaitu ketika alat dioperasikan dengan keluaran mesh-25. Pada titik optimal tersebut kapasitas rata-rata mencapai nilai tertinggi yaitu 11,98 kg/jam pada MC 33 dan 10,36 kg/jam pada MC 22. Pengoperasian alat dengan mesh-20 membuat alat berkapasitas sedikit lebih rendah dari mesh-25, sedangkan kapasitas pada pengoperasian dengan mesh-80 jauh lebih kecil dari mesh-25.

Analisis logis terhadap kapasitas yang kecil pada pengoperasian dengan mesh-80 adalah karena proses penggilingan dilakukan berulang-ulang untuk dapat menghasilkan butiran tepung yang kecil yang dapat melewati saringan mesh-80. Proses penggilingan berulang juga menyebabkan pembangkitan panas lebih tinggi sehingga kandungan air tepung hasil penggilingan dengan mesh-80 rendah, yaitu sekitar 4-6%. Kapasitas tertinggi yang dicapai pada pengoperasian dengan mesh-25 diduga dipengaruhi oleh faktor desain ruang dan disc penggiling yang memiliki karakteristik yang tepat untuk penggilingan tongkol jagung, baik dengan MC 22 maupun MC 33. Faktori-faktori tersebut perlu diinvestigasi lebih lanjut.



Gambar 2. Grafik Mesh versus Kapasitas (kg/jam) pada MC 22 dan MC 33



Gambar 3. Grafik Mesh versus Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (L/kg) pada MC 22 dan MC 33

Gambar 3 merupakan gambaran konsumsi bahan bakar spesifik yang menyatakan konsumsi bahan bakar per kg hasil tepung. Titik minimum terjadi pada pengoperasian alat dengan mesh 25. Titik ini merupakan titik optimum alat, baik untuk kapasitas maupun untuk konsumsi bahan bakar spesifik.

Tabel 2. Analisis Sidik Ragam Perbedaan Kapasitas

MESH 20						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
MC 22	3	25,33339	8,444464	1,531913		
MC 33	3	31,84476	10,61492	0,141194		
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	7,066323	1	7,066323	8,446944	0,043838	7,708647
Within Groups	3,346215	4	0,836554			
Total	10,41254	5				

MESH 25						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
MC 22	3	31,09048	10,36349	0,036379		
MC 33	3	35,93604	11,97868	0,196187		
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	3,913242	1	3,913242	33,65263	0,004392	7,708647
Within Groups	0,465134	4	0,116283			
Total	4,378375	5				

MESH 80						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
MC 22	3	6,576804	2,192268	0,000895		
MC 33	3	5,845534	1,948511	0,024333		
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,089126	1	0,089126	7,065847	0,056498	7,708647
Within Groups	0,050455	4	0,012614			
Total	0,139581	5				

Tabel 3. Analisis Sidik Ragam Perbedaan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

MESH 20						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
MC 22	3	0,313567	0,104522	0,000131		
MC 33	3	0,262387	0,087462	0,000195		
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,000437	1	0,000437	2,679542	0,176986	7,708647
Within Groups	0,000652	4	0,000163			
Total	0,001088	5				

MESH 25						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
MC 22	3	0,292356	0,097452	1,13E-05		
MC 33	3	0,212353	0,070784	6,19E-06		
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,001067	1	0,001067	122,1319	0,000381	7,708647
Within Groups	3,49E-05	4	8,73E-06			
Total	0,001102	5				

MESH 80						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
MC 22	3	1,176437	0,392146	5,82E-05		
MC 33	3	1,34044	0,446813	0,001484		
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,004483	1	0,004483	5,813744	0,073462	7,708647
Within Groups	0,003084	4	0,000771			
Total	0,007567	5				

Data pada Tabel 1, Gambar 2 dan Gambar 3 memperlihatkan adanya perbedaan kapasitas dan perbedaan konsumsi bahan bakar spesifik. Analisis sidik ragam terhadap perbedaan kapasitas dan perbedaan konsumsi bahan

bakar spesifik dilakukan dengan taraf signifikan 95%. Hasil analisis sidik ragam tersaji pada Tabel 2 dan Tabel 3. Rangkuman sidik ragam tersebut terangkum dalam bentuk matriks yang dapat dilihat pada Gambar 4.

		MESH-20		MESH-25	
		MC 22	MC 33	MC 22	MC 33
MESH-20	MC 22	-	10,61	10,36	-
	MC 33	8,44	-	8,44	11,98
MESH-25	MC 22	10,61	-	-	10,61
	MC 33	8,44	-	-	11,98

(a)

		MESH-20		MESH-25	
		MC 22	MC 33	MC 22	MC 33
MESH-20	MC 22	-	0,087'- 0,104	0,097'- 0,104	-
	MC 33	0,087'- 0,104	-	-	0,070'- 0,087
MESH-25	MC 22	0,097'- 0,104	-	-	0,07
	MC 33	-	0,070'- 0,087	0,10	-

(b)

Gambar 4. Matriks Analisis Sidik Ragam: (a) Perbedaan Kapasitas (kg/jam) dan (b) Perbedaan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (L/kg)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan air bahan umpan berefek pada perbedaan kapasitas produksi pada mesh-20 dan mesh-25. Kapasitas produksi pada mesh-20 berturut-turut adalah 8,44 kg/jam untuk MC 22 dan 10,61 kg/jam untuk MC 33, dan pada mesh-25 berturut-turut adalah 10,36 kg/jam untuk MC 22 dan 11,98 kg/jam untuk MC 33. Namun pada mesh-80, kandungan air tidak berefek pada perbedaan kapasitas. Kapasitas produksi pada mesh-80 berada pada rentang 1,95 kg/jam - 2,15 kg/jam.

Analisis sidik ragam pada konsumsi bahan bakar spesifik (L/kg) menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar spesifik berbeda pada pengoperasian alat dengan mesh-25. Pada mesh tersebut, konsumsi bahan bakar spesifik adalah 0,1 L/kg untuk MC 22 dan 0,07 L/kg untuk MC 33.

4. KESIMPULAN

Hasil investigasi karakteristik alat penepung tipe disc mill FFC-XX, memberikan kesimpulan:

1. Kondisi optimum untuk kapasitas dan konsumsi bahan bakar spesifik terjadi jika alat penepung FFC-XX dioperasikan dengan keluaran mesh-25.
2. Alat penepung sangat tidak efisien dioperasikan untuk memproduksi tepung dengan mesh-80.
3. Peluang perbaikan pada desain disc dimungkinkan untuk dapat meningkatkan efisiensi alat.

REFERENSI

- [1] Yulistiani, D. 2010. Fermentasi Tongkol Jagung (kecernaan >50%) dalam Ransum Komplit Domba Komposit Sumatera dengan Laju Pertumbuhan >125 gram/hari. Program Insentif Riset Terapan. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- [2] Ayliaawaty dan E. Susiani. 1985. Pengaruh berbagai *pre-treatment* pada limbah tongkol jagung terhadap aktivitas enzim selulase hasil fermentasi substrat padat dengan bantuan *Aspergillus niger*. Diakses dari <http://www.lppm.wima.ac.id/ailin.pdf>.
- [3] Hall, C. 1983. *Processing Equipment For Agricultural Products*. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut
- [4] Utomo, R., S.P.S. Budhi, A. Agus, dan C.T. Noviani. 2008. Teknologi dan Fabrikasi Pakan. Bagian Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [5] Suhartanto, B., B.P. Widyobroto, dan R. Utomo. 2003. Produksi ransum lengkap (*complete feed*) dan suplementasi *undegraded protein* untuk meningkatkan produksi dan kualitas daging sapi potong. Laporan Penelitian Ilmu Pengetahuan Terapan (Hibah Bersaing X/3). Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [6] Brennan, J. G, et all. 1990. *Food Engineering Operations 3th Ed*. Elsevier Publishing Co., New York.

- [7] Posner ES, Hibbs AN. 2005. Wheat Flour Milling. 2nd ed. St. Paul, MN. AACC. p 125-53.
- [8] Sutanto. 2006. Uji Performansi Mesin Penyosoh dan Penepung Biji Buru Hotong (*Setaria italica* (L) Beauv). Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor Bogor.
- [9] Dziski D. 2008. The crushing of wheat kernels and its consequence on the grinding process. Powder Tech 185:181-86.