

OPTIMASI ALAT PENEPUK GULA KRISTAL HASIL GRANULASI MENGGUNAKAN MESIN *HAMMER MILL* PADA SISTEM PEMBUATAN GULA SEMUT

Muhmad Jalu Purnomo

Jurusan Teknik Penerbangan STT Adisutjipto Yogyakarta
Jl. Janti Blok-R Lanud Adi-Yogyakarta
jalu_p@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh jumlah *hammer swing*, macam diameter ayakan, distribusi produksi dan nilai efisiensi. Bahan baku dalam percobaan ini adalah gula kristal hasil granulasi dengan metode penepungan menggunakan mesin *hammer mill*.

Hammer mill digunakan untuk menepung dengan cara memukul/menekan dan menumbuk bahan baku dari gula kristal menjadi serbuk (gula semut). Dalam penelitian ini digunakan dua variasi yaitu jumlah *hammer swing* (3 *swing*, 4 *swing* dan 5 *swing*) dan variasi diameter ayakan (6mm, 2mm dan 1mm).

Pengamatan yang dilakukan pada kondisi optimum alat penepung menggunakan mesin *hammer mill* ini pada perpaduan variasi jumlah *hammer 5 swing* dengan diameter ayakan 2 mm, menghasilkan nilai efisiensi sebesar 80%. Pada kondisi optimum ini distribusi produksinya 9.6kg/jam dengan diameter partikel rata-rata 1000microns atau 0.0394inch (18 mesh).

Kata Kunci : *Hammer swing*, *hammer mill*, gula kristal, gula semut, nilai efisiensi.

Abstract

The main objective of this research is to observe the influence of the number of hammer swing, sieve diameter, production distribution, and efficiency value. The material in this research is crystal sugar which is resulted from granulation process. Then, the material is crushed using hammer mill machine.

Hammer mill is used to reduce the size of the particle by impact, hit, and crush process. The process will reduce the size of crystal sugar to be powdered coconut sugar. There are two variations used in this research, the number of hammer swing (3 swing, 4 swing, and 5 swing) and sieve diameter (6mm, 2mm, 1mm).

The optimum condition is obtained when the 5 swing is combined with the sieve diameter 2mm. The combination obtains the efficiency value up to 80%, production distribution up to 9.6kg/hour with the particle diameter in average 1000micron or 0.0394inch (18 mesh).

Keywords : Hammer swing, hammer mill, crystal sugar, powdered coconut sugar, efficiency value

1. Pendahuluan

Pembangunan agroindustri merupakan tahapan pembangunan yang dilakukan sesudah pembangunan pertanian. Pembangunan agroindustri perlu mendapat perhatian khusus dari berbagai pihak yang terkait dalam pembangunan tersebut, karena pembangunan agroindustri dapat memberikan nilai tambah terhadap produk pertanian sehingga mampu memberikan tambahan pendapatan bagi para pelaku agroindustri (Soekartawi, 2000). Salah satu produk agroindustri yang memiliki prospek yang bagus apabila dikembangkan dengan baik adalah gula. Salah satu jenis gula yang berpotensi bisnis adalah gula semut. Harga gula kelapa kualitas ekspor di tingkat petani hanya mencapai Rp 4.800,-/kg, dan untuk harga gula semut berkualitas ekspor dapat mencapai Rp 9.000,-/kg (Artikel Dikjen IKM, 2007). Konsumen gula semut tidak hanya masyarakat Inonesia melainkan sudah mendunia, salah satu negara yang sudah mengkonsumsi gula semut antara lain Jerman dan Jepang (Salam, 2003). Selain mempunyai rasa dan aroma yang khas, gula semut dalam pembuatannya juga diproses secara alami.

Pemanfaatan teknologi bisa diaplikasikan yaitu dengan cara membuat alat penepung gula kristal dalam proses pembuatan gula semut dengan menggunakan mesin *hammer mill*, inovasi ini akan sangat membantu petani gula semut dalam memproduksi gula semut. Cara kerja mesin *hammer mill* yaitu dengan prinsip benturan/pukulan/impact dan juga dengan cara gesekan. Tipe produknya dapat berupa gula, tepung tapioka, sayuran kering, ekstrak tulang dan susu bubuk. (Loncin,A. dan Merson, 1979). Komponen *hammer mill* terdiri dari *hammer swing* dan ayakan, *hammer swing* sebagai pemukul, pembentur bahan baku sedangkan ayakan untuk pengayak/filter produk, ukuran partikel produk disesuaikan oleh lubang diameter ayakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan hasil optimasi penggunaan alat penepung pada proses pembuatan gula semut, untuk meningkatkan nilai kuantitas produksi tanpa mengurangi kualitas produk. Manfaat dari penelitian ini untuk meningkatkan nilai tambah secara finansial bagi petani gula kelapa ketika beralih memproduksi gula semut. Manfaat lain dari penelitian ini adalah untuk memberikan sentuhan teknologi pada sistem pembuatan gula semut.

2. Landasan Teori

1. Gula semut

Dinamakan gula semut karena bentuk gula ini mirip rumah semut yang bersarang di tanah (sumber: www.wikipedia.com). Bahan dasar untuk membuat gula semut adalah nira bisa berasal dari pohon kelapa, siwalan atau aren (enau). Secara umum gula semut disebut juga sebagai palm sugar, brown sugar, powdered coconut sugar atau palm zuiker. Permintaan akan gula semut terus meningkat dari waktu ke waktu. Terutama terhadap target pasar industri yang sangat mempertimbangkan efisiensi, mereka terus menonjolkan sisi kepraktisan dari gula semut dibandingkan dengan menggunakan gula merah biasa. Beberapa keuntungan dari gula semut antara lain mengandung sukrosa yang tinggi yang artinya mempunyai rasa lebih manis, karena sifatnya bubuk sehingga kadar kelarutannya sangat tinggi, bahkan bisa larut pada suhu air normal, selain itu mempunyai aroma yang khas dan harum.

Proses yang dilakukan untuk membuat gula semut sama seperti proses awal pada pembuatan gula kelapa, yaitu dimulai dari pengumpulan nira, penyaringan nira hingga proses pemasakan (110°C) nira hingga mengental. Setelah nira mengental dan sudah didinginkan (70°C) selanjutnya digranulasi, granulasi adalah proses pengadukan yang dilakukan secara kontinu untuk mengubah bentuk dari awalnya nira kental menjadi gumpalan kristal. Setelah itu proses penggilingan, proses ini dilakukan untuk memperkecil ukuran gula kristal hasil granulasi (*reduction size*) sebelum melewati proses pengayakan. Umumnya para petani gula semut menggiling dengan memanfaatkan tempurung kelapa

yang dibelah menjadi dua dan diberi pegangan dibagian dalamnya, karena tempurung kelapa mempunyai permukaan yang halus dan menyerupai lingkaran sehingga sangat cocok untuk media penggiling. Pengayakan dilakukan setelah proses penggilingan selesai, ayakan yang digunakan memiliki diameter ayakan 18 *mesh*. Setelah tahap penggilingan dan pengayakan selesai maka didapat produk akhir berupa gula semut, selanjutnya gula semut yang sudah terkumpul akan dikemas kedalam pack, yang selanjutnya sudah siap jual.

2 *Hammer mill*

Hammer mill adalah sebuah alat penggiling yang mempunyai rotor yang dapat berputar dan mempunyai alat pemecah berbentuk palu dimana palu-palu tersebut digantung pada suatu piringan (Theo Mertens, 1993). *Hammer mill* menggunakan prinsip benturan/pukulan/impact dan juga dengan cara gesekan. Tipe produknya dapat berupa gula, tepung tapioka, sayuran kering, ekstrak tulang dan susu bubuk (Loncin,A. dan Merson, 1979). *Hammer* akan ini dipasang menyatu pada sebuah batang/silinder putar yang berada di dalam ruangan berbentuk tabung dan di sekeliling dinding tabung dipasang ayakan. Produk hasil penumbukan akan keluar melalui lubang ayakan menuju ke lubang pengeluaran di bagian bawah tabung. Mesin ini cocok untuk bahan yang berupa curah. *Hammer mill* tidak direkomendasikan untuk penggilingan halus atau bahan-bahan yang sangat keras tetapi dapat dipakai untuk bahan-bahan yang berserat (Young,Q, 2003). Proses penggilingan dapat diartikan juga sebagai proses pengurangan ukuran (*size reduction*)



Gambar 1 *Hammer mill* (sumber: foto jalu)

3 Hipotesis

Jumlah *hammer swing* dengan ukuran diameter ayakan yang dipasang pada dinding dalam, dapat mempengaruhi ukuran partikel hasil produksi dan durasi waktu penepungan. Sehingga varisai untuk jumlah *hammer swing* dengan ukuran diameter ayakan akan dapat diketahui nilai optimasi alat penepung sehingga akan berdampak pada efisiensi waktu pada sistem pembuatan gula semut. Analisa bisnis akan menerangkan tentang kemungkinan produksi gula semut dijadikan sebagai industri usaha.

3. Metode Penelitian

1. Metode pengeringan bahan baku

Bahan baku yang digunakan berupa gula kristal hasil granulasi, yang mempunyai kadar air 4,74% (LPPT,UGM). Kadar air yang diijinkan untuk penepungan dengan mesin *hammer mill* maksimal 3%, karena bisa mengakibatkan bahan baku menggumpal dan mesin macet. Metode yang dipilih menggunakan metode pemanasan oven, bahan baku dimasukkan ke dalam oven pada suhu 110°C, selama 20menit. Hasil metode ini terbukti

berhasil menurunkan kadar air hingga 2%, sehingga kadar air semula (4,74%) dikurangi hasil pengeringan (2%), sehingga kadar air gula kristal menjadi 2,74%.

2. Variabel penelitian

Variabel yang digunakan terdiri dari, variabel terikat berupa ukuran partikel (microns). Variabel bebas berupa jumlah *hammer swing* dan diameter ayakan. Variabel kendalinya berupa putaran *rpm*, bentuk, serta ukuran *hammer swing* yang sama. Variasi variabel bebas terdiri dari

Tabel 1. Variasi variabel penelitian

Variasi	<i>Hammer 3 swing</i>	<i>Hammer 4 swing</i>	<i>Hammer 5 swing</i>
D ayakan 6mm	√	√	√
D ayakan 2mm	√	√	√
D ayakan 1mm	√	√	√

Alat penepung

1. Spesifikasi Spesifikasi

Desain alat penepung menggunakan mesin *hammer mill* dengan variasi jumlah *hammer 3 swing*, *4 swing* dan *5 swing*, dengan ukuran seragam yaitu panjang 12cm, lebar 5cm, tebal 3mm, bentuk permukaannya datar. Variasi diameter ayakan terdiri dari 6mm, 2mm dan 1mm, dengan lebar 5cm, berdiameter luar 14,5cm, dan diameter dalam 13,5cm. Jarak ujung *hammer swing* terhadap dinding/ayakan adalah 3mm. Lubang akses untuk produk pada dinding dalam, dengan ukuran 3cm x 8cm. Daya motor penggerak, menggunakan putaran 1400rpm. Dengan tenaga 1/4 hp = 187,5watt, daya motor *single phase* (tegangan 220volt). Bahan mesin *hammer mill*, untuk *hammer swing* menggunakan baja karbon piringan plat eiser tebal 5mm dengan ukuran diameter 25cm, untuk ruang penepungan menggunakan plat besar setebal 3mm.



Gambar 2. Alat penepung (sumber: Foto Jalu)

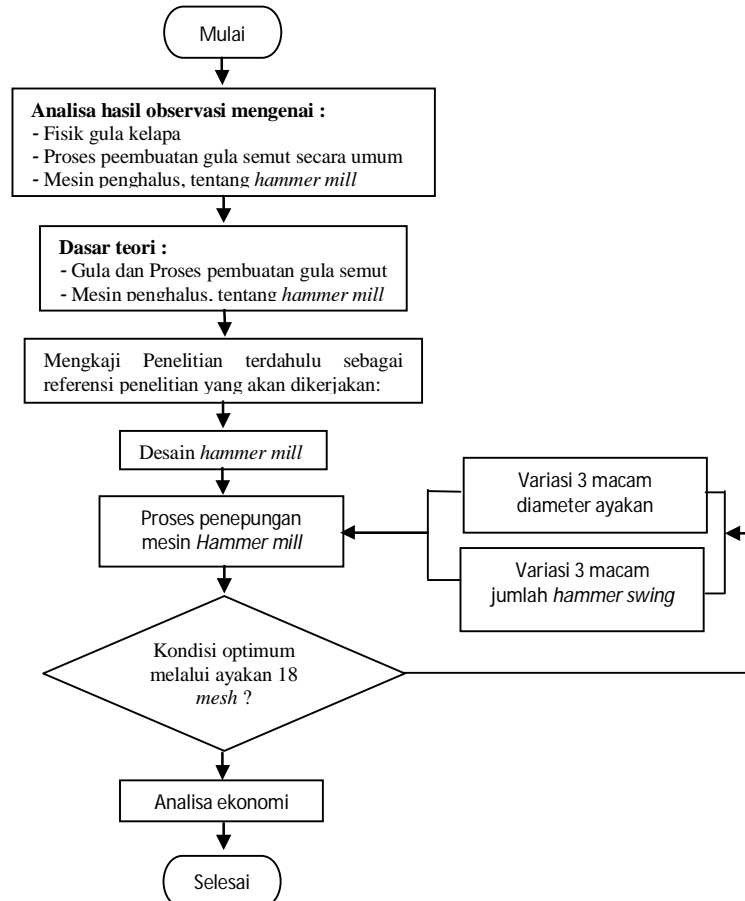
2. Cara menggunakan alat penepung

Cara pengoperasian alat penepung dengan cara memvariasikan variabel tersebut.



Gambar 3. Cara menggunakan alat (sumber: foto jalu)

4. Diagram Alur Penelitian



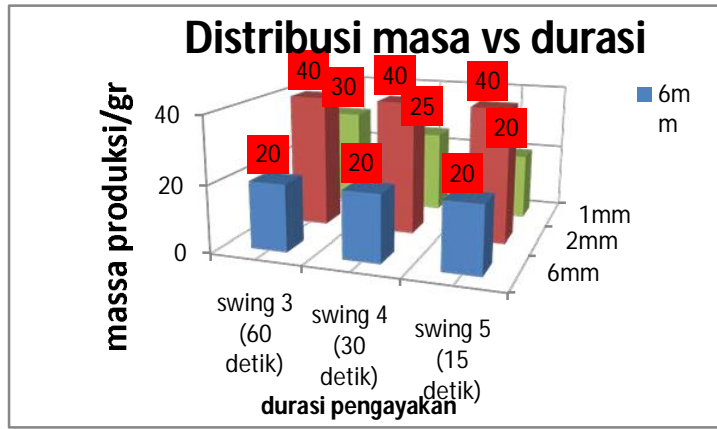
Gambar 4. Diagram alir penelitian.

Observasi dilakukan untuk mengetahui bahan baku yang digunakan serta proses pembuatan gula semut. Selanjutnya mencari mesin yang cocok untuk digunakan sebagai alat penepung. Landasan teori dan tinjauan pustaka diperlukan dan dikaji sebagai data mendukung penelitian ini. Langkah selanjutnya yaitu mendesain dan membuat alat penepung dengan mesin *hammer mill*. Proses penepungan dengan mesin *hammer mill* adalah ketika bahan baku dimasukkan ke dalam alat penepungan dan menghasilkan gula semut, alat penepung ini menggunakan variasi variabel untuk mencari kondisinya. Analisis ekonomi bertujuan untuk mengetahui kelayakan suatu usaha produksi gula semut.

5. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil penepungan

Hasil variasi variabel bebas pada proses penepungan gula semut lolos 18 *mesh* dengan kapasitas 50gr, hasilnya didapat sebagai berikut:

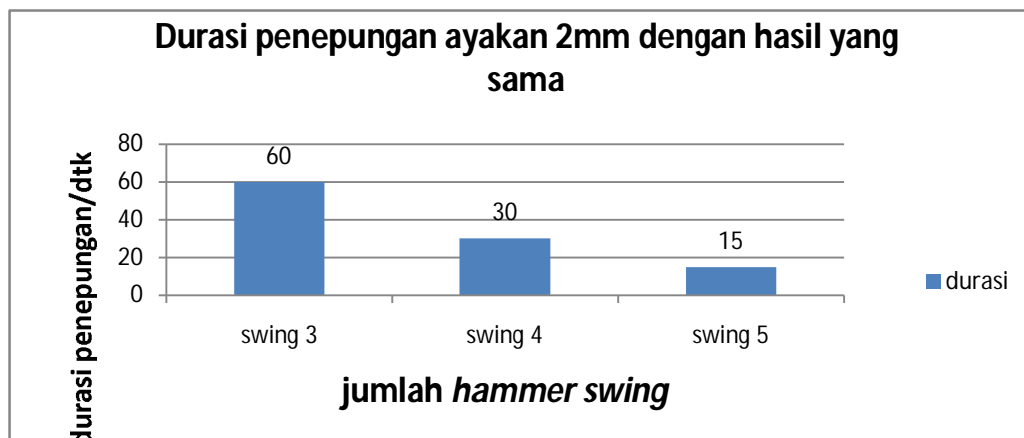


Gambar 5. Hasil penepungan

Gambar 5 menerangkan bahwa hasil tertinggi terletak pada penggunaan diameter ayakan 2mm yaitu 40gr. Durasi untuk *hammer 3 swing* yaitu 30 detik, *hammer 4 swing* yaitu 15 detik dan *hammer 5 swing* yaitu 15 detik. Sehingga jumlah *hammer swing* secara signifikan mempengaruhi durasi waktu dan distribusi massa gula semut.

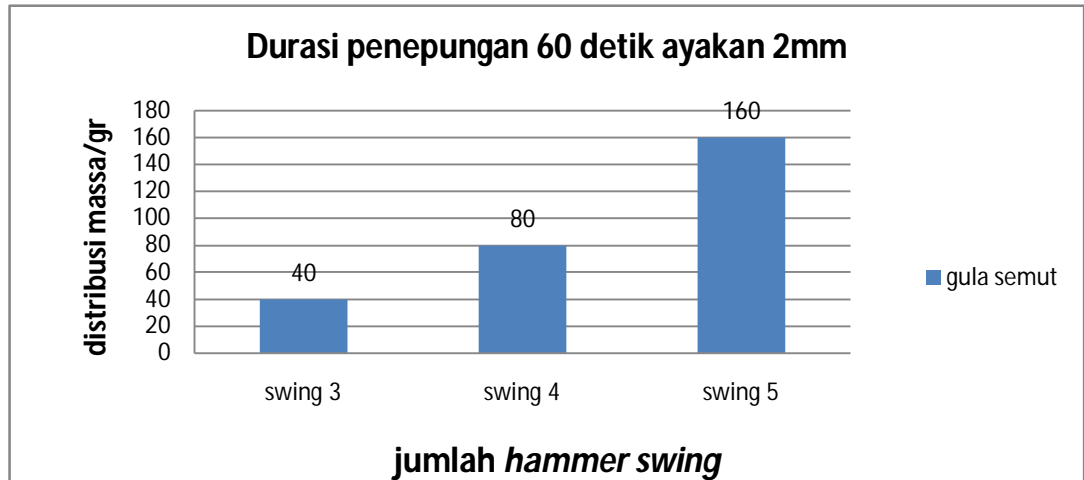
2. Pembahasan

Perubahan variasi *hammer 3 swing*, *4 swing* dan *5 swing* mempengaruhi durasi waktu penepungan. Meski menghasilkan distribusi produk yang sama yaitu 40gr, namun untuk *hammer 3 swing* memerlukan durasi penepungan selama 60 detik, sedangkan *hammer 4 swing* memerlukan durasi penepungan selama 30 detik sedangkan *hammer 5 swing* hanya memerlukan durasi penepungan selama 15 detik.



Gambar 6. Durasi penepungan

Terbukti variasi jumlah *hammer 5 swing* dengan diameter ayakan 2mm, memperoleh hasil tertinggi yaitu 40gr dalam durasi waktu 15 detik.



Gambar 7. Durasi penepungan 60 detik

Penjelasan pada gambar 7 diameter ayakan 2mm ini mempunyai nilai efisiensi produk $\frac{40}{50} \times 100\%$ yaitu 80%. Hasil durasi penepungan selama 15 detik adalah 40gr, sehingga ketika durasi diperpanjang menjadi 60 detik (15 detik x 4) maka produk yang akan dihasilkan menjadi 40gr x 4 = 160gr. Efisiensi waktu yang dihasilkan $\frac{160}{40} \times 100\%$ yaitu 400%. Apabila durasi waktu penepungan ini diperpanjang menjadi 1 jam, maka hasilnya menjadi 160gr x 60 menit = 9,6kg. Artinya durasi waktu selama 1 jam untuk variasi *hammer* 5 *swing* dengan diameter ayakan 2mm dapat menghasilkan 9,6kg.

Analisis ekonomi

Analisa kelayakan usaha yang ditampilkan yaitu : *Break Event Point* (BEP), *B/C ratio*, *Rate of Return on Investment* (ROI) dan *Pay Back Period* (PBP).

- $$\text{BEP} = \frac{\text{Total Biaya}}{\text{Harga Jual satuan}}$$

$$= 14.300,3 \text{ kg}$$

Produsen mencapai titik impas dalam usaha setelah menjual 14,3ton.
- $$\text{BCR} = \frac{\text{Pendapatan 1 tahun}}{\text{Biaya produksi 1 tahun}}$$

$$= 1.61$$

Artinya setiap 1 rupiah biaya memperoleh keuntungan sebesar 1.61 rupiah.
- $$\text{ROI} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Biaya investasi}} \times 100\%$$

$$= 64\%$$

Artinya keuntungan sebesar 64%.
- $$\text{PBP} = \frac{\text{Total Investasi} + \text{Total Biaya}}{\text{Keuntungan}}$$

$$= 3,13 \text{ tahun}$$

Artinya waktu pengembalian biaya investasi setelah 3 tahun 2 bulan produksi.

Analisis sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan dengan mengubah parameter pada saat harga bahan baku naik dan harga jual gula semut turun. Perusahaan menggunakan acuan BCR pada hitungan sebelumnya, yaitu sebesar 1,61 untuk menganalisis kelayakan usaha. Asumsi harga bahan baku sebesar Rp 20.000, harga gula semut sebesar Rp 40.000,- dan pendapatan tahunan sebesar Rp 926.016.000,-. Dalam perhitungan analisis sensitivitas ini, akan diubah nilai-nilai dari kenaikan harga bahan baku gula kristal dan penurunan harga jual gula semut.

- a. Bila harga bahan baku gula kristal naik hingga 167% (Rp 20.000,- x 167% = Rp 33.400,-/kg), maka:

$$\text{BCR} = \frac{926.016.000}{926.199.880} \\ = 0,99$$

Nilai BCR < 1, artinya usaha ini tidak layak untuk dijalankan.

- b. Bila harga jual gula semut diturunkan hingga 172% (Rp 40.000,- x 172% = Rp 23.000,-/kg), maka:

$$\text{BCR} = \frac{569.587.200}{575.012.680} \\ = 0,99$$

Nilai BCR < 1, artinya usaha ini tidak layak untuk dijalankan.

6. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Jumlah *hammer swing* dari 3 *swing*, 4 *swing* ke 5 *swing* dapat mempengaruhi durasi penepungan hingga 400% dengan nilai efisiensi sebesar 80%. Dengan ukuran diameter ayakan 2 mm, mampu memproduksi 9,6 kg/jam, diameter partikel rata-rata 1000micron atau 0.0394 inch (18 *mesh*). Kondisi optimum tersebut layak, dengan hasil BEP = 14,3ton, BCR = 1,61, ROI = 64%, PBP = 38 bulan. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa pengaruh kenaikan harga bahan baku dan penurunan harga gula semut dinyatakan tidak sensitif, hal ini karena perubahan hingga 167% baru menjadi tidak layak.

2. Saran

Perlu dipelajari faktor *scala up* alat penepungan ini, untuk industri nyata. Perlu dipelajari karakteristik bahan umpan berupa gula kelapa sehingga dapat dijadikan menjadi bahan baku pembuatan gula semut. Perlu ada penyempurnaan pada alat penepungan ini, baik konstruksi, bahan material yang digunakan maupun kapasitas produksinya. Perlu ada penelitian lanjutan tentang pengaruh variasi daya motor (*rpm*) penggerak terhadap kapasitas produksi.

Daftar Pustaka

- [1] Asih, 2009. Biogas dari buah-buahan dan biji-bijian sebagai alternatif sumber energi. <http://www.smpn1kebumen.sch.id>.
- [2] Wijantri, 2000 Tesis kajian penggunaan berbagai metode pengeringan dan jenis mutu kakao lindak terhadap sifat-sifat kimia bubuk kakao.
- [3] Anon, 1986. Alpine Process Technology Ltd, Runcorn, Cheshire.

- [4] Baskara katri, 2005. Tesis Pengaruh pelelehan gula kelapa dengan peningkatan suhu transisi gelas.
- [5] Atef Soleman Haman, 2005. Jurnal Penelitian Study the Engineering Parameters Affect the Performance of Crushing Olive Fruits.. Agricultural Engineering Research Institute (AENRI). Arabic.
- [6] Lending Model Usaha Kecil, 2007. Makalah Sistem Informasi Pola Pembiayaan.
- [7] Cecil P. Harrison, 1981. Granulation of Fertilizer Borate. United States Patent: 4,256,479,
- [8] Berita Litbang Industri Panjaitan, 2004. Gula agitator. Rumintang.
- [8] Dieter Deublein and Angelika Steinhauser, 2008. Biogas from Waste and Reneable Resources. Wiley, VCH Verlag GmbH & Co, KgaA.Weinhem
- [9] Aderemi, B.O, 2009. Buku pembuatan mesin penghalus jahe menggunakan desain mesin *hammer mill*.
- [10] Djuhana, 1999. Laporan teknis pembuatan mesin penghancur jagung sistem *hammer mill*.
- [11] Hartmutt Pallman, 2007. Apparatus for Converting Free Flowing, At Least Partially Thermopalstic Feed Material, Into Granuler, Agglomerates, Pellets, Compact and The Like. Zweibruecken. United States Patent : 2007/0029692A1
- [12] Isroi, S. Ropikoh, Siswanto, H. Widiastuti, 2008. Pengomposan Limbah *sludge* Pabrik Kertas Untuk Pupuk Bioorganik. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia: Bogor.
- [13] Jim Litser, Bryan Ennis, Liu Lian, 2004. The Science and Engineering of Granulation Process. Kluwer Academic Publisher.
- [14] Jose Cabello-Fuentes, 2002. Process for The Treatment of Sludge. Netherland. US. PATENT No.US.2002/0100375.A1.
- [15] Lahuddin, 2007. Pidato Pengukuhan Guru Besar. Aspek Unsur Mikro dalam Kesuburan Tanaman.
- [16] Loncin, M. and Merson, R. L, 1979. Academic Press. Food engineering. New York. pp. 246-264.
- [17] Rudi Purwanto, 2008. Artikel Lomba Tulis YPHL : Pemanfaatan Sampah Sebagai Pupuk Cair Organik Untuk Perkembangan dan Pertumbuhan Tanaman. [www.kabarindonesia.com]
- [18] S. Kamaraj, 2008. Biogas based power generation from fruit and vegetable waste through bi-phasic digestion. TAMILNADU AGRICULTURAL University. <http://www.nrc.org/Nanotech2008/showabstract.html?absno=70377>

