

## Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)

Journal homepage: <http://e-journal.janabradra.ac.id/index.php/JMST>

### Original Article

# Rancang Bangun dan Penerapan Mesin Ayakan Gula Semut di Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta

Mochamad Syamsiro<sup>1,2\*</sup>, Nurwiyanta<sup>3</sup>, Erni Umi Hasanah<sup>3</sup>, Muhammad Luk Marsakti<sup>1</sup>, Al Muafi Sandono<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Janabradra, Jl. T.R. Mataram 57 Yogyakarta 55231

<sup>2</sup> Center for Waste Management and Bioenergy, Universitas Janabradra, Jl. T.R. Mataram 57 Yogyakarta 55231

<sup>3</sup> Fakultas Ekonomi, Universitas Janabradra, Jl. T.R. Mataram 57 Yogyakarta 55231

\*Corresponding author :

E-mail: [syamsiro@janabradra.ac.id](mailto:syamsiro@janabradra.ac.id)

**Abstract** – Gula Semut is a sugar made from palm nectar or also called Neera that has gone through several processes before it is ready in a form that convenience for us to consume. This study aims to *design and fabricate the vibrating sieve machine to separate gula semut (crystalized sugar) based on particle size. The machine has a capacity of 50 kg/h depending on the raw material. The machine consists of several main parts such as siever, electric motor, vibrating spring, balancer and frame. Simple calculation has been conducted to meet the capacity of the machine. The machine was made of food grade stainless steel to prevent contamination in gula semut due to corrosion. A preliminary experiment has been carried out to evaluate the performance of the machine including adjusting the balancer position. Finally, the machine will increase the productivity of gula semut industry in Kulonprogo District.*

**Keywords** – Gula semut; Vibrating sieve machine; Particle size; Small enterprises.

## 1. Pendahuluan

Gula merupakan salah satu kebutuhan bahan pangan yang sangat penting bagi kebutuhan sehari-hari dalam rumah tangga maupun industri makanan dan minuman baik yang berskala besar maupun kecil. Gula menjadi sangat penting karena gula mengandung kalori yang dibutuhkan bagi kesehatan dan gula juga digunakan sebagai bahan pemanis utama yang digunakan oleh banyak industri makanan dan minuman (Sugiyanto, 2007).

Gula semut merupakan bentuk diversifikasi produk gula merah yang berbentuk butiran kecil (granulasi) berdiameter antara 0,8 – 1,2 mm. Bahan dasar untuk membuat gula semut adalah nira dari pohon kelapa atau pohon aren (enau). Kedua pohon ini termasuk jenis tumbuhan palmae maka dalam bahasa asing secara umum gula semut juga disebut sebagai palm sugar. Gula semut memiliki Beberapa kelebihan dari gula cetak antara lain yaitu lebih mudah larut, daya simpan lebih lama, bentuknya

lebih menarik, pengemasan dan pengangkutan lebih mudah, mudah diperkaya dengan bahan lain seperti rempah-rempah, iodium dan vitamin A atau mineral (Mustaufik dan Dwianti, 2007), serta harga yang lebih tinggi dari pada gula cetak.

Pembuatan gula semut secara tradisional menghasilkan keseragaman butiran yang rendah, sehingga perlu peningkatan efisiensinya dengan menggunakan alat mekanis. Salah satunya adalah dengan menggunakan mesin ayakan gula semut, yang memiliki prinsip kerja seperti alat vibrator (getaran), bertujuan untuk meningkatkan keseragaman ukuran butiran gula semut yang dihasilkan dan meningkatkan produktivitas hasil. Prinsip kerja mesin ini adalah mengayak gula semut dengan gaya tekan dari gula semut yang nantinya akan disaring melalui beberapa mesh sehingga dihasilkan gula semut dengan butiran yang sama. Menurut Sumariana (2012), banyaknya jumlah getaran sangat berpengaruh terhadap hasil pengayakan. Proses

pengayakan gula semut menggunakan vibration dengan jumlah getaran yang paling tinggi menghasilkan dimensi partikel yang lebih kecil.

Ada berbagai jenis alat pengayak yang dapat digunakan dalam proses sortasi bahan pangan yang secara umum diklasifikasikan dalam dua bagian besar :

1. Ayakan dengan celah yang berubah-ubah (*Screen Aperture*) seperti : *roller screen* (Pemutar), *belt screen* (kabel kawat atau ban), *belt and roller* (ban dan pemutar), *screw* (baling-baling).
2. Ayakan dengan celah tetap, seperti : *stationary* (bersifat seimbang/tidak berubah), *vibratory* (bergetar), *rotary* atau *gyratory* (berputar) dan *reciprocating* (timbang balik).

Yang tidak kalah penting dalam penerapan mesin ayakan di industri gula semut pemahaman masyarakat akan arti pentingnya penggunaan mesin dan manfaat yang diperoleh, sehingga perubahan dari ayakan tradisional ke mesin ayakan dapat berjalan lancar tanpa ada resistensi dari masyarakat. Pendidikan dan diseminasi teknologi mesin ayakan menjadi kunci proses transformasi tersebut (Biddinika et al., 2017).

Pemanfaatan mesin ayakan tipe getar ini tidak hanya digunakan industri gula semut, tetapi juga produk-produk makanan lainnya. Selain itu, industri pertambangan seperti batubara juga memanfaatkan ayakan getar ini untuk proses produksinya, bahkan teknologinya sangat berkembang di bidang ini (Makinde et al., 2015).

Zhao et al. (2017) melakukan studi optimasi mesin ayakan getar dengan menggunakan metode Taguchi. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan desain optimal dan operasional yang efisien. Li et al. (2015) telah melakukan simulasi perilaku aliran partikel dan efisiensi ayakan menggunakan *Discrete Element Method* (DEM). Hasilnya kemudian divalidasi dengan data eksperimen laboratorium. Hasilnya menunjukkan bahwa simulasi ini dapat diaplikasikan pada riset ayakan getar dan hasilnya dapat digunakan untuk memperbaiki desain dan fabrikasi ayakan getar. Peneliti lainnya juga melakukan simulasi ayakan getar untuk batubara yang hasilnya juga dapat digunakan untuk perbaikan yang efektif dari performa ayakan getar.

## 2. Metode Perancangan

Sebelum membuat sebuah alat, dalam hal ini mesin ayakan gula semut, terlebih dahulu memikirkan manfaat dan tujuan yang menjadi dasar untuk merancang. Setelah itu membuat sketsa gambar, menganalisis perhitungan dan mendesain Mesin Ayakan Gula Semut dengan aplikasi Autocad.

Energi masukan untuk mesin ini dirancang menggunakan motor listrik, hal ini karena pertimbangan operasional dimana semua industri gula semut telah teraliri listrik, sehingga sangat memudahkan dalam operasionalnya. Perancangan mesin dilakukan per bagian dari keseluruhan unit mesin untuk kemudian dilakukan perakitan. Bagian-bagian mesin tersebut meliputi rangka, panci mesh penyaring, bandul, motor listrik, dan pegas.

Prinsip Kerja Mesin Ayakan Gula Semut ini adalah menggunakan tenaga motor listrik untuk kemudian memutar bandul yang terhubung langsung dengan poros motor dengan tujuan menghasilkan getaran pada Mesin Ayakan Gula Semut. Gula semut yang masih kasar kemudian dimasukkan dalam bak/panci saring dengan nilai mesh berbeda setiap tingkatannya, ketika mesin menyala mesin akan mengalami getaran yang kemudian akan mengayak gula. Kualitas gula semut akan keluar disetiap baknya yang memiliki tingkat kehalusan gula sesuai yang dibutuhkan.

Yang menjadi pertimbangan utama dalam perancangan ini adalah kemudahan mendapatkan material, biaya yang semurah mungkin, kemudahan fabrikasi sehingga dapat dikerjakan oleh bengkel lokal, dan kemudahan perawatan. Setelah dilakukan perancangan seluruh unit yang ada kemudian dilanjutkan dengan fabrikasi semua unit (Syamsiro et al., 2016).

Setelah proses fabrikasi selesai kemudian dilanjutkan dengan pengujian awal mesin ayakan untuk memastikan operasional mesin berjalan baik. Pengujian awal dilakukan dengan penentuan getaran mesin meliputi getaran halus, standar, dan kasar yang merupakan kunci utama dari mesin ayakan ini. Setelah itu kemudian dilakukan pengujian pengayakan gula semut untuk melihat performa mesin pada kondisi sebenarnya. Pengujian dilakukan pada industri gula semut yang ada di Kabupaten Kulonprogo.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Rancangan Mesin Ayakan Gula Semut

Dalam pembuatan mesin ayakan gula semut dengan penggerak motor listrik diperlukan elemen-elemen yang terdiri dari bagian-bagian yang memiliki fungsi dan kegunaan masing-masing, yang kemudian disusun menjadi suatu kesatuan yang memiliki kegunaan lebih kompleks dan mampu memenuhi kebutuhan yang diharapkan. Mesin ayakan didesain dengan kapasitas 50 kg/jam dengan material utama menggunakan *stainless steel grade* makanan untuk mencegah terjadinya korosi yang dapat mencemari produk gula semut. Bagian-bagian mesin ayakan gula semut meliputi komponen-komponen berikut ini :

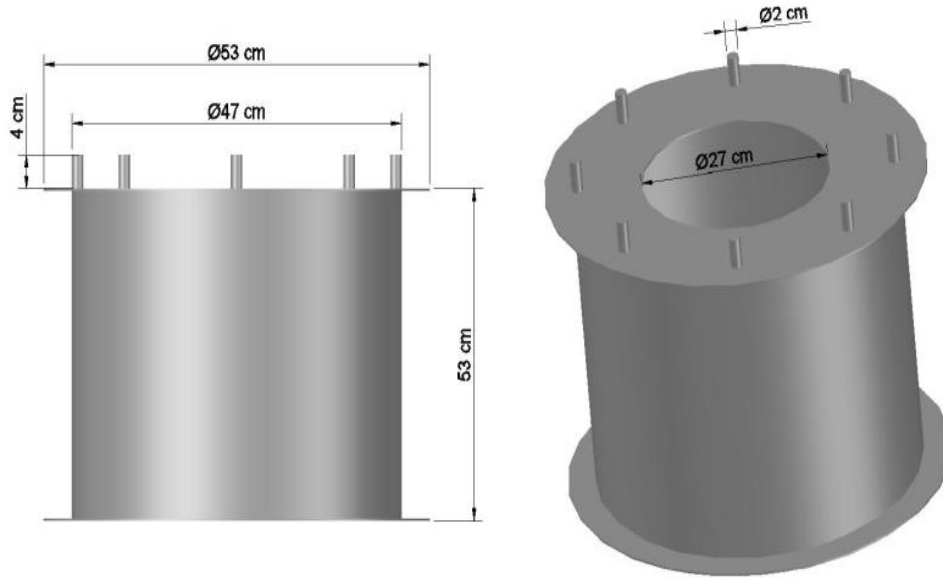
#### a. Rangka

Rangka berfungsi sebagai pendukung dan tempat dipasangnya komponen-komponen mesin ayakan gula semut seperti motor listrik, panci penyaring dan beberapa komponen seperti pegas maupun pengunci panci penggerak. Hasil rancangan rangka ditunjukkan pada Gambar 1.

#### b. Panci mesh penyaring dan penampung

Mesh penyaring berfungsi sebagai pemisah bagian-bagian gula yang diinginkan sesuai dengan ukuran yang telah dirancang dan menentukan tingkatan gula tersebut seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.

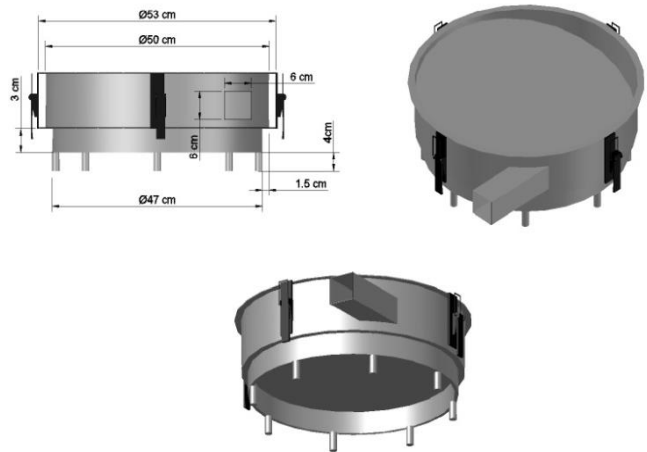
Mesh adalah ukuran dari jumlah lubang suatu jaring atau kasa pada luasan 1 inch persegi jaring/kasa yang bisa dilalui oleh material padat. Mesh 20 memiliki arti terdapat 20 lubang pada bidang jaring/kasa seluas 1 inch, demikian seterusnya.



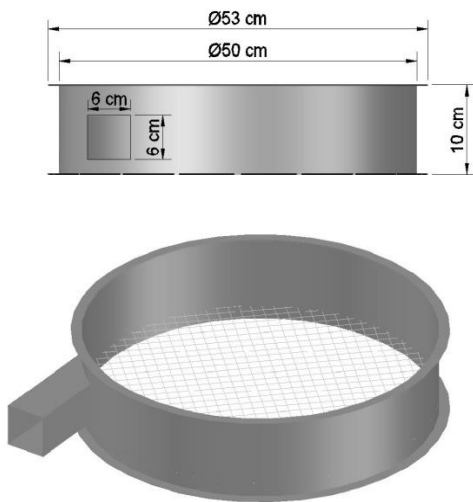
Gambar 1. Rangka mesin ayakan gula semut.

Ukuran mesh banyak digunakan pada proses penepungan atau penghalusan suatu bahan padatan, yang sebelum dihaluskan memiliki ukuran yang lebih besar. Pabrik semen, tepung makanan, industri metalurgi, dan pabrik powder kosmetik, menggunakan ukuran mesh dalam proses produksinya.

Bak penampung hasil berfungsi sebagai penampung gula semut yang paling halus/paling akhir. Selain sebagai penampung hasil gula semut bak ini juga berfungsi sebagai dudukan motor vibration dan pengunci pegas getar. Desain bagian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Panci penampungan hasil



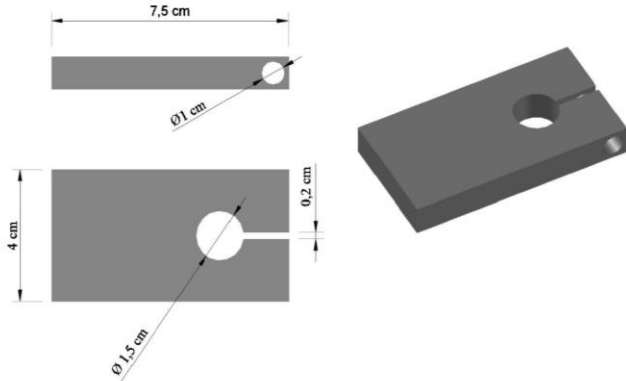
Gambar 2. Panci mesh penyaring

#### c. Balancer

Balancer pada dasarnya sebagai penyeimbang atau sebagai peredam getaran namun pada mesin ayakan, balancer berfungsi sebagai *vibration* (sistem getar) penghasil getaran pada ayakan gula. Balancer ini dihubungkan langsung dengan poros motor listrik.

#### d. Pegas getar

Pegas getar berfungsi sebagai pemberi gaya osilasi akibat hasil dari getaran. Balancer pada bak ayakan selain sebagai pemberi gaya osilasi, juga difungsikan sebagai dudukan panci ayakan.



Gambar 4. Balancer



Gambar 6. Motor listrik



Gambar 5. Pegas getar

#### e. Motor listrik

Motor listrik berfungsi memutar bandul/*balancer* yang kemudian menghasilkan getaran pada mesin ayakan gula semut. Motor listrik yang umum digunakan di dunia Industri adalah motor listrik asinkron, dengan dua standar global yakni IEC dan NEMA. Motor asinkron IEC berbasis metrik (milimeter), sedangkan motor listrik NEMA berbasis imperial (inch), dalam aplikasi ada satuan daya dalam horsepower (hp) maupun kiloWatt (kW).

Motor listrik IEC dibagi menjadi beberapa kelas sesuai dengan efisiensi yang dimilikinya, sebagai standar di EU, pembagian kelas ini menjadi EFF1, EFF2 dan EFF3. EFF1 adalah motor listrik yang paling efisien, paling sedikit memboroskan tenaga, sedangkan EFF3 sudah tidak boleh dipergunakan dalam lingkungan EU, sebab memboroskan bahan bakar di pembangkit listrik dan secara otomatis akan menimbulkan buangan karbon yang terbanyak, sehingga lebih mencemari lingkungan.

Dalam rancang bangun mesin ayakan gula semut ini, dilakukan beberapa perhitungan sederhana untuk mendapatkan dimensi mesin yang sesuai dan dapat berfungsi dengan tingkat kesalahan kerja yang minimum dan bekerja secara efisien. Perhitungan tersebut meliputi penentuan berat bandul sebagai penghasil getaran dengan ketentuan nilai frekuensi serta periode.

Perhitungan berikutnya adalah besarnya daya motor yang dibutuhkan. Motor harus mampu memutar 2 bandul dengan berat masing-masing 0,234 kg. Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah getaran bandul pada kondisi getaran halus dan kasar. Kapasitas mesin ditentukan juga oleh ukuran bak saringan. Perhitungan sederhana dengan menentukan volume bak dan densitas gula semut maka akan didapatkan kapasitas mesin ayakan.

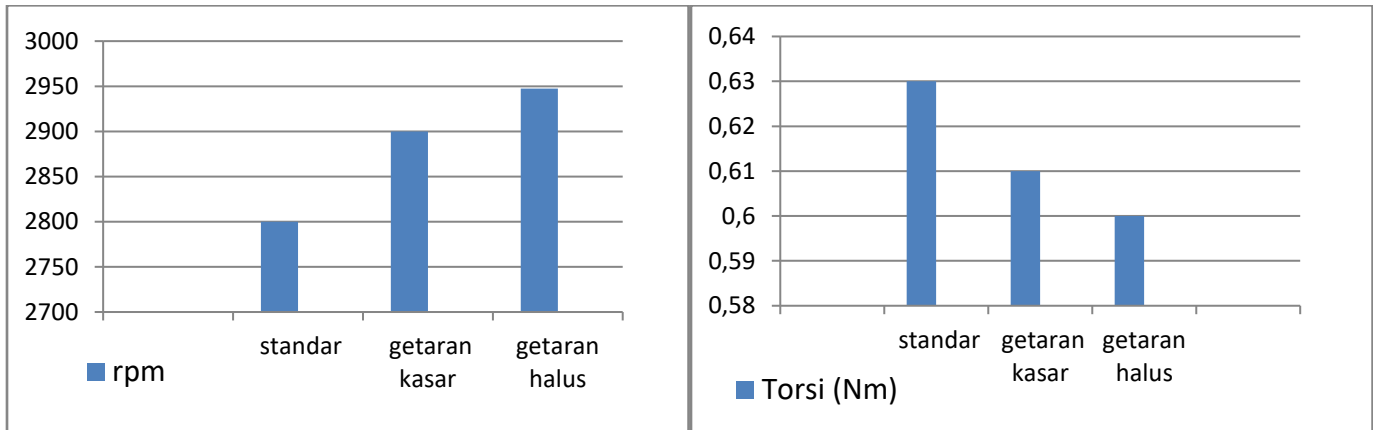
Dari berat yang didapat berdasarkan ukuran bak saringan, maka dapat diasumsikan pegas yang harus digunakan. Pada prinsipnya, bak saringan harus pada posisi melayang tidak boleh bersinggungan dengan kaki bak agar dihasilkan getaran yang diinginkan. Mesin didesain dengan 8 pegas yang disusun secara paralel dengan lendutan maksimum 30 cm. Hasil rancangan mesin ayakan gula semut ditunjukkan pada Tabel 1. Gambar rancangan dan fabrikasi mesin ditunjukkan oleh Gambar 7.

Tabel 1. Spesifikasi mesin ayakan gula semut hasil rancangan.

Komponen	Spesifikasi
Motor AC	2800 rpm ¼ Hp
Bandul	Jumlah : 2 bandul (atas & bawah) Dimensi : 75 x 40 x 10 mm Berat : 234 gram/bandul
Bak saringan	Jumlah : 3 bak saringan Dimensi : D dalam : 50 cm D luar : 53 cm T : 10 cm
Mesh	Bak 1 : mesh 14 Bak 2 : mesh 18
Pegas (paralel)	Jumlah : 8 Dimensi : D pegas : 25 mm D kawat : 3 mm T : 110 mm Total lilitan : 11 Lilitan aktif : 4
Beban Maksimum	: 30 kg / 3 bak
Beban pegas	: 50 kg / bak
Dimensi mesin	D : 53 mm ; T : 112 cm
Pengunci	Jenis tuas pegas



Gambar 7. Hasil rancangan dan fabrikasi mesin ayakan gula semut



Gambar 8. Grafik putaran dan torsi untuk beberapa tipe getaran

### 3.2 Hasil Pengujian Mesin

Pengujian mesin ayakan gula semut diawali dengan penentuan putaran dan torsi sebagai representasi dari getaran mesin yang dikelompokkan menjadi tiga yaitu getaran halus, standar, dan kasar. Grafik putaran dan torsi untuk tiga jenis getaran tersebut ditunjukkan oleh Gambar 8.

Getaran halus dihasilkan dari putaran bandul yang paling tinggi dibandingkan dengan yang lainnya. Sebaliknya getaran halus memberikan torsi yang paling rendah. Getaran ini akan mempengaruhi performa ayakan yang dihasilkan seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Pengujian dengan gula

semut dilakukan pada kondisi getaran halus dan kasar. Getaran kasar membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk proses pengayakan dibanding dengan getaran halus.

Namun demikian, pada getaran halus dihasilkan gula semut yang lebih banyak pada bak 3 (lolos mesh 18). Getaran halus lebih cocok untuk ayakan dengan ukuran partikel yang lebih lembut, sedangkan getaran kasar cocok untuk ayakan dengan partikel yang lebih besar. Getaran halus juga menghasilkan loss yang lebih sedikit, artinya gula semut yang tertinggal di mesin ayakan lebih sedikit.

Tabel 2. Hasil pengujian mesin ayakan gula semut dengan getaran halus dan kasar.

Percobaan	beban	Waktu	Bak 1	Bak 2	Bak 3	Hasil	Loss	
1	Getaran kasar	2 kg	18 s	0,005 kg	0,21 kg	1,605 kg	1,820 kg	0.185 kg
2		2 kg	19 s	0,025 kg	0,19 kg	1,640 kg	1,855 kg	0.145 kg
3	Getaran halus	2 kg	38 s	0,02 kg	0,185 kg	1,720 kg	1,925 kg	0.075 kg
4		2 kg	39 s	0,01 kg	0,155 kg	1,735 kg	1,900 kg	0.100 kg

### 5. Kesimpulan

Desain dan fabrikasi mesin ayakan gula semut tipe getar telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi industri gula semut. Mesin dirancang dengan kapasitas 50 kg/jam tergantung dari jenis gula semutnya. Perancangan mesin dilakukan per bagian dari keseluruhan unit mesin untuk kemudian dilakukan perakitan. Bagian-bagian mesin tersebut meliputi rangka, panci mesh penyaring, bandul, motor listrik, dan pegas. Pengujian mesin ayakan gula semut diawali dengan penentuan putaran dan torsi sebagai representasi dari getaran mesin yang dikelompokkan menjadi tiga yaitu getaran halus, standar, dan kasar.

Getaran halus dihasilkan dari putaran bandul yang paling tinggi dibandingkan dengan yang lainnya. Sebaliknya getaran halus memberikan torsi yang paling rendah. Pengujian dengan gula semut dilakukan pada kondisi getaran halus dan kasar. Getaran kasar membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk proses pengayakan dibanding dengan getaran halus. Namun demikian, pada getaran halus dihasilkan gula semut yang lebih banyak pada bak 3 (lolos mesh 18). Getaran halus juga menghasilkan loss yang lebih sedikit, artinya gula semut yang tertinggal di mesin ayakan lebih sedikit.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Ristekdikti yang telah membiayai kegiatan ini melalui skema Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) Tahun 2017. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada industri gula semut di Kabupaten Kulonprogo atas

kerjasamanya dalam implementasi program pengabdian masyarakat ini.

### Daftar Pustaka

- Biddinika, M.K., Syamsiro, M., Hadiyanto, A.N., Mufrodi, Z., Takahashi, F. (2017) *Technology for public outreach of fuel oil production from municipal plastic wastes*, Energy Procedia 142, <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.424>.
- Li, Z., Tong, X., Zhou, B., Wang, X. (2015) *Modeling and parameter optimization for the design of vibrating screens*, Mineral Engineering 83, pp. 149-155.
- Makinde, O.A., Ramatsetse, B.I., Mpofo, K. (2015) *Review of vibrating screen development trends: Linking the past and the future in mining machinery industries*, International Journal of Mineral Processing 145, pp. 17-22.
- Mustaufik, Dwiyantri, H. (2007) *Rekayasa Pembuatan Gula Aren Kristal yang diperkaya dengan Vitamin A dan Uji Preferensinya kepada Konsumen*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Jurusan Teknologi Pertanian, UNSOED, Purwokerto.
- Sugiyanto, C. (2007) *Permintaan Gula di Indonesia*, Jurnal Ekonomi Pembangunan, Vol. 8, No. 2, Desember, pp. 113-127.
- Sumariana, K.S. (2012) *Uji Performansi Mesin Penepung Tipe Disc (Disc Mill) untuk Penepungan Jewawut*, Agritech 32 (1), pp. 66-72.
- Syamsiro, M., Hadiyanto, A.N., Mufrodi, Z. (2016) *Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Sebagai Bahan Baku Mesin Pirolisis Skala Komunal*, J. Mek. Sist. Termal, Vol. 1 (2), pp. 43-48.
- Zhao, L., Zhao, Y., Bao, C., Hou, Q., Yu, A. (2017) *Optimisation of a circularly vibrating screen based on DEM simulation and Taguchi orthogonal experimental design*, Powder Technology 310, pp. 307-317.