

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA MESIN GRANULATOR BERAS JAGUNG

[Design and Performance Test of Corn Rice Granulator Machine]

Oleh :

Warji¹ , Budianto Lanya² , Gerry Hardika³

¹⁾ Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

^{2,3,4)} Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, email : gerryhardika@gmail.com

Naskah ini diterima pada 27 Maret 2013; revisi pada 25 Juli 2013;
disetujui untuk dipublikasikan pada 2 Agustus 2013

ABSTRACT

Development in science and technology today has been able to produce instant nutritious foods, such as imitation rice. The application of conventional technologies in the granulation process causes minimal quantity and quality of the imitation rice with corn feedstock generated. The purpose of this research was to design and to test its performance. This research was conducted at the Laboratory of Agricultural Engineering, Agricultural Engineering Department, University of Lampung. This research procedures included several stage: design, assembly, testing, observation and data analysis. The corn rice granulator machine is designed to the specifications of length 140 cm, width 75 cm, and height 170 cm and comes also with other components, such as hopper, sprayer, sweeper, corn rice container, electric motors, gearboxes, pillow block, and couple units. Some of component settings in the testing of this machine: the slope of granulator pan at 35°, discharge of hopper 0,2 kg/sec, discharge of water sprayer 0,54 ml/sec, speed of granulator pan rotation 28 RPM, and the clearance between corn rice container and granulator pan by 5 cm. The results showed that, this granulator machine had production capacity of wet corn rice up to 10,92 kg/hour, and efficiency of granulation up to 78,18%, for the raw material with composition 75% corn flour and 25% tapioca flour.

Keywords: *Granulator Machine, Imitation Rice, Corn.*

ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini yang telah mampu menghasilkan produk panganan instan bergizi, seperti beras imitasi. Penerapan teknologi konvensional dalam proses granulasi menyebabkan minimnya kuantitas dan kualitas beras imitasi dengan bahan baku jagung yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah merancang bangun dan menguji kinerja mesin granulator beras jagung. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanisasi Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung. Prosedur Penelitian ini mencakup beberapa tahapan, diantaranya adalah tahap perancangan, tahap perakitan, tahap pengujian hasil perancangan, tahap pengamatan dan tahap analisis data. Mesin granulator beras jagung dirancang bangun dengan spesifikasi panjang 140 cm, lebar 75 cm, dan tinggi 170 cm serta dilengkapi juga dengan komponen mesin lainnya, seperti hopper, sprayer, penyapu bahan baku, penampung beras jagung, motor listrik, gearbox, pillow block, dan couple unit. Pengaturan komponen dalam proses pengujian mesin ini diantaranya yaitu: kemiringan bidang granulator sebesar 35°, debit pengumpanan hopper sebesar 0,2 kg/detik, debit semprotan sprayer sebesar 0,54 ml/detik, kecepatan putar bidang granulator sebesar 28 RPM, celah antar penampung beras jagung dan bidang granulator sebesar 5 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, mesin granulator beras jagung memiliki kapasitas produksi beras jagung basah maksimum sebesar 10,92 kg/jam, dan efisiensi granulasi maksimum sebesar 78,18%, untuk bahan baku dengan komposisi 75% tepung jagung dan 25% tepung tapioka.

Kata kunci : *Mesin Granulator, Beras Imitasi, Jagung.*

I. PENDAHULUAN

Jagung merupakan bahan pangan dengan tingkat konsumsi tertinggi ketiga setelah beras dan singkong. Konsumsi jagung pada tahun 2011 dapat mencapai 0,012 kg/kapita/minggu sedangkan konsumsi beras pada tahun yang sama dapat mencapai 1,721 kg/kapita/minggu (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2011). Sebagai bahan pangan, jagung dapat dimanfaatkan sebagai tepung komposit untuk substitusi tepung terigu. Hal ini berkaitan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini yang telah mampu menghasilkan produk panganan instan, seperti beras imitasi, bubur instan, mi instan, puding instan dan lain-lain.

Produksi beras imitasi masih mendapat kendala di bidang teknologi, alat produksi yang digunakan masih berupa tampah sederhana dan dioperasikan secara manual. Proses pembuatan granular merupakan salah satu tahapan produksi beras imitasi yang membutuhkan pengembangan lebih lanjut. Penerapan teknologi tradisional dalam proses ini menyebabkan minimnya kuantitas dan kualitas granular beras imitasi yang dihasilkan. Salah satu solusi yang dapat ditawarkan adalah dengan menggunakan mesin pembuat granul atau mesin granulator.

Mesin granulator diketahui tidak hanya digunakan sebagai mesin pembuat butiran khusus beras imitasi saja, namun juga dapat digunakan sebagai pembuat butiran pupuk organik dan anorganik, pakan ikan, dan lain-lain. Beberapa keuntungan ketika menggunakan mesin granulator diantaranya yaitu: granul yang diperoleh lebih seragam, lebih higienis, dan dalam proses pembuatan granul, tidak memerlukan banyak tenaga manusia (Warji, 2009). Mesin granulator berbahan baku tepung singkong yang pernah dirancang bangun sebelumnya diketahui mampu meningkatkan kapasitas produksi dan tingkat keseragaman beras imitasi yang dihasilkan (Yance, 2010). Namun terdapat beberapa kekurangan dalam mesin granulator tersebut, diantaranya yaitu: mesin granulator sebelumnya belum dapat

dioperasikan secara otomatis dan kontinyu, tidak adanya hopper yang berfungsi sebagai saluran pengumpanan bahan baku, tidak adanya sprayer guna menyemprotkan air secara otomatis, dan tidak adanya saluran keluaran bagi beras imitasi yang telah selesai diproses.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun serta menguji kinerja mesin granulator beras imitasi berbahan baku tepung jagung. Mesin granulator dirancang bangun dilengkapi dengan hopper, sprayer dan penampung beras imitasi, sehingga mesin ini dapat dioperasikan secara otomatis dan kontinyu.

II. BAHAN DAN METODE

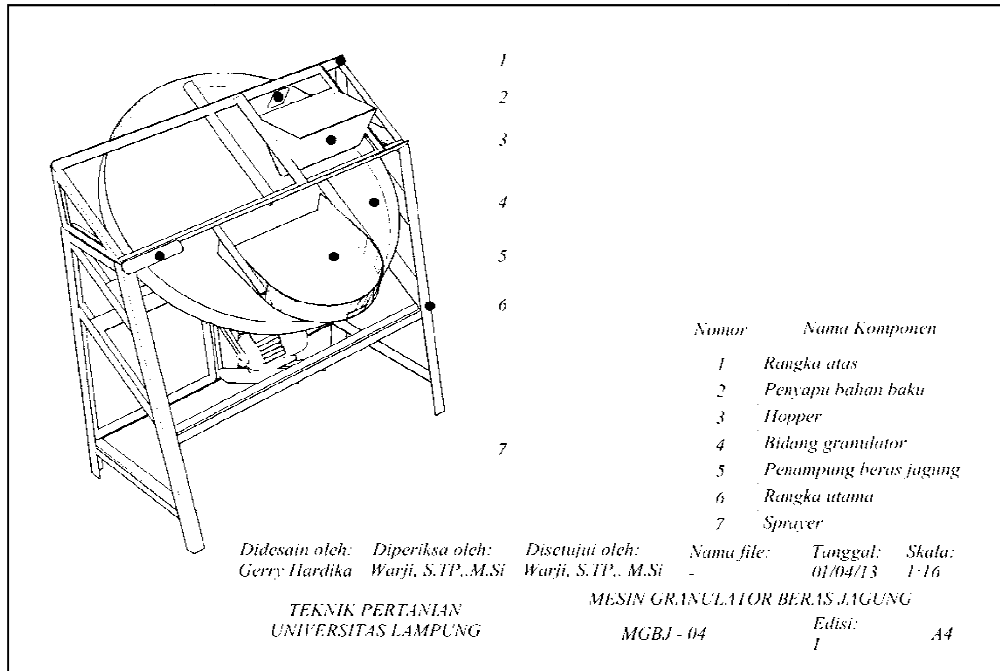
2.1. Kriteria Desain Mesin Granulator Beras Jagung

Mesin granulator beras jagung ini dirancang bangun guna memenuhi kriteria desain, sebagai berikut: mesin ini dirancang agar mampu bekerja secara kontinyu, memiliki kapasitas produksi granular beras jagung sebesar 9 kg/jam serta mampu mengolah bahan baku menjadi butiran beras jagung basah dengan nilai efisiensi granulasi sebesar 75%.

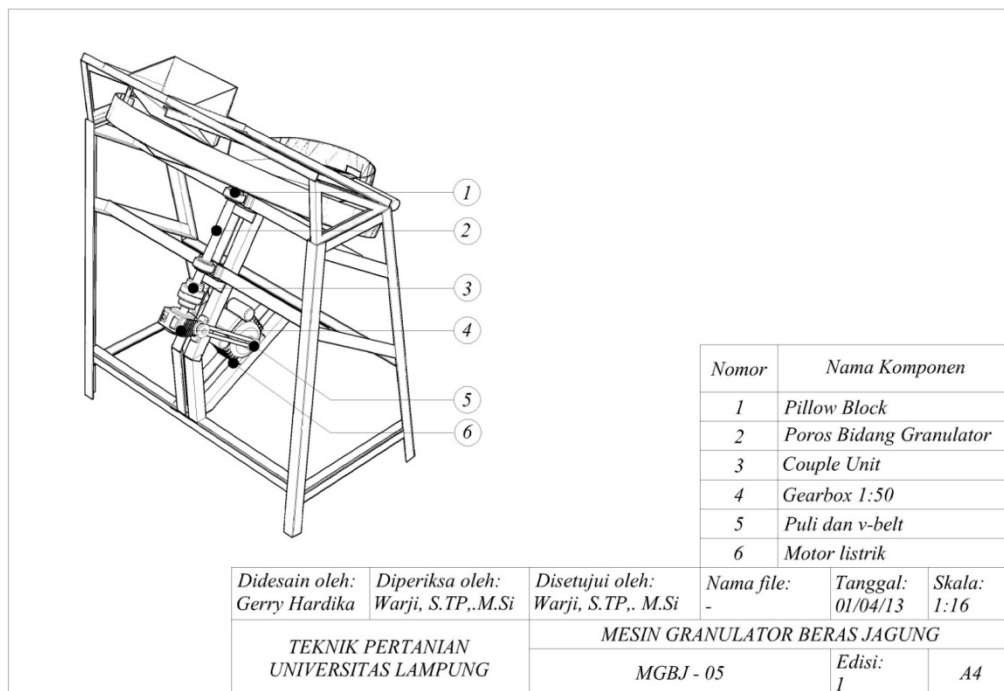
2.2. Perancangan Struktural Dan Fungsional

Bagian mesin granulator beras jagung ini secara umum terbagi atas rangka utama mesin granulator, rangka atas mesin granulator, hopper, sprayer, bidang granulator, poros, bagian penyapu bahan baku, penampung beras jagung (Gambar 1 dan 2).

Bagian rangka utama mesin granulator terbuat dari besi siku dengan lebar 5 cm, sedangkan bagian rangka atas terbuat dari besi siku dengan lebar 3 cm. Bagian ini dirancang bangun dengan dimensi panjang 140 cm, lebar 75 cm, dan tinggi 170 cm serta memiliki fungsi sebagai penopang seluruh komponen-komponen yang terpasang pada mesin granulator ini.



Gambar 1. Desain mesin granulator beras jagung tampak isometrik



Gambar 2. Desain mesin granulator beras jagung tampak isometrik

Komponen hopper terbuat dari besi pelat dengan ketebalan 0,3 cm. Komponen ini berfungsi untuk menampung sekaligus mengumpankan bahan baku ke dalam bidang granulator. Penelitian ini menggunakan debit pengumpanan bahan baku sebesar 0,2 kg/detik.

Sprayer terbuat dari bahan plastik dan dilengkapi dengan pengatur debit semprotan. Komponen ini berfungsi untuk menyemprotkan air ke bahan baku pada saat proses granulasi berlangsung. Debit semprotan air yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0,54 ml/detik.

Bidang granulator terbuat dari pelat besi dengan ketebalan 0,3 cm dan memiliki fungsi sebagai tempat berlangsungnya proses granulasi bahan baku. Komponen ini dirancang memiliki diameter sebesar 120 cm dan ketinggian 10 cm. Ketinggian sebesar 10 cm tersebut dimaksudkan untuk mencegah agar bahan baku tidak terlempar keluar.

Poros terbuat dari besi as dengan diameter 3,2 cm dan memiliki panjang 50 cm. Bagian ini berfungsi sebagai sumbu putar bidang granulator, penopang bidang granulator sekaligus sebagai penerus putaran dari gearbox menuju bidang granulator.

Bagian penyapu bahan baku terbuat dari plastik dan terpasang pada rangka atas mesin granulator ini. Bagian ini berfungsi untuk menyapu bahan baku yang tertempel pada sudut tepi bidang granulator agar dapat diproses kembali.

Komponen penampung beras jagung terbuat dari bahan alumunium dengan ketebalan 0,2 cm. Komponen ini terpasang pada rangka atas mesin granulator dan berfungsi sebagai penangkap dan sebagai saluran keluaran beras imitasi yang telah jadi. Komponen ini diatur agar memiliki celah sebesar 0,5 cm terhadap bidang granulator.

2.3. Uji Kinerja Mesin Granulator Beras Jagung

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Juni 2012 sampai dengan Desember 2012 di Laboratorium Mekanisasi Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain mesin pemotong besi, las listrik, las karbit, bor listrik, gerinda, ragum, martil, penggaris besi, jangka sorong, stopwatch, timbangan. Bahan yang diperlukan dalam proses perancangan adalah besi siku, besi pelat, besi as, besi poros, v-belt, puli alumunium, mur baut, elektroda, gearbox, couple unit, tepung tapioka dan tepung jagung.

Mesin granulator ini diuji menggunakan bahan baku tepung jagung dan tepung tapioka dengan 3 komposisi yang berbeda, diantaranya yaitu: 100% tepung jagung dan 0% tepung tapioka, 75% tepung jagung dan 25% tepung tapioka, serta 50% tepung jagung dan 50% tepung tapioka. Menurut Pandey, dkk. (2012), beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam proses pengujian mesin granulator diantaranya yaitu: kecepatan putar bidang granulator, debit suplai air, kemiringan bidang granulator, dan debit suplai bahan baku.

Waktu pengujian dihitung mulai dari saat pengumpanan bahan baku pertama kali sampai 10 menit selanjutnya. Tiap 10 menit beras jagung yang telah jadi dipisahkan, disortasi berdasarkan diameter granular yang dihasilkan (kurang dari 0,3 cm, antara 0,3 cm dan 0,5 cm , dan lebih dari 0,5 cm) dan terakhir ditimbang. Setelah pengujian selesai, dilakukan perhitungan terhadap kapasitas produksi dan efisiensi granulasi mesin granulator. Menurut Supriya, dkk (2012), beberapa kelebihan dari proses pengolahan bahan baku tepung menjadi granular diantaranya yaitu: memperbaiki penampilan produk tersebut dengan tingkat distribusi keseragaman bentuk dan ukuran granular yang minim.

Kapasitas produksi mesin granulator dihitung dengan membandingkan antara bobot beras jagung total yang dihasilkan dan waktu pengambilan data (Warji, 2009). Waktu pengambilan data diukur dengan menggunakan stopwatch. Pengukuran kapasitas produksi dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dan hasilnya kemudian dirata-rata.

$$KP= BG/WG \quad (1)$$

Keterangan:

KP : kapasitas produksi granular (kg/jam).

BG : bobot granular yang dihasilkan oleh mesin granulator (kg).

WG : waktu pengambilan data (jam).

Efisiensi granulasi mesin granulator dihitung dengan membandingkan antara bobot granular yang dihasilkan mesin granulator dan bobot bahan baku awal yang dimasukkan ke dalam mesin granulator (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2011)

$$EG= BG/BBA \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

EG : efisiensi granulasi mesin granulator (%).

BG : bobot granular yang dihasilkan mesin granulator (kg).

BGT : bobot bahan baku awal yang dimasukkan ke dalam mesin granulator (kg).



Keterangan:

1. Rangka atas mesin granulator
2. Bidang granulator
3. Motor listrik
4. Rangka utama mesin granulator

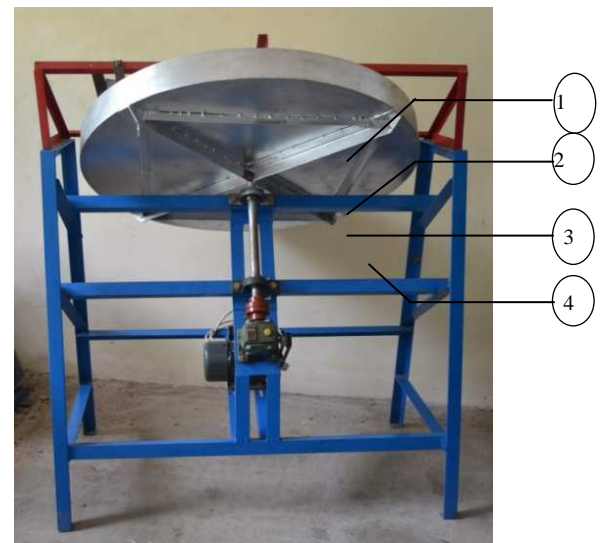
Gambar 3. Mesin granulator beras jagung tampak depan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Mesin Granulator Beras Jagung

Mesin granulator beras jagung didesain memiliki beberapa komponen yang saling berhubungan antar satu dan lainnya. Komponen-komponen mesin granulator ini terdiri atas rangka utama, rangka atas, bidang granulator, gearbox, v-belt, puli, couple unit, dan motor listrik. Komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Keunggulan dari mesin granulator ini adalah mesin ini dapat dioperasikan secara kontinyu, komponen-komponen seperti hopper, penampung beras jagung dan sprayer dapat diatur oleh operator sesuai dengan kebutuhan dan juga minim sekali dalam menggunakan tenaga manusia.



Keterangan:

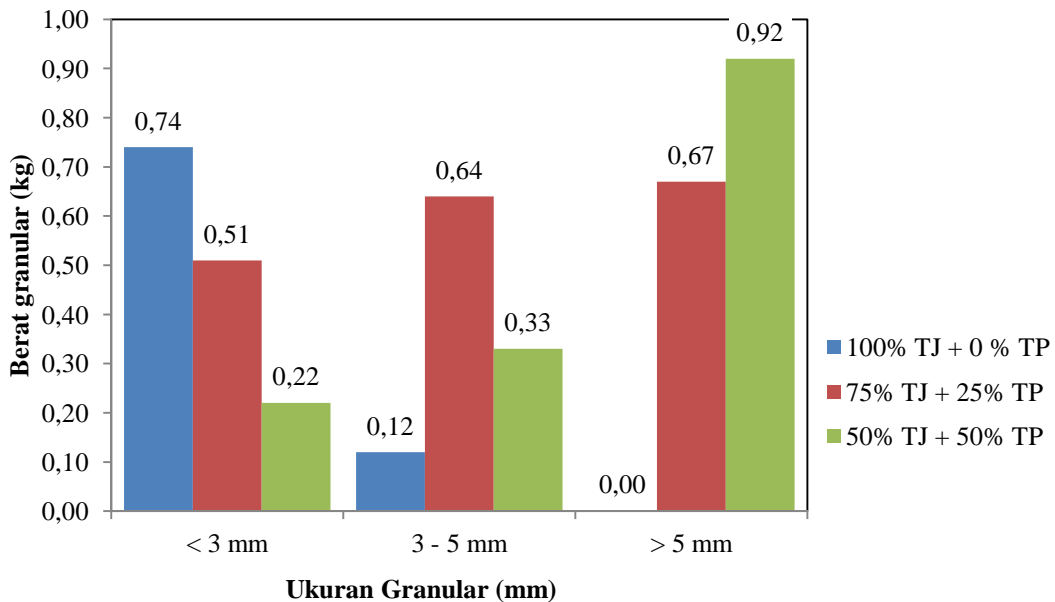
1. Poros bidang granulator
2. Pillow block
3. Couple Unit
4. Gearbox 1:50

Gambar 4. Mesin granulator beras jagung tampak belakang

3.2. Kinerja Mesin Granulator

Mesin granulator diuji dengan menggunakan 3 komposisi bahan baku. Komposisi pertama menggunakan 100% tepung jagung dan 0% tepung tapioka, komposisi kedua menggunakan 75% tepung jagung dan 25% tepung tapioka, dan komposisi yang terakhir menggunakan 50% tepung jagung dan 50% tepung tapioka. Komponen lain yang dipersiapkan dalam melakukan proses pengujian diantaranya yaitu: hopper diatur agar memiliki debit pengumpanan sebesar 0,2 kg/menit, celah penampung dan bidang granulator sebesar 5 mm dan sprayer diatur agar mampu menyemprotkan air dengan debit semprotan sebesar 0,54 ml/detik. Hasil uji kinerja mesin granulator tersebut dapat dilihat pada Gambar 5. Menurut Gluba (2011), tetesan air yang disemprotkan diatas permukaan bahan baku, secara signifikan dapat mempengaruhi pembentukan dan pertumbuhan dari granular inti.

Gambar 5 menunjukkan bahwa mesin granulator ini mampu mengolah bahan baku dengan 3 komposisi berbeda. Bahan baku dengan komposisi 100% tepung jagung dan 0% tepung tapioka mampu diolah sehingga menghasilkan granular berdiameter kurang dari 3mm seberat 0,74 kg dan granular berdiameter antara 3-5 mm seberat 0,12 kg. Bahan baku dengan komposisi 75% tepung jagung dan 25% tepung tapioka mampu diolah sehingga menghasilkan granular berdiameter kurang dari 3mm seberat 0,51 kg, granular berdiameter antara 3 - 5 mm seberat 0,64 kg dan granular berdiameter lebih dari 5mm seberat 0,67 kg. Bahan baku dengan komposisi 50% tepung jagung dan 50% tepung tapioka mampu diolah sehingga menghasilkan granular berdiameter kurang dari 3mm seberat 0,22 kg, granular berdiameter antara 3 - 5 mm seberat 0,33 kg dan granular berdiameter lebih dari 5mm seberat 0,92 kg.



Keterangan:

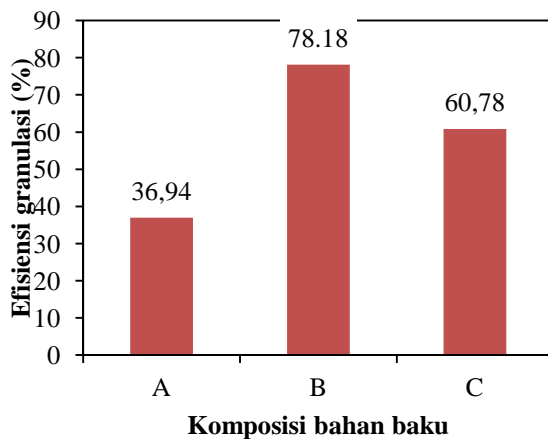
TJ : Tepung Jagung
 TP : Tepung Tapioka

Gambar 5. Hasil uji kinerja mesin granulator

Gambar 5 juga menunjukkan bahwa komposisi bahan baku yang diberikan mempengaruhi ukuran diameter granular yang dihasilkan. Semakin besar persentase tepung tapioka yang diberikan akan mengakibatkan ukuran granular yang dihasilkan juga semakin meningkat. Perubahan ukuran granular yang dihasilkan dipengaruhi oleh suplai air yang diberikan, berat dan kadar air bahan yang digunakan (Heim, dkk., 2004). Peningkatan diameter granular yang dihasilkan disebabkan oleh kemampuan bahan baku dalam mengabsorpsi air. Tepung tapioka merupakan bahan pengikat (*binder agent*) yang memiliki kemampuan untuk mengikat partikel secara adhesive bila dicampur dengan air.

3.2.1 Kapasitas Produksi Mesin Granulator

Kapasitas produksi mesin granulator merupakan nilai yang menunjukkan kemampuan unjuk kerja mesin granulator ini dalam mengolah bahan baku per satuan waktu. Nilai kapasitas produksi mesin granulator ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Keterangan:

- A : 100% TJ + 0% TP
- B : 75% TJ + 25% TP
- C : 50% TJ + 50% TP

Gambar 6. Nilai efisiensi granulasi mesin granulator pada 3 komposisi bahan baku yang berbeda.

Grafik tersebut menunjukkan bahwa mesin granulator ini mampu menghasilkan 5,16 kg granular basah dalam waktu satu jam dengan komposisi 100% tepung jagung dan 0% tepung tapioka. Bahan baku dengan komposisi 75% tepung jagung dan 25% tepung tapioka dapat menghasilkan granular beras jagung basah seberat 10,92 kg/jam, sedangkan komposisi 50% tepung jagung dan 50% tepung tapioka dapat menghasilkan granular basah seberat 8,82 kg/jam.

Gambar 6 juga menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase bahan pengikat (*binder agent*) yang diberikan, akan menyebabkan kuantitas hasil produksi mesin granulator juga meningkat. Kapasitas produksi optimum ditunjukkan pada bahan baku dengan komposisi 75% tepung jagung dan 25% tepung tapioka, sedangkan kapasitas produksi minimum ditunjukkan pada bahan baku dengan komposisi 100% tepung jagung dan 0% tepung tapioka. Penurunan kapasitas produksi terjadi pada bahan baku dengan komposisi 50% tepung jagung dan 50% tepung tapioka. Penurunan ini menunjukkan bahwa terdapat nilai kritis dalam penggunaan bahan pengikat (*binder agent*) pada proses granulasi tepung jagung.

Peningkatan kapasitas produksi mesin tersebut merupakan pengaruh dari kemampuan tepung jagung dan tapioka dalam mengabsorpsi air. Kemampuan absorpsi tersebut menyebabkan bahan baku dapat melekat antar satu partikel dengan partikel yang lainnya sehingga terbentuklah granular. Semakin tinggi jumlah bahan yang memiliki kemampuan absorpsi dalam proses granulasi, akan mengakibatkan jumlah granular yang dihasilkan mengalami peningkatan. Tingginya nilai absorpsi bahan baku yang digunakan juga akan berdampak pada tingkat keliatan bahan yang semakin meningkat. Pengaruh yang dihasilkan dari tingginya keliatan bahan baku ini adalah melekatnya bahan baku pada bidang granulator, terlalu besarnya diameter granular yang dihasilkan sehingga menyangkut pada bagian penampung dan lebih jauh lagi berdampak pada penurunan kapasitas produksi mesin granulator pada

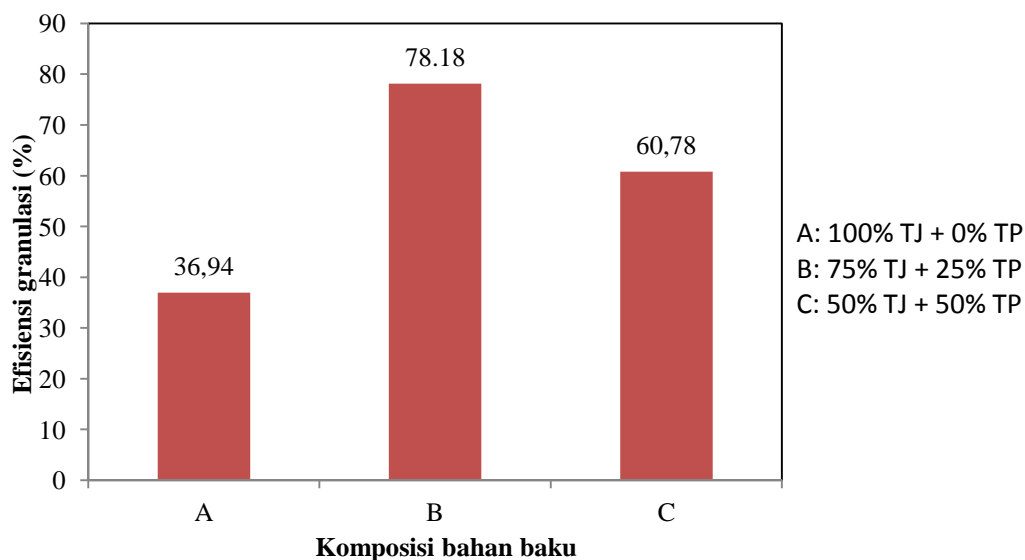
bahan baku dengan komposisi 50% tepung jagung dan 50% tepung tapioka.

3.2.2. Efisiensi Granulasi Mesin Granulator

Efisiensi granulasi mesin granulator beras jagung merupakan nilai yang menunjukkan persentase bobot produk yang mampu dihasilkan oleh mesin granulator ini berbanding dengan bobot bahan baku total yang dimasukkan kedalam mesin granulator ini. Menurut Sivakumar dan Gomathi (2012), efisiensi produksi granular semakin meningkat bersamaan dengan peningkatan lama granulasi. Nilai efisiensi granulasi mesin granulator dapat dilihat pada Gambar 7.

dengan cara mengeringkan granular basah yang telah selesai diproses hingga memiliki kadar air sebesar 14% (Desrosier, 1977).

Gambar 7 juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang saling mempengaruhi antara komposisi bahan baku dan nilai efisiensi granulasi mesin granulator, dimana semakin tinggi rasio perbandingan antara tepung jagung dan tepung tapioka yang diberikan pada bahan baku akan berakibat pada semakin tingginya nilai efisiensi granulasi dari mesin granulator ini. Grafik tersebut menunjukkan penurunan terjadi pada granular dengan komposisi bahan baku 50% tepung jagung dan 50% tepung tapioka.



Gambar 7. Nilai efisiensi granulasi mesin granulator pada 3 komposisi bahan baku yang berbeda

Gambar 7 menunjukkan bahwa mesin granulator ini memiliki efisiensi granulasi optimum sebesar 78,18% dengan komposisi bahan baku yang digunakan yaitu 75% tepung jagung dan 25% tepung tapioka. Efisiensi granulasi minimum diperoleh pada bahan baku dengan komposisi 100% tepung jagung dan 0% tepung tapioka dengan nilai 36,94%, sedangkan bahan baku dengan komposisi 50% tepung jagung dan 50% tepung tapioka memiliki nilai efisiensi granulasi sebesar 60,78%. Nilai efisiensi granulasi mesin granulator ini ditentukan

Hal ini mengartikan bahwa mesin granulator ini memiliki nilai efisiensi granulasi yang semakin meningkat ketika granular diproses dengan komposisi bahan baku 100% tepung jagung dan 0% tepung tapioka hingga 75% tepung jagung dan 25% tepung tapioka, namun ketika rasio perbandingan bahan baku ditingkatkan menjadi 50% tepung jagung dan 50% tepung tapioka, nilai efisiensi granulasi mesin ini mengalami penurunan.

Penyebab lain dari menurunnya nilai efisiensi granulasi ini yaitu semakin meningkatnya kemampuan bahan dalam mengabsorpsi air. Peningkatan jumlah bahan pengikat (*binder agent*) dalam proses granulasi menyebabkan tingginya kandungan air dalam granular yang dihasilkan. Tingginya nilai kandungan air dalam bahan menyebabkan bobot granular basah yang dihasilkan lebih berat, namun ketika granular ini akan dikeringkan kembali guna mengetahui nilai efisiensi granulasi dari mesin tersebut, jumlah kehilangan air yang akan dialami oleh granular tentu akan lebih besar seiring dengan meningkatnya rasio bahan pengikat (*binder agent*) yang digunakan. Kehilangan kandungan air dalam bahan ini menyebabkan granular mengalami penyusutan yang lebih besar ketika dikeringkan dan tentu menurunkan nilai efisiensi granulasi dari mesin granulator yang digunakan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Mesin granulator beras jagung telah selesai dirancang bangun dengan spesifikasi panjang 140 cm, lebar 75 cm, dan tinggi 170 cm serta dilengkapi juga dengan komponen-komponen mesin lainnya, seperti *hopper*, *sprayer*, penyapu bahan baku, penampung beras jagung, motor listrik, *gearbox*, *pillow block*, dan *couple unit*.
2. Mesin granulator beras jagung ini memiliki kapasitas produksi maksimum sebesar 10,92 kg/jam untuk bahan baku dengan komposisi 75% tepung jagung dan 25% tepung tapioka.
3. Mesin granulator beras jagung ini memiliki nilai efisiensi granulasi maksimum sebesar 78,18% untuk bahan baku dengan komposisi 75% tepung jagung dan 25% tepung tapioka.

4.2. Saran

1. Pengembangan mesin granulator beras jagung lebih lanjut diperlukan guna meningkatkan efisiensi granulasi kinerja mesin ini.
2. Penelitian lanjutan mengenai pengaruh komposisi bahan baku, debit semprotan air pada *sprayer*, debit pengumpanan bahan baku pada *hopper*, kecepatan putar bidang granulator dan kemiringan bidang granulator terhadap hasil produksi mesin granulator ini perlu dilakukan guna mengembangkan kemampuan kerja mesin granulator ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2011. *Perkembangan Beberapa Indikator Utama Sosial-Ekonomi Indonesia*. Badan Pusat Statistik. Jakarta-Indonesia. 154 hlm.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2011. *Mesin Pembuat Granul Pupuk Organik – Syarat Mutu dan Metode Uji*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta-Indonesia. 11 hlm.
- Desrosier, N. W. dan J. N. Desrosier. 1977. *Technology of Food Preservation*. The Avi Publishing Company, Inc. Westport. 584 hlm.
- Gluba, T. dan A. Obraniak. 2011. Nucleation and Granule Formation During Disc Granulation Process. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*. 48(1): 113 – 120.
- Heim, A., R. Kazmierczak dan A. Obraniak. 2004. The Effect of Equipment and Process Parameters on Torque During Disk Granulation of Bentonite. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*. 38: 157 – 166.
- Pandey, P., N. F. Lobo dan P. Kumar. 2012. Optimization of Disc Parameters Producing More Suitable Size Range of Green Pellets. *International Journal of Metallurgical Engineering*. 1(4): 48 – 59.
- Sivakumar, A. dan P. Gomathi. 2012. Pelletized Fly Ash Lightweight Aggregate Concrete: A Promising Material. *Journal of Civil Engineering and Construction Technology*. 3(2): 42 - 48.
- Supriya, P., B. Rajni, dan A. C. Rana. 2012. Pelletization Techniques: A Literature Review. *International Research Journal of Pharmacy*. 3(3): 43 – 47.
- Warji. 2009. Rekayasa Mesin Pembuat Butiran Tiwul. *Jurnal Enjiniring Pertanian*. 7(2): 91 – 99.
- Yance, M. 2010. Uji Kinerja Mesin Pembuat Butiran Beras Imitasi Instan. (Skripsi). Fakultas Pertanian. Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.