

Rancang Bangun dan Uji Kinerja Mesin Pamarut Singkong Tipe Silinder untuk Produksi Tepung Tapioka

Darma^{1*}, Arif Faisol¹, Asti Sangaji Dahlia¹

¹ Jurusan Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Papua

*darmabond@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.7071>

ABSTRACT

The development of agroindustry in rural areas has a strategic role because raw materials are commonly produced in the areas. One of the industrial sub-sectors that has bright prospects to develop in rural agroindustries in Indonesia is tapioca flour processing industry. The most important operation units in tapioca processing is rasping or grating, which is mechanical disintegration of the tuber cell's wall in order to free the starch granules and it suspended into the water during the extraction process. The objective of this research was to design and test the performance of cylinder type cassava rasping machine. In the experiment, three levels of cylinder rotation speed i.e. 1500 rpm, 2500 rpm and 3500 and two feeding methods of cassava tuber i.e. perpendicular and parallel/longitudinal to the cylinder were examined. Results showed that combination of cylinder rotation speed and feeding methods significantly affect the rasping performances. The highest performance was obtained at the condition of cylinder rotation speed of 2500 rpm with feeding method perpendicular to the cylinder. The performance of the machine at the condition were (1) rasping capacity 488,91 kg h⁻¹, (2) starch percentage 42,28%, (3) starch loss in waste 7,61% and (4) rasping effect 84,92%.

Keywords: design, rasping capacity, cylinder rotation speed, cassava rasping machine, tapioca

PENDAHULUAN

Ubi kayu atau singkong (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan sumber kalori ketiga terpenting di daerah tropis setelah padi dan jagung. Bahkan di Afrika, ubi kayu merupakan tanaman terpenting sebagai sumber kalori (Modeste *et al.*, 2018). Tanaman ini memiliki daya adaptasi yang luas terhadap lingkungan tempat tumbuh dan dapat memproduksi normal pada lahan-lahan marginal sehingga dijadikan sebagai sumber ketahanan pangan (*food security*) di tingkat keluarga (*household*). Sekitar 60 % dari total produksi ubi kayu dunia dihasilkan oleh 6 negara yaitu Nigeria, Kongo, Ghana, Brazil, Thailand dan Indonesia. Pada tahun 2016, dari 276.510.000 ton produksi ubi kayu dunia, 163.355.000 ton dihasilkan di ke-6 negara tersebut. Nigeria merupakan Negara produsen terbesar (57.855.000 ton), disusul Thailand (31.161.000 ton), Brazil (21.080.000 ton), Indonesia (20.261.000 ton), Ghana (17.798.000 ton) dan Kongo (15.200.000 ton) (FAO, 2018).

Ubi kayu dibudidayakan di semua provinsi termasuk Papua dan Papua Barat dan produksinya cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan produksi ubi kayu perlu dibarengi dengan teknologi pengolahan yang dapat meningkatkan diversifikasi dan nilai tambah produk ubi kayu. Umbi ubi kayu dapat diolah menjadi aneka produk seperti aneka kue, keripik singkong, dan pati singkong (tepung tapioka). Ubi kayu memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi yaitu 29%. (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2016). Pengembangan industri berbasis ubi kayu perlu terus digalakkan karena merupakan komoditas yang memiliki potensi ekonomi tinggi.

Salah satu sub-sektor industri yang memiliki prospek cerah untuk dikembangkan dalam agroindustri pedesaan di Indonesia, termasuk di Papua dan Papua Barat yaitu industri tepung tapioka karena didukung oleh ketersediaan bahan baku yang memadai. Industri tepung tapioka merupakan industri yang memiliki

Cite this as:

Darma, Faisol, A & Dahlia, A.S. (2020). Rancang Bangun dan Uji Kinerja Mesin Pamarut Singkong Tipe Silinder untuk Produksi Tepung Tapioka. *Rekayasa*, 13 (3), 254-262. doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.7071>

© 2020 Darma, Arif Faisol, Astri Sangaji Dahlia

Article History:

Received: April, 13th 2020; **Accepted:** Dec, 11th 2020
Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

peluang dan prospek pengembangan yang baik untuk memenuhi permintaan pasar. Industri tepung tapioka termasuk industri hilir, dimana industri ini melakukan proses pengolahan dari bahan baku singkong menjadi tepung tapioka. Permintaan tapioka di Indonesia cenderung terus meningkat. Peningkatan tersebut karena terjadi peningkatan jumlah industri makanan dan non makanan, industri tekstil, kertas, sorbitol, dan lain sebagainya yang menggunakan tepung tapioka sebagai bahan baku industrinya (Kementerian Tenaga Kerja, 2016).

Proses pengolahan tapioka pada dasarnya adalah mengekstrak pati yang terkandung dalam ubi kayu. Proses dasar ekstraksi pati ubi kayu adalah pengupasan (*peeling*), pencucian ubi, pamarutan, ekstraksi, pengendapan pati, pencucian (pemutihan), dan pengeringan. Setiap tahapan proses saling terkait satu sama lain, dimana keberhasilan masing-masing tahapan proses akan mempengaruhi keberhasilan proses secara keseluruhan. Untuk mencapai keberhasilan proses produksi tapioka secara menyeluruh, maka masing-masing tahapan proses perlu diawasi agar sesuai dengan kondisi yang diharapkan.

Salah satu unit operasi terpenting dalam proses pengolahan tapioka adalah pamarutan yaitu penghancuran secara mekanis damaging umbi segar sehingga granula pati dapat dipisahkan dari komponen lainnya pada proses ekstraksi. Pamarutan dapat dilakukan secara manual atau menggunakan mesin tergantung pada kapasitas produksi yang ingin dicapai. Dengan pamarutan umbi segar, dinding-dinding sel robek dan keseluruhan massa umbi menjadi berbentuk bubur (*slurry*), namun tidak semua granula pati terbebas. Persentase pati yang terbebas (*freed starch*) bervariasi antara 70%-90% tergantung derajat kehalusan umbi hasil parutan. Salah satu factor yang mempengaruhi efisiensi dan efektivitas operasi pamarutan adalah mesin pamarut yang digunakan. Pada umumnya ada 2 tipe mesin pamarut yang digunakan oleh para produsen tapioka di seluruh penjuru dunia yaitu tipe silinder dan tipe piringan. Di India terdapat sekitar 600 -700 pabrik pengolahan tapioka berbagai skala, kecil, menengah dan besar, pada umumnya menggunakan mesin parut tipe silinder (Sajev et al., 2012). Demikian pula halnya dengan di negara-negara afrika (*Department of Agriculture,*

Forestry and Fisheries Republic of South Africa, 2010), Thailand (Yimmongkol, 2009) dan Indonesia pada umumnya menggunakan mesin parut tipe silinder. Di Vietnam, pabrik pengolahan tapioca skala kecil sebagian menggunakan tipe piringan namun sebagian besar menggunakan tipe silinder (Guillaume *et al.*, 2008).

Bagian fungsional mesin pamarut tipe silinder berupa silinder (*drum*) yang pada permukaan kelilingnya dipasang gigi-gigi tajam. Kinerja pamarutan (*rasping effect*) sangat tergantung pada dimensi silinder dan karakteristik gigi-geri. Dengan demikian, kapasitas pamarutan dan Jumlah maksimum pati yang bisa terekstrak tergantung pada dimensi silinder dan karakteristik gigi-geri. Nanda *et al.*, (2004) menggunakan bilah gigi gergaji yang dipasang pada silinder dengan kapasitas 360-381 kg/jam. Sajev *et al.*, (2012) mengembangkan mesin parut dengan komponen silinder dari pipa besi berdiameter 21 cm, panjang 36 cm menggunakan bilah gigi gergaji dengan kerapatan 10 gigi per inch. Mesin pamarut tipe Jahn yang umum digunakan pabrik skala menengah dan besar di India, menggunakan silinder besi dengan bilah gigi gergaji, bilah dipasang secara longitudinal pada permukaan keliling silinder, jarak antar bilah 10 mm (Sheriff *et al.*, 2005).

Mesin pamarut yang umum digunakan pabrik skala kecil di Vietnam, komponen silinder dari bahan kayu berdiameter 23 cm dan panjang 31 cm, gigi dari kawat halus dengan tinggi 3 mm (Guillaume *et al.*, 2008). Industri pengolahan tapioca oleh IKM di Indonesia sebagian besar menggunakan tipe silinder dengan karakteristik gigi yang bervariasi, ada yang menggunakan jarum, paku, kawat dan sebagian menggunakan tipe jahn. Wilson *et al.*, (2019) dan Sardi (2013) mengembangkan mesin parut dengan silinder dari bahan kayu berdiameter 12 cm, panjang 15 cm dengan gigi dari kawat *stainless steel* berdiameter 1,5 mm dan tinggi 5 mm.

Hasil penelitian - penelitian terdahulu menunjukkan karakteristik gigi parut mempengaruhi kinerja mesin parut singkong. Beberapa faktor karakteristik gigi parut yang mempengaruhi kinerja mesin antara lain bentuk geometri, diameter, jarak antar gigi, pola susunan, dan kecepatan linier. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan menguji kinerja mesin

parut singkong tipe silinder untuk produksi tapioka dengan fokus utama mengkaji pengaruh kecepatan putar silinder dan metode pengumpanan umbi terhadap kinerja pamarutan.

METODE PENELITIAN

Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan terdiri dari (1) peralatan untuk pembuatan konstruksi mesin parut singkong yaitu berupa peralatan perbengkelan standard seperti mesin bubut, mesin las listrik, gurinda, saw mill, bor listrik, ragum, meteran, tang, dan berbagai ukuran kunci serta obeng. (2) peralatan untuk pengujian kinerja yaitu: tacho meter digital, timbangan duduk digital, stop watch, saringan pati manual 120 mesh, blender, pisau dapur, parang, wadah penampung hasil parutan dan pati, karung plastic dan terpal.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan konstruksi mesin parut sagu adalah besi siku 5 cm x 5 cm x 0,5 cm, plat *stainless steel* SS 304 tebal 2 mm, poros as SS 201 Ø 25,5 mm, kawat SS 201 Ø 3 mm, bearing unit UCP 205, motor bensin Honda GX 160, 5,5 hp, pulley Ø 7,62 cm, V-belt A-49, silinder Ø 15 cm panjang 22 cm dari kayu lamtoro, engsel bubut Ø 12 mm. Bahan untuk uji kinerja berupa umbi singkong segar dan air bersihempulur batang sagu dan air bersih untuk ekstraksi pati.

Rancangan Fungsional

Mesin pamarut singkong ini terdiri dari 6 komponen utama yaitu: (1) Silinder penghancur, merupakan komponen fungsional (*process system*) dari mesin pamarut singkong, berfungsi untuk menghancurkan umbi singkong segar menjadi partikel-partikel yang cukup halus sehingga pati yang terdapat dalam sel dapat dipisahkan pada proses lebih lanjut yaitu proses ekstraksi. Dengan berputarnya silinder yang telah diberi gigi-gerigi berupa kawat *stainless steel* maka proses pamarutan akan berlangsung manakala diberikan input berupa umbi singkong. Pamarutan dilakukan dengan menempelkan dan mendorong umbi ke silinder yang sedang berputar; (2) Rangka (*frame*), merupakan bagian structural utama yang menyatukan dan sekaligus merupakan kedudukan bagi komponen-komponen

lainnya; (3) Tenaga penggerak (*power*), berupa *four-stroke gasoline engine* 5,5 hp (honda GX 160T), berfungsi sebagai sumber tenaga putar bagi silinder penghancur; (4) *Hopper* sebagai landasan pemasukan dan mengarahkan umbi singkong ke silinder penghancur; (5) Komponen transmisi daya, berfungsi untuk menyalurkan daya dari motor penggerak ke silinder penghancur. Metode transmisi menggunakan pulley dan V-belt, baik pulley motor (*driver pulley*) maupun pulley silinder (*driven pulley*) keduanya berdiameter 7,62 cm (type A2) dan (6) Saluran pengeluaran (*unloading*), sebagai tempat jatuhnya hasil parutan untuk selanjutnya disalurkan ke wadah penampungan. Untuk mencegah hasil parutan tersebar kemana-mana dibuat penutup silinder baik pada bagian atas maupun pada bagian bawah.

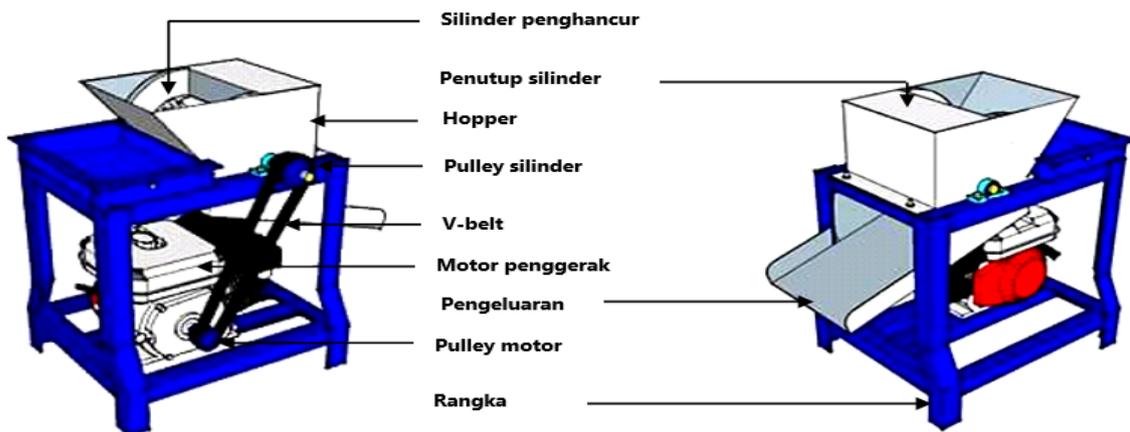
Rancangan Struktural

Pemilihan bahan untuk pembuatan konstruksi mesin didasarkan pada ketersediaan bahan-bahan di pasaran, dan daya tahan bahan tersebut saat digunakan. Khusus untuk bagian-bagian yang kontak langsung dengan umbi saat pengolahan digunakan bahan yang sesuai dengan standard berkriteria *food grade* (*stainless steel* SS 304).

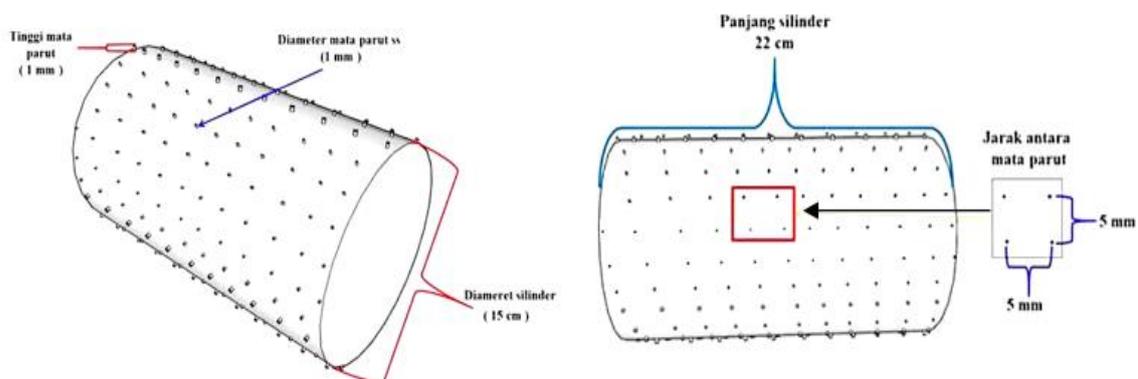
Dari segi struktural, konstruksi keseluruhan (*overall structure*) dari mesin pamarut singkong ini ditampilkan pada Gambar 1. Sebagaimana telah diuraikan di atas dan diperlihatkan pada Gambar 1. Mesin ini terdiri dari beberapa bagian utama yaitu:

1. *Silinder penghncur*, berupa silinder padat (*solid cylinder*) terbuat dari kayu lamtoro ukuran panjang 22 cm dan diameter 15 cm. Pada pusat silinder dipasang poros berdiameter 2,54 cm, dari bahan anti karat SS 201. Di salah satu ujung poros silinder terdapat pulley berdiameter 7,62 cm (tipe A2) dari bahan besi cor. Gigi parut berupa kawat *stainless steel* SS 201 berdiameter 1 mm, dipasang pada permukaan keliling silinder dengan jarak antar gigi 5 mm x 5 mm dan tinggi 1 mm dari permukaan silinder. Pengaturan gigi parut dibuat sedemikian rupa sehingga pada waktu proses pamarutan berlangsung, semua gigi bekerja secara efektif dan tidak ada bagian umbi yang tidak terparut (Darma et al., 2014). Profil silinder penghancur disajikan pada Gambar 2.

2. *Rangka (frame)*, dibuat dari besi siku berukuran 5 cm x 5 cm x 0.5 cm. Ukuran/dimensi rangka adalah tinggi 85 cm, lebar bawah 45,5 cm, lebar atas 36 cm, panjang bawah 55,8 cm, panjang atas 55,8 cm.
3. *Tenaga penggerak (power)*, menggunakan motor bakar (*engine*) 4 tak merek honda GX 160T, 5.5 HP.(4,1 kW), putaran maksimum 3600 rpm. Pada poros motor dipasang pulley berdiameter 7,62 cm (tipe A2) dari bahan besi cor. Pada dudukan motor dibuat jalur memanjang yang dimaksudkan untuk pengaturan posisi pulley motor sejajar dengan pulley silinder sebelum dikunci.
4. *Bagian pemasukan bahan (hopper)*, terbuat dari plat besi anti karat SS 304 tebal 2 mm, sisi depan dibuat miring membentuk sudut 45° terhadap bidang horizontal, sedangkan ketiga sisi lainnya tegak lurus dengan rangka. Pada sebagian bagian atas dipasang penutup yang dipasang ke hopper menggunakan engsel sehingga mudah dibuka dan ditutup.
5. *Komponen transmisi daya*, menggunakan pulley dan v-belt. Daya dari motor penggerak disalurkan oleh driver pulley yang terpasang pada poros motor ke driven pulley yang terpasang pada poros silinder melalui v-belt. Diameter pulley pada poros motor sama dengan diameter pada pulley silinder yaitu 7,62 cm (tipe A2), kedua pulley dihubungkan secara langsung menggunakan V-belt A-48 (2 buah) tanpa dilengkapi dengan system kopling. Pengaturan tegangan (*tension*) v-belt dilakukan dengan menggeser posisi motor penggerak ke arah depan/belakang.
6. *Saluran pengeluaran (unloading)*, terbuat dari plat besi anti karat SS 304 tebal 2 mm, pada kedua sisinya ditekuk membentuk sudut 90°. Ukuran lebar unloading sama dengan lebar hopper dan membentuk sudut kemiringan 40° dengan bidang horizontal.



Gambar 1. Konstruksi dan Bagian-Bagian Mesin Parut Singkong untuk Produksi Tapioka



Gambar 2. Profil dan Karakteristik Komponen Silinder Penghancur

Prosedur Pengujian Kinerja dan Analisis Data

Sebelum dilakukan pengujian kinerja pamarutan, terlebih dahulu dilakukan uji fungsional untuk mengetahui apakah semua komponen berfungsi dengan baik dan secara keseluruhan mesin berfungsi secara layak (*work properly*). Prosedur pengujian kinerja mesin parut diawali dengan pengupasan umbi singkong, pencucian, pamarutan umbi singkong, ekstraksi pati dan pengendapan pati. Bagan alir prosedur pengujian kinerja mesin ditampilkan pada Gambar 3. Pengujian dilakukan pada 2 faktor variable bebas (*independent variable*) yaitu (1) kecepatan putar silinder dan (2) metode pengumpanan bahan ke silinder penghancur. Kecepatan putar silinder terdiri dari 3 level yaitu 1500 rpm (V1), 2500 rpm (V2), dan 3500 rpm (V3), dan metode pengumpanan bahan ada 2 cara yaitu tegak lurus terhadap silinder/end on direction (M1) dan sejajar/longitudinal dengan silinder (M2).

Pengaturan kecepatan putar silinder dilakukan dengan penyetelan tuas gas (*thortle*) pada motor penggerak hingga dicapai putaran yang diinginkan. Dengan demikian terdapat 6 kombinasi perlakuan kecepatan putar silinder dan metode pengumpanan bahan yaitu V1M1, V1M2, V2M1, V2M2, V3M1, V3M2. Masing-masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan, sehingga berjumlah 18 unit percobaan. Evaluasi kinerja dari masing-masing perlakuan dilakukan dengan mengukur parameter: (1) Kapasitas pamarutan, (2) Rendemen pati, (3) Kehilangan pati pada ampas (*starch losses*) dan (4) Efektivitas pamarutan (*rasping effect*). Data hasil pengukuran diolah dengan analisis varian (ANOVA) untuk menentukan pengaruh variabel bebas (perlakuan) terhadap variabel terikat (*dependent variable*) dan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (LSD) jika ada perbedaan pengaruh yang nyata antar perlakuan.

Prosedur pengujian untuk masing-masing parameter adalah sebagai berikut:

- *Kapasitas Pamarutan*

$$KP = \frac{mU(kg)}{T(jam)}$$

Keterangan:

- KP : kapasitas pamarutan (kg/jam),
- mU : massa umbi yang diparut (kg)
- T : waktu pamarutan (jam)

- *Rendeman Pati (%)*

$$RD = \frac{mP(kg)}{mU(kg)} \times 100\%$$

Keterangan :

- RD : rendemen pati (%)
- mP : massa pati hasil ekstraksi (kg)
- mU : massa umbi yang diparut (kg)

- *Kehilangan Pati dalam Ampas (%)*

$$PA = \frac{mPA(kg)}{mA(kg)} \times 100\%$$

Keterangan:

- PA : presentase pada ampas (kg),
- MPa : massa pati dalam ampas (kg)
- mA : massa ampas (kg)

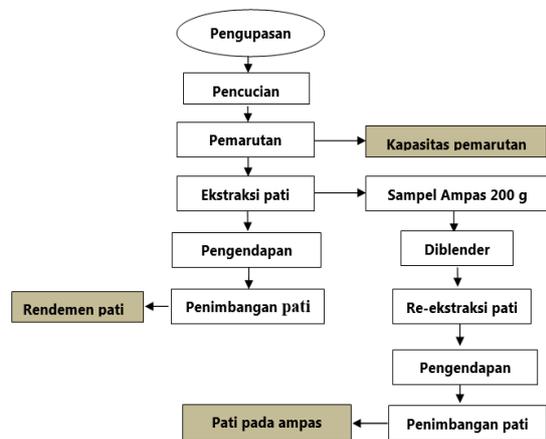
- *Efektivitas pamarutan (rasping effect) (%)*

Merupakan perbandingan antara rendemen pati dengan kandungan pati total pada umbi, dihitung menggunakan persamaan :

$$EP = \frac{RD(\%)}{KPT(\%)} \times 100\%$$

Keterangan:

- EP : efektivitas pamarutan (%)
- RD : rendemen pati (%)
- KPT : Kandungan pati total (basis basah, wb) (%)



Gambar 3. Bagan Alir Prosedur Uji Kinerja Mesin Pamarut Singkong

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kinerja Kapasitas Pamarutan

Pamarutan bertujuan menghancurkan/merusak dinding sel sehingga granula pati yang terdapat dalam sel-sel jaringan umbi menjadi terbebas (*freed or loosen starch*) sehingga bisa tersuspensi ke dalam air pada saat ekstraksi.

Tabel 1. Rata-Rata Kapasitas Pamarutan, Rendemen Pati, Kehilangan Pati pada Ampas dan Efektivitas Pamarutan dari Berbagai Kombinasi Perlakuan yang Diuji

Perlakuan	Kapasitas pamarutan (kg/jam)	Rendemen pati basah (%)	Kehilangan pati pada ampas (%)	Efektivitas pamarutan (%)
V1M1	281,94 ^a	22,18 ^a	14,57 ^{tn}	60,53 ^a
V1M2	508,79 ^b	38,70 ^b	16,17 ^{tn}	70,60 ^c
V2M1	488,91 ^b	42,28 ^b	7,61 ^{tn}	84,92 ^d
V2M2	233,10 ^a	35,71 ^a	14,73 ^{tn}	70,40 ^b
V3M1	273,11 ^a	43,36 ^b	11,77 ^{tn}	79,32 ^{cd}
V3M2	315,61 ^a	32,24 ^a	8,90 ^{tn}	77,91 ^d

Keterangan:

V1: kecepatan putar silinder 1500 rpm, V2: 2500 rpm dan V3: 3500 rpm.

M1: metode pengumpanan bahan tegak lurus terhadap silinder, dan M2: sejajar dengan selinder.

Angka dalam kolom sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada α 5%

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kecepatan putar silinder dan metode pengumpanan bahan berpengaruh nyata terhadap kapasitas pamarutan. Pada Tabel 1 disajikan hasil uji kinerja pamarutan pada berbagai kombinasi perlakuan kecepatan putar silinder dan metode pengumpanan bahan.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa kombinasi perlakuan V1M2 memiliki kapasitas parut tertinggi (508.79 kg/jam) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan V2M1 (488.91 kg/jam) dan kapasitas pamarutan terendah terdapat pada perlakuan V2M2 (233.10 kg/jam) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan V3M1 (273.11 kg/jam), V1M1 (281.94 kg/jam) dan V3M2 (315.61 kg/jam). Terlihat juga dari Tabel 1 bahwa untuk factor metode pengumpanan bahan tegak lurus terhadap silinder, terjadi peningkatan kapasitas pamarutan dari 1500 rpm ke 2500 rpm namun peningkatan rpm lebih lanjut yaitu dari 2500 rpm ke 3500 rpm terjadi penurunan kapasitas pamarutan. Sedangkan untuk arah pengumpanan bahan sejajar terhadap silinder ada kecenderungan penurunan kapasitas dengan adanya peningkatan rpm silinder. Semakin tinggi rpm semakin tinggi kapasitas pamarutan karena frekuensi memarut/memotong untuk setiap gigi semakin tinggi, selama kebutuhan gaya dari sumber tenaga penggerak untuk memarut bahan masih mencukupi. Sebaliknya kalau kebutuhan gaya dari sumber tenaga penggerak tidak mencukupi maka peningkatan rpm lebih lanjut menurunkan kapasitas pamarutan.

Hal ini yang menyebabkan kapasitas pamarutan tertinggi pada perlakuan V1M2 dan

terendah pada perlakuan V2M2. Hasil penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian Darma et al., (2017) yang melaporkan bahwa kapasitas pamarutan mesin parut sagu tipe silinder meningkat dari 1500 rpm ke 2250 rpm kemudian peningkatan lebih lanjut yaitu ke 3000 rpm kapasitas pamarutan menurun. Hasil penelitian. Darma *et al* (2014) juga melaporkan bahwa dari rpm 745 sampai 2000 rpm terjadi peningkatan kapasitas parut, kemudian peningkatan lebih tinggi sampai 3725 rpm mengakibatkan penurunan kapasitas parut. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian Rumere (2019) yang melaporkan bahwa kapasitas pamarutan mesin parut sagu tipe silinder tanpa pengupasan kulit meningkat dari 1500 rpm ke 2000 rpm kemudian menurun saat ditingkatkan lebih lanjut ke 2500 rpm.

Kapasitas pamarutan tertinggi yang dihasilkan dari penelitian ini (508.79 kg/jam) lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas pamarutan prototype mesin parut singkong pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aman *et al.* (2019) yang memiliki kapasitas pamarutan tertinggi yaitu (448,24 kg/jam) dan Nanda *et al.* (2004) yang mempunyai kapasitas berkisar 360-385 kg/jam. Namun demikian hasil penelitian ini lebih rendah kapasitas pamarutannya di bandingkan dengan hasil penelitian Oriaku et al., (2015) dan Sajeev *et al.*, (2012) yang menghasilkan kapasitas pamarutan berturut-turut 730,58 kg/jam dan 900-1000 kg/jam. Guillaume *et al.*, (2008) melaporkan, kapasitas pamarutan di beberapa industry pengolahan tapioca di Vietnam bagian utara 1.053 kg/jam. Secara umum ada 2 faktor yang mempengaruhi kapasitas pamarutan yaitu factor mesin (tipe, besar daya yang digunakan, dimensi

silinder dan kondisi geometry gigi parut) dan sifat mekanik bahan yang diproses. Menurut Sitkey (1986), sifat-sifat mekanik bahan tergantung pada tahap pertumbuhan (*growing stage*), kadar air dan posisinya dari arah pangkal atau dari arah ujung.

Rendemen Pati

Hasil parutan umbi (Gambar 4) diekstrak patinya secara manual hingga semua kandungan pati terekstrak, yang ditandai dengan air hasil perasan jernih lalu pati hasil ekstraksi ditimbang. Rendemen pati basah adalah rasio massa pati yang diperoleh dari hasil ekstraksi terhadap massa hasil parutan umbi singkong. Rendemen pati basah pada penelitian ini dihitung dengan mengekstraksi 7 kg singkong yang telah diparut untuk setiap unit percobaan.



Gambar 4. Hasil Parutan Umbi (Kiri) dan Pati Hasil Ekstraksi (Kanan)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan berpengaruh nyata terhadap rendemen pati. Sebagaimana telah terlihat pada tabel 1 rata-rata rendemen pati tertinggi diperoleh pada kombinasi peralakuan V3M1 (43,36%) yang tidak berbeda nyata dengan V2M1 (42,28%), dan V1M2 (38,70%). Rendemen pati terendah diperoleh pada perlakuan V1M1 (22,18%), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan V2M2 (35,71%), dan V3M2 (32,24%). Rendemen pati yang tinggi menunjukkan bahwa

partikel hasil parutan lebih halus. Semakin halus partikel singkong hasil parutan maka semakin besar persentase pati yang terekstrak. Hasil penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian Wilson *et al.*, (2019) dengan rendemen pati antara 45,66%-46,67%. Hasil penelitian Sajev *et al.*, (2012) memperoleh rendemen pati kering 18,98% (setara dengan rendemen pati basah 37,96%). Hasil pati kering dari berbagai industri pengolahan skala kecil di Vietnam bagian utara bervariasi antara 25-27% (Guillaume *et al.*, 2008). Industri pengolahan tapioca IKM Kharisma di SP 5 Manokwari menghasilkan rendemen pati basah 39,62 % (rendemen pati kering 23,91 %) (Frides, 2020).

Hasil penelitian Mustafa (2015) menghasilkan rendemen pati basah 29,55 % dengan rendemen pati kering 18,74 %. Hasil pati suatu industri tapioca dari berbagai negara sangat bervariasi, mulai dari 17 % di Pantai Gading, 21 % di Brazil sampai 25 % di Thailand tergantung pada teknologi yang digunakan (Guillaume *et al.*, 2010). Rendemen pati selain dipengaruhi mesin dan teknik pengolahan, juga dipengaruhi jenis dan umur panen yang optimal.

Kehilangan Pati pada Ampas (*Starch Losses*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kehilangan pati pada ampas. Walaupun demikian, dari Tabel 1 terlihat bahwa ada kecenderungan penurunan kehilangan pati pada ampas dengan adanya peningkatan rpm silinder penghancur. Hal ini mengindikasikan bahwa pada rpm yang lebih tinggi menghasilkan hancuran umbi berukuran lebih halus sehingga pati yang tidak terbebas (*unfreed starch*) lebih sedikit.

Hasil ini didukung oleh hasil penelitian Sajeev *et al.*, (2012) yang mengukur modulus kehalusan (*fineness modulus*) dan ukuran partikel (*particle size*) pada berbagai rpm silinder menunjukkan bahwa modulus kehalusan dan ukuran partikel menurun dengan meningkatnya rpm silinder. Kisaran kehilangan pati pada ampas yang diperoleh pada penelitian ini antara 8,90% - 16,17% konsisten dengan hasil penelitian Wilson *et al.*, (2019) yang memperoleh kehilangan pati pada ampas 10,73 %-14 %.

Efektivitas Pamarutan (Rasping Effect)

Berdasarkan dari Tabel 1, memperlihatkan bahwa kombinasi perlakuan berpengaruh nyata terhadap *rasping effect*. Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan V2M1 (84,92 %) yang tidak berbeda nyata dengan V3M1 (79,32 %) dan V3M2 (77,91 %) dan terendah pada V1M1 (60,53 %) yang berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Sajeev et al., (2012) memperoleh *rasping effect* 83,39%. Hasil ini juga mendukung hasil penelitian Wilson et al., (2019) dan Guillaume et al., (2008) yang menghasilkan *rasping effect* berturut-turut antara 76,53 % - 81,30 % dan 85,0 %-85,1 %.

Sajeev dan Balagopalan (2005) dan Nanda et al., (2004) memperoleh *rasping effect* berturut-turut 84,20 % dan 76-79%. Department of Agriculture, forestry and fisheries republic of South Africa (2010) melaporkan bahwa *rasping effect* industry pengolahan tapioca di Africa antara 70-90%. *Raspings effect* dipengaruhi terutama oleh mekanisme penghancuran yang digunakan pada suatu mesin.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Mesin pamarut singkong untuk ekstraksi pati yang didesain pada penelitian ini berfungsi baik dengan kinerja yang tinggi. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan kecepatan putar silinder dan metode pengumpanan umbi berpengaruh nyata terhadap kinerja pamarutan. Kinerja terbaik diperoleh pada kondisi kecepatan putar silinder 2500 rpm dengan metode pengumpanan bahan umbi *end on direction* (tegak lurus terhadap silinder). Kinerja mesin pamarut pada kondisi tersebut adalah (1) kapasitas pamarutan 488,91 kg/jam, (2) rendemen pati 42,28%, (3) kehilangan pati pada ampas 7,61% dan (4) *rasping effect* 84,92%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi c.q. Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat atas dukungan dana untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aman, W.P., Darma, M. K. Roreng dan Sardhi. (2019). Rancangan dan Kinerja Teknis Mesin Parut Singkong Tipe Silinder Bertenaga Motor Bakar. *REKAYASA: Journal of Science and Technology*. Vol. 12 (1):59-65.
- Cliver, F. (2020). Analisis Neraca Massa Industri Tapioka pada Industri Kecil Menengah Kharisma di Distrik Masni, Kabupaten Manokwari. *Skripsi Sarjana Fakultas Tekonji Pertanian Universitas Papua*. Manokwari.
- Darma, Xiulun WANG, Koji KITO. (2014). Development of Cylinder Type Sago Rasper for Improving Raspings Performance. *International Agricultural Engineering Journal Sago (IAEJ)*. Vol. 23, No. 3:31-40.
- Darma, B. Santoso, Reniana. (2017). Development of Cylinder Type Sago Raspings Machine Using Pointed Teeth. *International Journal of Engineering and Technology (IJET-IJENS)* Vol. 17, No.01: 2472-2481.
- Darma, B. Santoso, M. A. Arbianto dan B. Mangallo. (2019). Effect of Cylinder Rotation Speed and Teeth Density on Power Requirement and Specific Energy Consumption of Sago Raspings Machine. *International Journal of Engineering and Technology (IJET-IJENS)*. Vol. 19, No.04: 16-22.
- Department of Agriculture, Forestry and Fisheries Republic of South Africa. (2010). Cassava: Production Guideline. Directorate Agricultural Information Services. Pretoria.
- FAO. (2018). *Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets - November 2018*. Rome.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. 2016. Lampiran Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No. 104 Tentang Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Industri Pengolahan Golongan Pokok Industri Makanan Bidang Pengolahan Tapioka. Menteri Ketenagakerjaan RI. Jakarta.

- Modeste, K. K., M. Adolphe, N. Boni, K. Edmond and K. Camille. (2018). Status of Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) in Côte d'Ivoire: From Production to Consumption and Evaluation of Technology Adoption . *European Scientific Journal*. Vol.14, No.9: 285-299.
- Mustafa, A. (2015). Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa. *Jurnal Agrotek* Vol.9, No.2: 127-133.
- Nanda, S.K., P. Hemasankari dan J.T. Sheriff. (2004). Development of a Primary Rasper for Stach Extractin from Tuber crop in: *Proceedings of National Seminar Root and Tuber Crops (NRSTC I)*, 29-31 October 2004. Regional Centre of Central Tuber Crops Research Institute, Bhubaneswar, Orissa, India.
- Oriaku, E.C., C.N. Agulanna, E.N. Ossai, J.O. Odenigbo dan U.L. Adizue. (2015). Design and Performance Evaluation of a Double Action Cassava Grating Machine. *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS)*. Vol.6 (3):196-203.
- Rumere, C. S. (2019). Pengembangan Desain Mesin Parut Sagu (*Metroxilon* sp.) Tipe Silinder Bertenaga Motor Bakar Bensin Dengan Sistem Pamarutan Tanpa Pengupasan Kulit Batang. *Skripsi Fakultas Tekongi Pertanian Universitas Papua*. Manokwari.
- Sardi. (2013). Desain dan uji kinerja alat dan mesin pamarut singkong (*Manihot Utilissima* Phol) bertenaga motor bakar. Universitas Negeri Papua Manokwari.
- Sajeev, M.S., S.K. Nanda and J.T. Sheriff. (2012). An Efficient Blade Type Rasper for Cassava Starch Extraction. *Journal of Root Crops*. Vol.38 (2):151-156.
- Sheriif, J.T., Nanda, S.K. and Sajeev, M.S. (2005). *Current Status of Cassava Processing Industries in South India. Technical Bulletin No. 42*. Central Tuber Crops Research Institute, Sreekariyam, Thiruvananthapuram, Kerala, India.
- Sitkey, G. (1986). *Mechanics of Agricultural Material*. ELSEVIER. Amsterdam.
- Widaningsih, R. (2016). Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan: Ubi Kayu. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Yimmongkol. S. (2009). Research and Development Projects on Improvement of the Potential Use of Dried Cassava Pulp and Cassava Leaf Meal in Concentrate of Feedlot Cattle. *Thesis Doctor of Philosophy Agricultural Research and Development*. Graduate School, Kasetsart University.