

UJI KINERJA MESIN PENGIRIS UBI KAYU TIPE PIRINGAN BERPUTAR UNTUK PRODUKSI TEPUNG KASAVA TERMODIFIKASI

Oleh : Kasma Iswari ¹⁾, Harnel ¹⁾, Elita Rahmarestia W ²⁾

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat
Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong

ABSTRAK

Tepung kasava termodifikasi merupakan salah satu alternative tepung yang dikembangkan sebagai substitusi terigu. Untuk mendukung pengembangan tepung kasava termodifikasi, dibutuhkan mesin-mesin yang mendukung proses pengolahannya, di antaranya mesin pengiris yang berfungsi untuk memperkecil ukuran bahan. Uji kinerja mesin pengiris ubikayu rancangan BBP Mekanisasi Pertanian Serpong telah dilakukan untuk dapat diterapkan di kelompok pengolahan tepung kasava termodifikasi skala pedesaan. Tipe mesin pengiris adalah tipe piringan berputar vertical dengan diameter piringan 40 cm, mempunyai 4 baris pisau dan daya penggerak motor bensin 6,5 HP. Uji kinerja dilakukan pada kombinasi putaran piringan pisau (700, 600 dan 450 RPM) dan jarak celah pisau (2 mm dan 3,5 mm) terhadap pengaruhnya pada kapasitas dan ketebalan hasil sawutan. Analisis data pengujian menggunakan metode statistic model regresi linier berganda. Berdasarkan kapasitas yang diharapkan 1 ton/jam dan ketebalan sawutan rata-rata 4 mm didapatkan parameter kinerja yang optimum pada putaran piringan pisau 490 RPM dan jarak celah pisau 4,3 mm. Uji kinerja lapang menghasilkan rata-rata kapasitas mesin 929 kg/jam ubi kayu kupas. Penggunaan mesin pengiris ini menghasilkan biaya pokok pengirisan sebesar Rp 19,31/kg ubikayu kupasan.

ABSTRACT

Modified cassava flour is alternative flour developed as wheat flour substitution. To support the development of modified cassava flour, it requires machineries facilitating its processing technology. One of the machines is slicer required for size reduction. Testing of the slicer developed by ICAERD has been conducted for its application in a rural modified cassava flour processing plant. The type of the slicer is vertical rotating disk. The machine specification is 40 cm of disk diameter, 4 rows of knife blade and 6,5 HP of power input of gasoline engine. Performance tests were conducted at combination of knife disk rotation (700, 600 and 450 RPM) and knife gaps (2 mm and 3.5 mm) to show its influence in slicing capacities and average slice thickness. Data of the testing were analyzed using statistical method of the double parameter of linier regression. As the required capacity of 1 ton/hour and the average of 4 mm of the slice thickness, the optimum working parameters are 490 RPM of the disk rotation and 4.3 mm of the knife gap. Field test revealed that the average machine capacity was 929 kg/hour. The machine has the operational cost of IDR 19.31/kg peeled cassava.

PENDAHULUAN

Propinsi Sumatera Barat merupakan daerah yang kaya dengan komoditas umbi-umbian terutama ubikayu. Produksi ubikayu tahun 2008 mencapai 102.285 ton/tahun dengan luas panen 5.265 ha (BPS Sumbar, 2009). Pemanfaatan ubikayu sebagai sumber pangan lebih baik dalam bentuk tepung karena mempunyai umur simpan lebih panjang dibandingkan dengan umbi segar dan juga dapat berfungsi sebagai stok pangan (Desrosier, 1988; Winarno, 2003). Selain itu tepung dapat berfungsi sebagai nasi (tiwul) atau diolah menjadi produk sekunder lainnya. Pemanfaatannya juga diharapkan sebagai substitusi terigu dalam pengolahan pangan (roti, biskuit, dan cake) mengingat impor terigu mencapai 6,7 ton/tahun.

Akhir-akhir ini dikembangkan tepung kasava termodifikasi, di mana modifikasi dilakukan cara biologi. Prinsip dasar pembuatan tepung ini adalah memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi dengan menggunakan mikroba yaitu bakteri asam laktat (BAL), BAL yang tumbuh akan menghasilkan *enzim*

pektinolitik dan *selulolitik* yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu sedemikian rupa sehingga terjadi liberasi granula pati. Proses liberasi ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viscositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut. Selanjutnya granula pati tersebut akan mengalami hidrolisis yang menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan terimbibisi dalam bahan, dan ketika bahan tersebut diolah akan dapat menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang dapat menutupi aroma dan cita rasa ubi kayu yang cenderung tidak menyenangkan konsumen. Selama proses fermentasi, terjadi pula penghilangan komponen penimbul warna, seperti pigmen (Khususnya pada ketela kuning), dan protein yang dapat menyebabkan warna coklat ketika pemanasan. Dampaknya adalah warna tepung yang dihasilkan lebih putih dibandingkan warna tepung ubi kayu biasa. Selain itu, proses ini akan menghasilkan tepung yang secara karakteristik dan kualitas hampir menyerupai tepung terigu, sehingga tepung Mocaf ini sangat cocok untuk menggantikan tepung terigu untuk kebutuhan industri makanan (Subagio 2010; Misgiyarta, 2009).

Pengembangan pengolahan tepung kasava termodifikasi perlu ditunjang dengan sarana mekanisasi dalam proses pengolahannya yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas produksi, mengurangi biaya pengolahan dan menghasilkan kualitas yang diharapkan. Untuk menghasilkan tepung kasava termodifikasi yang berkualitas, ubikayu harus segera diolah setelah dipanen, karena dapat mengurangi rendemen tepung yang dihasilkan (Misgiyarta, 2010). Proses pengirisan 1 ton ubi kayu secara manual membutuhkan tenaga kerja 20 orang/6 jam kerja atau 1 ton dibutuhkan tenaga 120 orang/jam. Dengan menggunakan mesin pengiris dibutuhkan 2-3 orang operator. Proses pengirisan bertujuan untuk mengecilkan ukuran bahan agar mudah dikeringkan. Namun, pengecilan ukuran tidak dimaksudkan untuk mengeluarkan pati, sehingga tidak diharapkan irisan yang terlalu tipis. BBP Mekanisasi Pertanian telah mengembangkan mesin pengiris ubi kayu tipe piringan vertical yang mempunyai kapasitas sesuai dengan kebutuhan kelompok pengolahan tepung kasava termodifikasi yaitu 1 ton/jam. Sebelum diaplikasikan, dilakukan uji kinerja mesin rancangan BBP Mektan tersebut yang bertujuan untuk mendapatkan parameter kinerja yang optimum untuk menghasilkan ketebalan yang sesuai dengan yang diharapkan (2-4 mm) dengan target kapasitas 1 ton/jam. Tulisan ini memaparkan hasil uji kinerja mesin pengiris tersebut dengan perlakuan uji berupa kombinasi putaran piringan pisau dan jarak celah pisau dengan piringan. Selain itu juga memaparkan hasil uji lapang dan biaya pokok pengirisan ubi kayu dengan mesin ini.

BAHAN DAN METODE

Bahan :

Bahan yang digunakan adalah ubi kayu konsumsi dengan varietas yang beragam yang didapatkan dari pengepul ubi kayu. Pengupasan singkong dilakukan dengan cara manual dengan rendemen kulit kurang lebih 20%. Mesin pengiris yang diuji adalah mesin pengiris tipe piringan vertical mengadopsi rancangan BBP Mekanisasi Pertanian (Uning B dkk, 2011). Gambar mesin pengiris dan spesifikasinya seperti pada Gambar 1. Mekanisme kerja mesin penyawut bahan diumpankan ke dalam ruang penyawut oleh operator. Pisau yang berputar mengiris bahan yang diumpankan, melewati celah pisau pada piringan. Pisau ditempatkan pada piringan dengan menggunakan baut agar memudahkan dalam penggantian pisau dan memudahkan pengaturan celah pisau untuk mendapatkan ketebalan irisan sesuai dengan yang diharapkan



| Spesifikasi | |
|--------------|-----------------------|
| Tipe | : piringan vertical |
| Dia piringan | : 40 cm |
| Jumlah pisau | : 4 baris |
| Penggerak | : motor bensin 6,5 HP |
| Kapasitas | : 1 ton/jam |
| Bahan utama | : stainless 304 |

Gambar 1. Mesin Pengiris tipe piringan vertical

Waktu dan Tempat :

Pengujian kinerja laboratorium dilakukan di laboratorium mekanisasi dan pengolahan pasca panen BPTP Sumbar, sedangkan uji lapang dilakukan di unit pengolahan tepung kasava termodifikasi koperasi Subur Jaya, Kabupaten 50 Kota. Pengujian dilakukan pada bulan Oktober- November 2011.

Metode :

- Uji kinerja laboratorium

Salah satu parameter yang berpengaruh terhadap kualitas cacahan adalah kecepatan putaran pisau (Kathirvel et al., 2011). Pengujian mesin penyawut dilakukan untuk mengetahui kapasitas mesin pada kombinasi kecepatan putaran poros pisau dan celah pisau. Selain itu dilakukan pengamatan terhadap ketebalan hasil sawutan terhadap pengaruh putaran pisau.

$$KK = \frac{B}{t} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana KK = kapasitas mesin penyawut (kg/jam)
 B = Berat bahan input (kg)
 t = waktu penyawutan (jam)

Ketebalan sawutan yang diharapkan 2-4 mm. Pengukuran sebaran ketebalan penyawutan dilakukan dengan cara mengambil 20 lembar sampel irisan secara acak, kemudian diukur ketebalannya. Sebaran ketebalan sawutan pada kategori tebal 0-0,9 mm, 1-1,9 mm, 2-2,9 mm, 3-3,9 mm dan ≥4 mm dihitung dengan persamaan berikut :

$$E_p = \frac{B_k}{B_s} \dots \dots \dots (4)$$

Di mana E_p = sebaran ketebalan sawutan (%)
 B_k = Jumlah sawutan pada tebal tertentu
 B_s = Jumlah sampel

- Uji lapang

Uji lapang dilakukan di lokasi pengguna menggunakan parameter kinerja optimum dengan target kapasitas yang diharapkan 1000 kg/jam dan ketebalan irisan rata-rata 3,5 – 4 mm. Pengujian lapang dilakukan dengan menggunakan ubi kayu kupas sebanyak 1000 kg/jam tiap ulangan. Pengamatan dilakukan terutama terhadap kapasitas mesin, di mana ketebalan irisan yang diharapkan pengguna sudah tercapai. Pengujian ini dilakukan terutama untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengumpanan yang dapat mempengaruhi kapasitas pengirisan, dimana parameter ini tidak diperhitungkan dalam analisis sebelumnya

- Analisis biaya operasi

Analisis biaya operasional mesin memperhitungkan biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap merupakan biaya mesin yang didapat dari harga mesin dan bunga investasi yang diasumsikan sebesar 15%/tahun. Biaya operasional mesin dihitung dalam satuan Rp/jam operasional mesin dan Rp/kg ubi kayu kupas yang diiris.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Putaran Piringan dan Jarak Celah Pisau terhadap Kapasitas

Pengukuran kapasitas mesin dilakukan pada kombinasi perlakuan lebar celah pisau dan putaran poros pisau pada 700 RPM, 600 RPM dan 450 RPM, sedangkan celah pisau pada 2 mm dan 3.5 mm. Banyaknya singkong yang digunakan pada setiap ulangan 50 kg singkong kupasan. Pengukuran waktu pengirisan menggunakan stopwatch dan RPM dengan menggunakan digital tachometer.

Dari hasil uji dapat diketahui bahwa putaran poros pisau dan lebar celah pisau mempengaruhi kapasitas kerja mesin. Kapasitas tertinggi diperoleh pada putaran pisau 450 rpm dengan celah 3,5 mm yaitu mencapai 1022,7 kg/jam (Tabel 1). Pada kecepatan 450 rpm dengan lebar celah 2 mm, diperoleh kapasitas kerja terendah yaitu 332,7kg/jam.

Tabel 1. Kapasitas mesin penyawut ubikayu tipe pisau vertical

| Perlakuan | | Berat bahan kg | Putaran Poros Engine (rpm) | | Putaran Poros Pisau (rpm) | | Waktu | | Kapasitas kg/jam |
|-------------|---------------------|-------------------|----------------------------|------|---------------------------|-----|-------|-------|---------------------|
| Celah pisau | Putaran Pisau (RPM) | | TB | DB | TB | DB | Menit | Detik | |
| 2 mm | 700 | 50 | 3693 | 3564 | 702 | 687 | 4 | 17 | 700.4 |
| | 600 | 50 | 3497 | 3490 | 595 | 585 | 6 | 15 | 480.0 |
| | 450 | 50 | 2627 | 2531 | 453 | 452 | 9 | 1 | 332.7 |
| 3,5 mm | 700 | 50 | 3572 | 3505 | 687 | 674 | 3 | 51 | 779.2 |
| | 600 | 50 | 3460 | 3454 | 607 | 606 | 3 | 42 | 810.8 |
| | 450 | 50 | 2503 | 2537 | 447 | 445 | 2 | 56 | 1022.7 |

Keterangan: TB = Tanpa beban, DB= Dengan beban

Analisis Regresi Linier Berganda digunakan untuk mengetahui pengaruh Putaran pisau dan Jarak celah pisau terhadap kapasitas. Analisis dilakukan dengan menggunakan software SPSS 2.0. Hasil analisis menunjukkan persamaan regresinya sebagai berikut :

$$Y_1 = -78,486 + 0,283X_1 + 216,511X_2$$

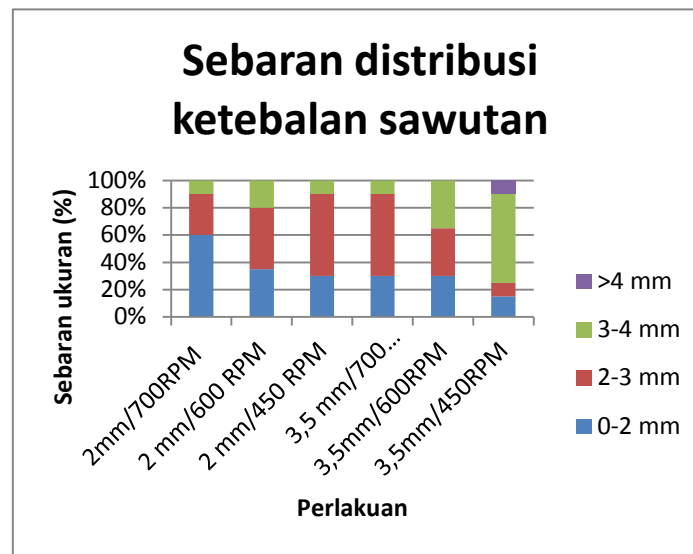
Di mana Y_1 = Kapasitas mesin (kg/jam)
 X_1 = Putaran piringan pisau (RPM)
 X_2 = Jarak celah pisau (mm)

Uji t partial untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel terhadap kapasitas mesin memperlihatkan nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ ($0,746 < 1,833$) untuk variabel putaran mesin pada selang kepercayaan 90%. Hal ini berarti, secara signifikan tidak terdapat pengaruh putaran piringan pisau terhadap kapasitas. Nilai $t_{hitung}(4,162) > t_{tabel}$ untuk variabel jarak celah pisau. Namun, secara bersama-sama terdapat

pengaruh jarak celah pisau dan putaran piringan pisau terhadap kapasitas mesin, seperti yang ditunjukkan dari hasil uji serentak/simultan F, dimana nilai F_{hitung} sebesar 8,94 dan $F_{tabel} = 4,256$ pada selang kepercayaan 95%. Analisis korelasi ganda (R) menunjukkan terjadi hubungan yang sangat kuat antara putaran mesin dan jarak celah pisau terhadap kapasitas mesin yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $R = 0,816$. Menurut Sugiyono 2007, nilai $R = 0,8-1$ menunjukkan adanya korelasi yang sangat kuat antara variabel bebas mempengaruhi variabel tak bebas. Nilai R^2 sebesar 0,665 menjelaskan bahwa persentase variabel putaran dan celah pisau mempengaruhi kapasitas mesin sebanyak 66,5%.

B. Pengaruh Putaran Piringan dan Jarak Celah Pisau terhadap Ketebalan Irisan

Kecepatan putaran piringan pisau dan lebar celah pisau mempengaruhi ketebalan irisan umbi yang dihasilkan. Ketebalan irisan rata-rata pada kecepatan poros pisau 700 rpm dengan lebar celah 2 mm sebesar 1,99 mm, setelah diturunkan kecepatan menjadi 600 rpm dengan lebar celah tetap 2 mm, ketebalan irisan meningkat menjadi 2,37 mm dengan median 2,35 standar deviasi 0,64, tetapi bila kecepatan diturunkan lagi menjadi 450 rpm dengan lebar celah tetap 2 mm, ketebalan irisan menurun menjadi 2,09 mm. Gambar 2 memperlihatkan sebaran ketebalan irisan yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan.



Gambar 2. Sebaran Ketebalan hasil sawutan pada perlakuan uji verifikasi

Disamping menurunkan kecepatan poros piringan pisau, ketebalan irisan juga dipengaruhi oleh peningkatan lebar celah pisau. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa dengan kecepatan poros pisau 700 rpm lebar celah diperbesar menjadi 3,5 mm, ketebalan irisan meningkat menjadi 2,46 mm, tetapi bila kecepatan poros pisau diturunkan menjadi 600 rpm dengan lebar celah tetap 3,5 mm rata-rata ketebalan irisan meningkat menjadi 2,67 mm, dengan median 2,75 mm, dan standar deviasi 0,83. Bila kecepatan poros pisau diturunkan lagi menjadi 450 rpm, dengan lebar celah tetap 3,5 mm, rata-rata ketebalan irisan 3,345 mm dengan median 3,7 mm, standar deviasi 0,84. Gambar 8 memperlihatkan pada perlakuan celah pisau 3,5 mm dan putaran pisau 450 RPM, didapatkan jumlah sampel yang tebalnya 3-4 mm mencapai paling tinggi di antara perlakuan lainnya.

Analisis regresi linier berganda dilakukan untuk mengetahui hubungan putaran pisau dan jarak celah pisau terhadap ketebalan sawutan. Persamaan regresinya sebagai berikut :

$$Y_2 = 2,791 - 0,004X_1 + 0,734X_2$$

Dimana Y_2 = rata-rata ketebalan sawutan (mm)
 X_1 = Putaran piringan pisau (RPM)
 X_2 = Jarak Celah pisau (mm)

Uji partial t test terhadap masing-masing variabel bebas menunjukkan bahwa $-t_{hitung} (-9,219) < -t_{tabel} (-1,995)$ untuk variabel putaran pisau pada selang kepercayaan 95%. Ini berarti, putaran piringan pisau berpengaruh terhadap ketebalan sawutan. Nilai $t_{hitung} (13,053) > t_{tabel} (1,995)$ pada variabel Jarak celah pisau yang menunjukkan Jarak celah pisau juga berpengaruh secara signifikan terhadap ketebalan sawutan. Uji simultan F memperlihatkan kedua faktor (putaran & celah pisau) secara simultan mempengaruhi ketebalan sawutan. Uji R^2 memperlihatkan pengaruh putaran dan celah pisau mempengaruhi perubahan rata-rata ketebalan sawutan yang dihasilkan sebesar 80%.

C. Uji Kinerja Lapang

Berdasarkan pengalaman lapang dari pengguna yaitu kelompok Subur Jaya, irisan yang terlalu tipis akan menyebabkan bahan lengket ketika dijemur. Ketebalan irisan rata-rata yang diharapkan 4 mm dan kapasitas mesin 1000 kg/jam. Berdasarkan persamaan regresi yang dihasilkan pada uji kinerja pengaruh putaran dan celah pisau terhadap kapasitas dan ketebalan hasil irisan maka dapat digunakan pendekatan persamaan hasil analisis regresi sebelumnya untuk menentukan putaran poros piringan dan jarak celah pisau sebagai berikut :

$$1000 = -78,486 + 0,283X_1 + 216,511X_2 \dots\dots\dots(1)$$

$$4 = 2,791 - 0,004X_1 + 0,734X_2 \dots\dots\dots(2)$$

Di mana X_1 = putaran poros piringan (RPM)
 X_2 = jarak celah pisau (mm)

Hasil perhitungan menunjukkan jarak celah pisau sebaiknya 4,3 mm dan putaran poros piringan 490 RPM. Hasil uji kinerja lapang menunjukkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Uji Lapang Mesin Pengiris Ubi Kayu

| Ulangan | Berat sampel ubikayu | Waktu (jam) | Kapasitas (kg/jam) ubi kupas |
|-----------|----------------------|-------------|------------------------------|
| 1 | 1000 | 0,98 | 1020,48 |
| 2 | 1000 | 1,23 | 813,01 |
| 3 | 1000 | 1,05 | 952,38 |
| Rata-rata | 1000 | 1,09 | 928,60 |

Tabel 2 hasil uji lapang memperlihatkan kapasitas pengirisan ubi kupas rata-rata sebesar 928,6 kg/jam sedikit lebih rendah dari target yang diharapkan 1000 kg/jam. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kecepatan pengumpanan bahan yang dalam analisis ini tidak diperhitungkan sebagai parameter yang berpengaruh terhadap kapasitas mesin yang dihasilkan.

D. Biaya Pokok Pengoperasian Mesin Pengiris Ubi kayu

Perhitungan biaya pokok pengoperasian mesin memperhitungkan biaya operasional mesin dalam Rp/jam dan Rp/kg bahan. Hasil Perhitungan memperlihatkan biaya operasional mesin sebesar Rp 17.034/jam. Jika memperhitungkan biaya tetap dari penyusutan harga mesin dan bunga modal 15%/tahun, maka biaya operasional mesin menjadi Rp 19.305/jam. Dengan kapasitas mesin sebesar 1

ton/jam, maka biaya operasional per kg bahan adalah Rp 19,31/kg. Asumsi perhitungan biaya operasional mesin seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Biaya Operasional Mesin Pengiris Ubi Kayu

| Uraian | Mesin Pengiris tipe piringan vertical | Satuan |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Harga Mesin | 9.000.000 | Rp/unit |
| Motor penggerak | 6.5 | HP |
| Umur ekonomi | 5 | Tahun |
| Nilai akhir (%) | 10 | % |
| Tingkat suku bunga | 15 | % |
| Jam kerja/tahun | 1.040 | Jam |
| Bahan bakar | 4.500 | Rp/liter |
| Pelumas | 20.000 | Rp/liter |
| Kapasitas mesin | 1.000 | kg/jam |
| Biaya tetap | | |
| Penyusutan | 1.620.000 | Rp/tahun |
| Bunga Modal | 742.500 | Rp/tahun |
| Biaya tetap/tahun | 2.362.500 | Rp/tahun |
| Biaya tetap/jam | 2.271 | Rp/jam |
| Biaya tidak tetap | | |
| Bahan bakar | 5.850 | Rp |
| Pelumas | 104 | Rp/100 jam |
| Pemeliharaan | 1.080 | Rp/100 jam |
| Operator | 10.000 | Rp/8jam |
| Jml biaya tdk tetap/jam | 17.034 | Rp/jam |
| Biaya operasional/jam | 19.305 | Rp/jam |
| Biaya operasional (Rp/kg) | 19.31 | Rp/kg bahan |

KESIMPULAN DAN SARAN

Mesin pengiris ubi kayu tipe piringan berputar vertical rancangan BBP Mekanisasi Pertanian Serpong telah diuji kinerjanya untuk diaplikasikan pada unit pengolahan tepung kasava termodifikasi koperasi Subur Jaya, Kabupaten 50 Kota. Uji kinerja laboratorium dilakukan untuk mengetahui pengaruh putaran piringan pisau dan jarak celah pisau pada piringan terhadap kapasitas pengirisan dan rata-rata ketebalan irisan yang dihasilkan. Pengujian dilakukan pada putaran 450, 600 dan 700 RPM serta celah pisau 2 mm dan 3,5 mm. Analisis data pengujian laboratorium menunjukkan kecepatan piringan dan jarak celah pisau mempengaruhi kapasitas dan ketebalan irisan. Pada jarak celah pisau 2 mm, semakin tinggi putaran semakin tinggi kapasitas namun semakin tipis ketebalan irisan yang dihasilkan. Tetapi pada jarak celah 3,5 mm, semakin tinggi putaran, kapasitas yang dihasilkan lebih rendah dan ketebalan irisan juga lebih tipis. Pada jarak celah 3,5 mm, kapasitas lebih tinggi pada putaran rendah lebih dipengaruhi oleh ketebalan irisan yang lebih tebal, mengakibatkan volume bahan yang teriris lebih banyak jika dibandingkan dengan putaran yang lebih tinggi.

Uji lapang menghasilkan kapasitas pengirisan rata-rata 928,6 kg/jam. Hasil uji lapang menunjukkan adanya pengaruh kecepatan pengumpanan bahan oleh operator juga berpengaruh terhadap kapasitas. Analisis biaya operasional mesin memperlihatkan biaya operasional pengoperasian mesin pengiris sebesar Rp 19.305/jam atau Rp 19,031/kg singkong kupas.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. Sumbar. 2009. Sumatera Barat dalam Angka.
- Desrosier, 1988. Teknologi Pengawetan Pangan. Penerjemah M. Muljoharjo. Penerbit UI- Press. Jakarta. 614 hlm
- Kathirvel K., Suthakar B., Manohar Jesudas, 2011. Effect of crop, machine and operational parameters on peak cutting force for harvesting fodder maize. AMA Vol. 42, No 4 Autumn 2011.
- Misgiyarta, Suismono dan Suyanti, 2009. Tepung kasava Bimo kian prospektif. Balai Besar Pasca Panen Bogor.
- Uning Budiharti, Ana Nurhasanah, Joko Pitoyo, Elita Rahmarestia, Gambuh A.K, Titin N. Pengembangan Pabrik Mini Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Kapasitas 10 Ton/hari dengan Biaya Produksi 30% Lebih Rendah. Laporan Tengah Tahun. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong
- Winarno, F.G. 2003. Kimia Pangan dan Gizi. PT.Gramedia, Jakarta.