

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 8, No. 3, Desember 2020



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia

Dewan Redaksi:

Ketua : Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, IPB University)
Anggota : Abdul Hamid Adom (Scopus ID: 6506600412, University Malaysia Perlis)
(*editorial board*) Addy Wahyudie (Scopus ID: 35306119500, United Arab Emirates University)
Budi Indra Setiawan (Scopus ID: 55574122266, IPB University)
Balasuriya M.S. Jinendra (Scopus ID: 30467710700, University of Ruhuna)
Bambang Purwantana (Scopus ID: 6506901423, Universitas Gadjah Mada)
Bambang Susilo (Scopus ID: 54418036400, Universitas Brawijaya)
Daniel Saputera (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya)
Han Shuqing (Scopus ID: 55039915600, China Agricultural University)
Hiroshi Shimizu (Scopus ID: 7404366016, Kyoto University)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana)
Agus Arif Munawar (Scopus ID: 56515099300, Universitas Syahkuala)
Armansyah H. Tambunan (Scopus ID: 57196349366, IPB University)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, IPB University)
M. Rahman (Scopus ID: 7404134933, Bangladesh Agricultural University)
Machmud Achmad (Scopus ID: 57191342583, Universitas Hasanuddin)
Muhammad Makky (Scopus ID: 55630259900, Universitas Andalas)
Muhammad Yulianto (Scopus ID: 54407688300, IPB University & Waseda University)
Nanik Purwanti (Scopus ID: 23101232200, IPB University & Teagasc Food Research Center Irlandia)
Pastor P. Garcia (Scopus ID: 57188872339, Visayas State University)
Rosnah Shamsudin (Scopus ID: 6507783529, Universitas Putra Malaysia)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin)
Sate Sampattagul (Scopus ID: 7801640861, Chiang Mai University)
Subramaniam Sathivel (Scopus ID: 6602242315, Louisiana State University)
Shinichiro Kuroki (Scopus ID: 57052393500, Kobe University)
Siswoyo Soekarno (Scopus ID: 57200222075, Universitas Jember)
Tetsuya Araki (Scopus ID: 55628028600, The University of Tokyo)
Tusan Park (Scopus ID: 57202780408, Kyungpook National University)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, IPB University)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, IPB University)
Bendahara : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, IPB University)
Anggota : Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, IPB University)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, IPB University)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, IPB University)
Leopold Oscar Nelwan (Scopus ID: 56088768900, IPB University)
I Wayan Astika (Scopus ID: 43461110500, IPB University)
Agus Ghautsun Niam (Scopus ID: 57205687481, IPB University)
Administrasi : Khania Tria Tifani (IPB University)

Penerbit: Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor bekerjasama dengan Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA).

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem,
Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@apps.ipb.ac.id
Website: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah naskah pada penerbitan Vol. 8, No. 3 Desember 2020. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Lilik Soetiarso (Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Lady Lengkey, M.Si (Universitas Sam Ratulangi), Ir. Siti Mariana Widayanti, M.Si, (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian), Dr.Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Dr.Ir. Emmy Darmawati, M. Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Dr. Andasuryani, S.TP, M.Si (Universitas Andalas), Ahmad Thoriq, S.TP, M.Si (Universitas Padjadjaran)

Technical Paper

Kinerja Mesin Parut Sagu pada Berbagai Ukuran Gerigi dan Kecepatan Putar Silinder Pamarut

Performance of Sago Rasping Machine at Various Teeth Size and Cylinder Rotation Speed

Darma, Jurusan Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Papua.

Email: darmabond@gmail.com

Budi Santoso, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Papua.

Email: budsandida@yahoo.com

Reniana, Jurusan Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Papua.

Email: ana.iner@gmail.com

Abstract

Traditional method of sago starch extraction is a time and labor intensive process. The most laborious stage is pith disintegration which is done by using hammer-like tools called pounder. However, the use of rasping machine to disintegrate the pith is saving time and energy significantly. The objective of this study was to investigate the effect of teeth diameter and cylinder rotation speed on performance of cylinder type sago rasping machine. In the experiment, four variations of teeth diameter i.e. 3mm, 4 mm, 5 mm and 6 mm, and three levels of cylinder rotation speed i.e. 1500 rpm, 2000 rpm and 2500 rpm were examined. Results showed that both teeth diameter and cylinder rotation speed significantly affect the rasping capacity. Likewise teeth diameter also significantly affect on starch percentage and starch losses in waste. Meanwhile, cylinder rotation speed and the interaction of the two factors have no significant effect on the starch percentage and starch loss in waste. The highest performance was obtained at the condition of 3 mm teeth diameter with cylinder rotation speed of 2500 rpm. The performances of the machine at the condition were: (a) rasping capacity was 2282 kg h⁻¹, (b) starch percentage was 33.02%, (wb), (c) starch loss in waste was 8.77%.

Keywords: *Cylinder type, rasping performance, rotation speed, sago rasping machine, teeth diameter*

Abstrak

Metode ekstraksi pati sagu secara tradisional memerlukan waktu dan tenaga yang besar. Tahapan yang paling menguras tenaga kerja adalah penghancuran empulur dengan menggunakan alat yang disebut penokok. Penggunaan mesin parut tentunya dapat menghemat waktu dan tenaga kerja secara nyata. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh diameter gigi dan kecepatan putar silinder terhadap kinerja mesin parut sagu. Diameter gigi yang diuji terdiri dari 4 tingkat yaitu 3 mm, 4 mm, 5 mm dan 6 mm, masing-masing diuji pada 3 taraf kecepatan putar silinder yaitu 1500 rpm, 2000 rpm dan 2500 rpm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa diameter gigi dan kecepatan putar silinder berpengaruh sangat nyata terhadap kapasitas pamarutan. Diameter gigi juga berpengaruh nyata terhadap rendemen pati dan persentase pati pada ampas, namun kecepatan putar silinder dan interaksi ke dua faktor tidak berpengaruh secara nyata. Kinerja terbaik diperoleh pada diameter gigi 3 mm dengan kecepatan putar silinder 2500 rpm. Kinerja mesin parut pada kondisi tersebut adalah: (a) kapasitas pamarutan 2282 kg/jam, (b) rendemen pati 33.02%, dan (c) persentase kehilangan pati pada ampas 8.77%.

Kata kunci: diameter gigi, Mesin parut sagu, kecepatan putar, kinerja pamarutan, tipe silinder

Diterima: 15 April 2020; Disetujui: 31 Agustus 2020

Latar Belakang

Potensi sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) di Papua dan Papua Barat sangat besar. Menurut Matanubun dan Maturbong (2006), luas areal sagu di Papua dan Papua Barat sekitar 1.47 juta ha dengan potensi produksi pati kering sekitar 12.04 juta ton/tahun. Djofrie *et al.*, (2014) memperkirakan luas areal sagu di Papua 4.75 juta ha dan Papua Barat 0.51 juta ha. Menurut Bintoro (2011), potensi produksi sagu alam berkisar antara 20-40 ton pati/ha/tahun, sedangkan menurut Jong dan Ho (2011), potensi produksi hutan sagu alam di Papua adalah antara 10 - 15 ton pati kering/ha/tahun. Hal ini berarti bahwa potensi produksi pati sagu di Papua dan Papua Barat adalah 52.6–79.9 juta ton/tahun.

Walaupun potensi sagu sangat besar di kedua provinsi paling timur ini, namun sampai saat ini produksi dan pemanfaatan pati sagu masih sangat rendah jika dibandingkan dengan potensi produksi yang ada. Jutaan ton pati yang terkandung dalam batang sagu tidak dipanen dan hilang percuma setiap tahunnya. Matanubun dan Maturbong (2006) memperkirakan bahwa pemanfaatan sumberdaya sagu di Papua dan Papua Barat kurang dari 5% dari potensi yang ada. Rendahnya produksi ini terutama disebabkan karena sebagian besar pengolahan sagu yang dilakukan oleh masyarakat khususnya di Papua dan Papua Barat masih dilakukan secara tradisional, dan juga karena lokasi areal sagu umumnya terletak di daerah marginal dengan kondisi geografi dan demografi yang tidak menunjang serta sarana produksi yang masih terbatas. Di sisi lain beberapa kali telah beroprasi industri pengolahan sagu moderen dengan kapasitas besar yang dikelola swasta, namun karena terbentur masalah sosial budaya masyarakat setempat maka industri-industri tersebut tidak dapat bertahan. Saat ini ada 2 industri besar yang beroperasi di Kabupaten Sorong Selatan, Provinsi Papua Barat yaitu pabrik sagu Perum Perhutani dan PT. ANJAP dengan luas areal konsesi lahan sagu alam berturut-turut 16 ribu ha dan 40 ribu ha. Kedua pabrik tersebut hanya mengolah sagu yang ada dalam areal konsesinya, sedangkan areal sagu tersebar luas hampir di seluruh kabupaten di Papua dan Papua Barat. Untuk menanggulangi kendala ini, perlu dikembangkan untuk kemudian diintroduksi ke masyarakat mesin pengolahan sagu yang harganya terjangkau di tingkat petani, menggunakan teknologi yang mudah diadopsi oleh masyarakat namun efisien dalam penggunaannya.

Peningkatan kapasitas pengolahan sagu di tingkat petani tentu saja dapat dilakukan dengan memperbaiki teknik yang digunakan pada semua tahapan, terutama pada tahapan penghancuran empulur dan ekstraksi oleh karena tahapan inilah yang paling banyak membutuhkan tenaga kerja. Hasil Penelitian Darma *et al.* (2011) menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang diperlukan untuk penghancuran empulur secara tradisional adalah 53.22% dari total waktu yang diperlukan untuk pengolahan. Secara

mekanis, penghancuran empulur pada umumnya dilakukan menggunakan mesin pamarut empulur sagu. Pamarutan bertujuan untuk menghancurkan struktur seluler jaringan empulur sehingga granula pati dalam keadaan *free state* dan dapat tersuspensi ke dalam air untuk kemudian dipisahkan dari ampas pada proses ekstraksi.

Pada saat ini mesin parut empulur sagu yang beredar luas di pasaran dan banyak digunakan oleh petani sagu termasuk di Papua dan Papua Barat adalah tipe silinder dengan berbagai karakteristik gigi-gerigi (mata parut). Darma (2009) menggunakan gigi parut berdiameter 2 mm dengan tinggi 1 cm. Hermanto *et al.* (2011) menguji 3 jenis gigi-gerigi yaitu berupa jarum, gergaji besi dan rantai chain saw yang ditancapkan pada silinder kayu, dengan hasil terbaik adalah gerigi dari jarum. Reniana *et al.* (2017) menggunakan gigi dari kawat *stainless steel* berdiameter 4 mm, tinggi 15 mm. Thoriq dan Sutejo (2017) menggunakan pamarut berupa kawat *stainless steel* berdiameter 3 mm dengan tinggi 15 mm yang dipasang pada silinder berdiameter 20 cm, panjang 40 cm. Darma *et al.*, (2014) menggunakan gigi berujung runcing, berdiameter 4 mm dan dipasang pada silinder berdiameter 15 cm, panjang 20 cm. Selanjutnya Darma *et al.*, (2017) juga menggunakan gigi berdiameter 4 mm namun berujung datar/tumpul dan dipasang pada silinder berdiameter 20 cm, panjang 25 cm dari bahan kayu akasia dibalut dengan plat *stainless steel*. Mesin parut dengan karakteristik gigi parut jenis terakhir telah diproduksi oleh bengkel permesinan agroindustri Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua dan telah banyak digunakan di sentra-sentra penghasil sagu di Papua dan Papua Barat. Dari hasil penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan karakteristik gigi parut mempengaruhi kinerja mesin parut sagu. Ada beberapa faktor karakteristik gigi parut yang mempengaruhi kinerja mesin antara lain bentuk geometri, diameter, tinggi, jarak antar gigi, pola susunan, dan kecepatan linier. Pada penelitian terdahulu (Darma, 2001), telah menguji gigi parut berdiameter 1 mm dan 2 mm (tinggi 1 mm) pada kecepatan putar silinder 1400 dan 2800 rpm, namun pada perkembangan selanjutnya karakteristik gigi tersebut tidak digunakan lagi karena masyarakat pengguna lebih menyukai diameter gigi parut yang lebih besar. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh diameter gigi-gerigi dan kecepatan putar silinder terhadap kinerja mesin parut sagu tipe silinder.

Bahan dan Metode

Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan terdiri dari (1) peralatan untuk pembuatan konstruksi mesin parut yaitu berupa peralatan perbengkelan standard yaitu seperti mesin bubut, mesin las listrik, gurinda, *saw mill*, bor listrik, ragum, meteran, tang, dan berbagai ukuran kunci serta obeng dan (2) peralatan untuk pengujian kinerja yaitu:

tacho meter digital, timbangan duduk digital kapasitas 100 kg dengan ketelitian 0.01 kg, *stop watch*, saringan pati 120 mesh, wadah penampung hasil parutan dan pati, *chain saw*, kampak, karung plastik 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, plat *stainless steel* SS 304 tebal 1 mm, poros as SS 201 Ø 25.5 mm, kawat SS 201 Ø 3 mm, Ø 4 mm, Ø 5 mm, Ø 6 mm, *bearing unit* UCP 205, motor bensin Honda GX 160 berdaya 5.5 hp, *pulley* Ø 7.62 cm dan Ø 10.16 cm, *V-belt* A-49, silinder Ø 15 cm panjang 20 cm dari kayu akasia dibalut plat SS 304, dan engsel bubut Ø 12 mm. Bahan untuk uji kinerja berupa empulur batang sagu dan air bersih untuk ekstraksi pati.

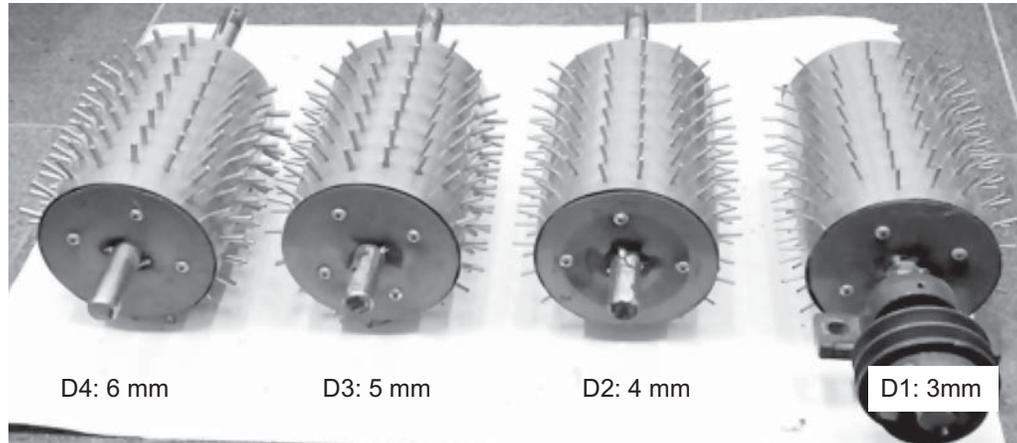
Konstruksi Mesin Parut Sagu Tipe Silinder

Mesin parut sagu yang dibuat didasarkan pada prototype sebelumnya (Darma *et al.*, 2014; 2017), terdiri dari 6 komponen utama yaitu: (1) rangka utama (*frame*), (2) motor penggerak, berupa *four-stroke gasoline engine* 5.5 hp (honda GX 160T), (3) hopper berfungsi untuk mengarahkan empulur sagu ke silinder pamarut, (4) silinder pamarut, terbuat dari kayu akasia yang dibalut dengan plat SS 304 tebal 1 mm dan (5) komponen transmisi daya, menggunakan *pulley* dan *V-belt* dan (6) saluran pengeluaran hasil parutan. Untuk mencegah hasil parutan tersebar kemana-

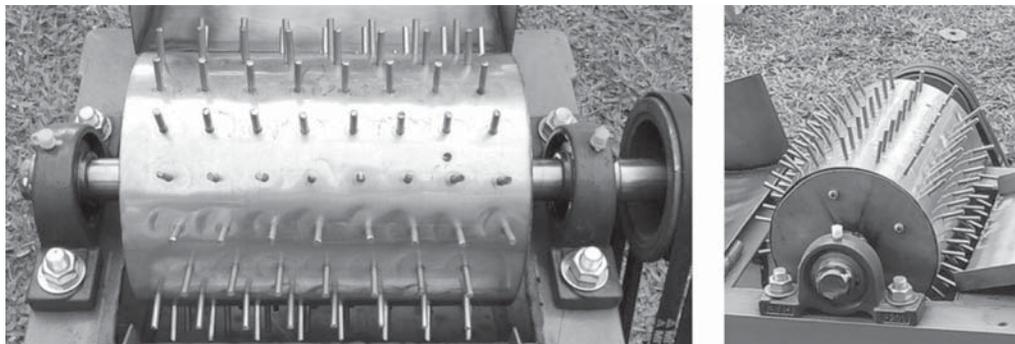
mana dibuat penutup silinder baik pada bagian atas maupun pada bagian bawah.

Komponen fungsional (*Process components*) dari mesin parut sagu ini berupa silinder pamarut yang berfungsi untuk menghancurkan empulur batang sagu menjadi partikel-partikel yang cukup halus sehingga pati yang terdapat dalam sel dapat dipisahkan pada proses lebih lanjut (proses ekstraksi). Dengan berputarnya silinder yang telah diberi gigi-gerigi berupa kawat *stainless steel* maka proses pamarutan akan berlangsung manakala diberikan input berupa empulur sagu. Pamarutan merupakan salah satu metode pengecilan ukuran yang melibatkan proses pemotongan (*cutting*) dan peremukan (*crushing*). Pamarutan dilakukan dengan menempelkan/mendorong sagu ke silinder parut yang sedang berputar.

Silinder pamarut terbuat dari kayu akasia yang dibalut dengan plat SS 304, ukuran panjang 25 cm dan diameter 15 cm. Gigi parut berupa kawat *stainless steel* SS 201, dipasang pada permukaan keliling silinder dengan jarak antar gigi 2.5 cm x 2.5 cm dan tinggi 2 cm dari permukaan silinder. Pengaturan gigi parut dibuat sedemikian rupa sehingga pada waktu proses pamarutan berlangsung, semua gigi bekerja secara efektif dan tidak ada bagian empulur yang tidak terparut (Darma *et al.*, 2014). Perlakuan (*independent variable*) pada penelitian ini adalah diameter gigi parut, terdiri dari 4 level yaitu: (1) 3 mm (D1), (2) 4 mm



Gambar 1. Silinder pamarut dengan diameter gigi yang berbeda siap diuji kinerjanya



Gambar 2. Silinder terpasang pada rangka mesin parut dan siap diuji kinerjanya

(D2), (3) 5 mm (D3) dan (4) 6 mm (D4). Setiap *level* diuji pada 3 taraf kecepatan putar silinder: (1) 1500 rpm (V1), (2) 2000 rpm (V2) dan (3) 2500 rpm (V3). Dengan demikian terdapat 12 kombinasi perlakuan, masing-masing perlakuan diuji 3 kali sehingga terdapat 36 unit/satuan percobaan. Pada Gambar 1, 2 dan 3 berturut-turut ditampilkan 4 unit silinder pamarut dengan diameter gigi berbeda yang diuji pada percobaan ini, silinder pada posisi terpasang pada rangka mesin dan konstruksi mesin parut secara keseluruhan.

Prosedur Pengujian Kinerja dan Analisis Data

Pengujian kinerja dari setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan dan evaluasi kinerja dilakukan dengan mengukur parameter: (1) kapasitas pamarutan, (2) rendemen pati dan (3) kehilangan pati pada ampas. 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 ini.

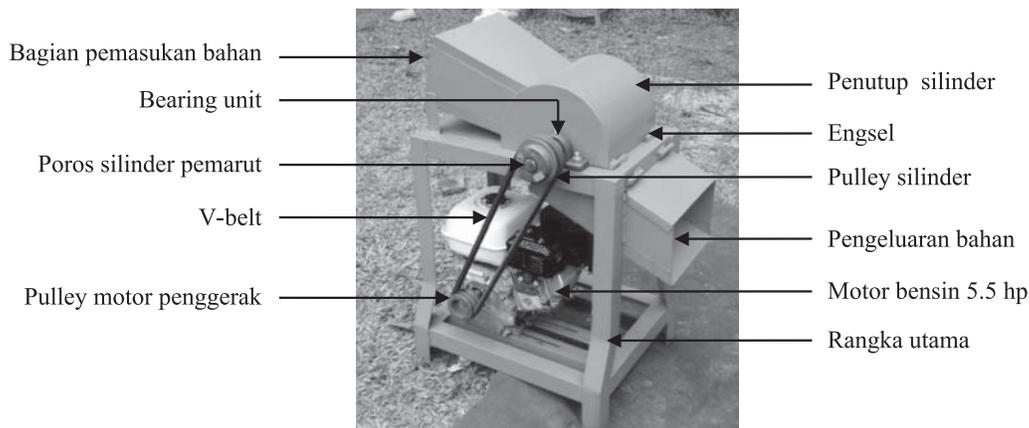
Kapasitas pamarutan

Pohon sagu siap panen (*ready harvested sago palm*) yang ditandai dengan telah munculnya primordia/kuncup bunga berasal dari kebun koleksi milik Unipa yang berlokasi di Distrik Andai Kabupaten Manokwari ditebang menggunakan *chain saw*. Karakteristik pohon sagu yang digunakan sebagai bahan uji adalah: (a) jenis sagu berduri, (b) tinggi batang 11.4 m, (c)

diameter bagian pangkal 42.04 cm, tengah 49.05 cm dan ujung 55.73 cm. Bahan yang digunakan pada penelitian ini hanya 1 pohon sehingga diharapkan memiliki karakteristik yang seragam untuk semua perlakuan. Pohon sagu ditebang menggunakan *chain saw* kemudian dipotong-potong menjadi log sepanjang 100 cm untuk memudahkan pengangkutan ke lokasi pengolahan. Selanjutnya dilakukan pengupasan kulit batang (*debarking*) kemudian log dibelah-belah dibelah-belah berbentuk balok berukuran 10 cm x 12 cm x 100 cm agar sesuai untuk proses pamarutan (Gambar 4). Ukuran balok-balok empulur yang diparut dibuat seragam untuk menghindari adanya *error* yang timbul akibat ketidakseragaman ukuran bahan percobaan. Sebelum dilakukan proses pamarutan, dilakukan pengacakan terhadap log-log sagu karena kemungkinan ada variasi tingkat kekerasan untuk posisi batang bagian pangkal, tengah dan ujung.

Pamarutan merupakan metode yang paling umum digunakan untuk menghancurkan struktur seluler jaringan empulur batang sagu sebelum proses ekstraksi pati. Pamarutan bertujuan untuk menghancurkan/merobek dinding sel sehingga granula pati yang terkandung dalam sel-sel terbebas (*freed or loosen starch*) sehingga bisa tersuspensi ke dalam air pada saat ekstraksi. Pohon sagu memproduksi pati dalam sel-sel empulur batang.

Proses pamarutan dilakukan dengan menempelkan dan mendorong potongan-potongan empulur batang ke permukaan silinder yang sedang berputar (Gambar 5). Sebelum dilakukan proses pamarutan, kecepatan putar silinder diset terlebih dahulu sesuai dengan



Gambar 3. Konstruksi keseluruhan/*overall structure* mesin parut sagu tipe silinder



Gambar 4. Penyiapan empulur batang sagu sebelum proses pamarutan.

perlakuan dengan mengatur kecepatan putar poros motor penggerak (*engine*). Pengaturan kecepatan putar poros *engine* dilakukan dengan menaikkan atau menurunkan posisi tuas gas sambil mengukur kecepatan putar poros silinder menggunakan tachometer digital. Pengumpulan bahan dilakukan secara *end on direction* (searah serat). Jumlah bahan yang digunakan untuk setiap pengujian adalah sama yaitu 20 kg. Empulur hasil parutan disebut *repos* (Cecil *et al.*, 1986; Cecil, 1992; Manan *et al.*, 2011) selanjutnya dikumpulkan untuk diproses lebih lanjut. Kapasitas pamarutan dihitung menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$R_C = \frac{w_R}{t} \quad (1)$$

Dimana: R_C adalah kapasitas pamarutan (kg/jam); w_R adalah massa empulur hasil parutan/*repos* (kg); t waktu pamarutan (jam).

Rendemen pati (starch percentage)

Empulur batang sagu hasil parutan/*ela* (*repos*) selanjutnya diproses lebih lanjut menggunakan alat ekstraksi pati manual menggunakan saringan 120 mesh untuk mengekstrak pati yang terkandung pada empulur. Proses ekstraksi bertujuan untuk mengekstrak atau memisahkan pati dari komponen lainnya (ampas). Mekanisme pemisahan pati adalah dengan mensuspensikan *repos* ke dalam air sambil diaduk dan diperas (*stirring and squeezing*) agar pati tersuspensi ke dalam air. Suspensi pati selanjutnya dipisahkan dari ampas menggunakan saringan. Proses ekstraksi diawali dengan memasukkan *repos* ke dalam alat penyaring berbentuk kotak dan ditambahkan air secara kontinyu sambil dilakukan pengadukan dan peremasan secara manual. Selama proses ekstraksi berlangsung, butiran pati terpisah dari ampas dan mengalir ke wadah pengendapan pati. Proses ini dihentikan saat semua pati yang terkandung pada *repos* telah terekstrak yang ditandai dengan aliran suspensi dari saringan telah jernih. Hasil suspensi pati dalam bak pengendapan dibiarkan 5 jam untuk pengendapan pati. Setelah 5 jam, air *supernatant* dibuang dari wadah pengendapan dan pati yang

dihasilkan diambil untuk ditimbang. Rendemen pati diperoleh dengan menggunakan persamaan (2):

$$S_p = \frac{w_S}{w_R} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana: S_p adalah rendemen pati (%), w_S adalah massa pati basah (kg) dan w_R adalah masa *repos* (kg).

Kehilangan pati pada ampas (starch losses in waste)

Untuk mengevaluasi jumlah pati yang tidak terbebas dan masih terikat pada ampas (*unfreed starch/starch losses in waste*), 200 g sampel ampas pada setiap unit percobaan diambil untuk diproses lebih lanjut. Sampel ampas diblender selama 5 menit yang dimaksudkan untuk merusak dinding sel jaringan empulur yang belum rusak saat proses pamarutan. Setelah diblender, pati yang terdapat pada ampas diekstrak secara manual menggunakan saringan 120 mesh. Ekstraksi pati secara manual ini dilakukan dengan mensuspensikan ampas hasil blender ke dalam air lalu diremas dan diperas (*kneading and squeezing*). Proses ini dilakukan berulang-ulang sampai tidak ada lagi pati yang terkandung pada ampas. Jumlah kehilangan pati pada ampas dihitung menggunakan persamaan (3):

$$P_a = \frac{m_{pa}}{m_a} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana P_a adalah persentase pati pada ampas (%), m_{pa} adalah masa pati pada ampas, m_a adalah massa ampas.

Hasil dan Pembahasan

Kapasitas pamarutan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara diameter gigi-gerigi dan kecepatan putar silinder berpengaruh sangat nyata terhadap kapasitas pamarutan. Sama juga dengan kedua faktor tunggal yaitu diameter gigi dan kecepatan putar silinder berpengaruh sangat nyata. Pada Tabel 1 disajikan kapasitas pamarutan rata-rata pada berbagai



Gambar 5. Pengujian kinerja kapasitas pamarutan berbagai perlakuan yang diuji.

Tabel 1. Kapasitas pamarutan (kg/jam) pada berbagai diameter gigi dan kecepatan putar silinder.

Diameter gigi (mm)	Kecepatan putar silinder (rpm)			Kapasitas pamarutan rata-rata (kg/jam)
	1500 rpm (V1)	2000 rpm (V2)	2500 rpm (V3)	
3 (D1)	501 ^a B	1155 ^b C	2282 ^c D	1313
4 (D2)	280 ^a A	714 ^b B	1184 ^c C	726
5 (D3)	252 ^a A	413 ^a A	842 ^b B	502
6 (D4)	145 ^a A	253 ^a A	613 ^b A	337
Rata-rata	294	634	1230	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT (LSD) pada taraf α : 5%. Huruf kecil dibaca arah horizontal (baris) dan huruf kapital dibaca arah vertikal (kolom)

perlakuan diameter gigi dan kecepatan putar silinder.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa kapasitas pamarutan tertinggi diperoleh pada perlakuan D1V3 (2282 kg/jam) yang berbeda sangat nyata dengan semua perlakuan lainnya, disusul D2V3 (1184 kg/jam) dan terendah pada D4V1(145 kg/jam). Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa pada diameter gigi yang sama, semakin besar kecepatan putar silinder maka semakin tinggi kapasitas pamarutan. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas proses pamarutan berbanding lurus dengan kecepatan putar silinder. Semakin tinggi kecepatan putar silinder, efektivitas proses pamarutan meningkat sehingga meningkatkan kapasitas. Hal ini terutama terkait dengan frekuensi memarut dari gigi gerigi dan kebutuhan gaya/torsi untuk pamarutan. Frekuensi memarut setiap gigi semakin tinggi dengan meningkatnya kecepatan putar. Peningkatan kecepatan putar tentunya meningkatkan kecepatan linier gerigi. Dengan diameter silinder 0.15 m dan tinggi gerigi dari permukaan silinder 0.02 m, kecepatan linier ujung gigi-gerigi (titik kontak dengan bahan) untuk kecepatan putar silinder 1500, 2000 dan 2500 rpm berturut-turut 14.44, 19.26 dan 24.07 m/detik. Sebagaimana terlihat pada Tabel 1, semakin tinggi kecepatan linier gerigi semakin besar kapasitas pamarutannya. Pamarutan melibatkan proses pemotongan (*cutting*) dengan menggunakan banyak mata potong (*multiple blade*). Semakin tinggi kecepatan linier mata potong (dalam hal ini gerigi) maka proses pemotongan berlangsung lebih cepat sehingga kapasitas pamarutannya semakin besar. Hasil ini sejalan dengan penelitian Darma et al., (2014; 2017; 2019). Di sisi lain, pada kecepatan putar silinder yang sama, semakin besar diameter gigi, semakin rendah kapasitas pamarutan. Efektivitas pamarutan tergantung pada kelancaran putaran silinder saat proses sedang berlangsung. Pada gigi yang berdiameter lebih besar memerlukan gaya pamarutan yang lebih besar. Keterbatasan gaya/torsi dari sumber tenaga penggerak (*power*) yang digunakan menyebabkan proses pamarutan berlangsung lebih

lambat pada diameter gigi yang lebih besar akibat membutuhkan gaya yang lebih besar.

Adanya pengaruh interaksi yang nyata menunjukkan bahwa diameter gigi yang berbeda memberikan respon yang berbeda saat terjadi perubahan kecepatan putar silinder. Tabel 1 menunjukkan bahwa pada saat kecepatan putar meningkat dari 1500 rpm ke 2000 rpm, kapasitas pamarutan pada D1 meningkat dengan gradien yang lebih besar daripada D2, D3 dan D4. Gradien peningkatan D3 dan D4 hampir sama. Hal yang sama juga saat kecepatan putar silinder meningkat dari 2000 rpm ke 2500 rpm, kapasitas pamarutan pada D1 meningkat lebih tajam dibandingkan D2, D3, dan D4, sementara peningkatan kapasitas pamarutan pada D2, D3 dan D4 meningkat dengan gradien yang sama.

Kapasitas pamarutan tertinggi (2282 kg/jam) yang diperoleh pada penelitian ini yaitu pada perlakuan D1V3, lebih tinggi dibandingkan dengan prototipe terdahulu (*existing prototype*). Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas pamarutan pada alat pamarut sejenis yang telah dihasilkan pada penelitian sebelumnya (Darma 2011; 2014; 2015; 2016; 2017) yang memiliki kapasitas pamarutan efektif berturut-turut 348, 635, 1009, 1603 dan 866 kg/jam. Hasil tersebut juga jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas pamarutan alat pamarut sagu tipe piringan datar hasil rancangan Payung (2007) menggunakan sumber tenaga penggerak 5.5 hp dengan kapasitas pamarutan antara 108,817–131,153 kg/jam. Hasil penelitian Reniana et al., (2017), dan Thoriq et al. (2017), memperoleh kapasitas pamarutan berturut-turut 322,53 kg/jam dan 649,38 kg/jam.

Pamarutan merupakan salah satu bentuk operasi pengecilan ukuran dengan cara pemotongan dan peremukan (*cutting and crushing*) yang berlangsung secara simultan. Proses pamarutan merupakan salah satu faktor penentu untuk meningkatkan kapasitas produksi pati sagu, karena merupakan fase pertama dari proses produksi untuk memisahkan serat sehingga pati dapat terekstrak pada proses berikutnya

Tabel 2. Rendemen pati rata-rata (%) pada berbagai perlakuan diameter gigi dan kecepatan putar silinder.

Diameter gigi (mm)	Kecepatan putar silinder (rpm)			Rendemen pati rata-rata (%)
	1500 rpm (V1)	2000 rpm (V2)	2500 rpm (V3)	
3 (D1)	37.38	34.75	33.02	35.05 ^a
4 (D2)	42.56	41.30	40.55	41.47 ^b
5 (D3)	44.07	42.99	47.87	44.97 ^b
6 (D4)	46.02	45.28	44.89	45.40 ^b
Rata-rata	40.84	39.70	39.06	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom terakhir tidak berbeda nyata menurut uji BNT (LSD) pada taraf α : 5%

Tabel 3. Kehilangan pati pada ampas rata-rata (%) pada berbagai perlakuan diameter gigi dan kecepatan putar silinder..

Diameter gigi (mm)	Kecepatan putar silinder (rpm)			Kehilangan pati pada ampas rata-rata (%)
	1500 rpm (V1)	2000 rpm (V2)	2500 rpm (V3)	
3 (D1)	25.20	25.60	17.53	22.78 ^c
4 (D2)	19.83	22.67	17.83	20.11 ^{bc}
5 (D3)	16.00	21.83	17.97	18.60 ^{ab}
6 (D4)	16.50	16.00	13.00	15.17 ^a
Rata-rata	19.38	21.53	17.27	

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom terakhir tidak berbeda nyata menurut uji BNT (LSD) pada taraf α : 5%

yaitu ekstraksi. Untuk memperoleh pati semaksimal mungkin dari empulur sagu, penghancuran dilakukan sehalus mungkin (Colon dan Annokke, 1984; Cecil *et al.*, 1982; Cecil, 1992). Kapasitas pamarutan tergantung pada tipe alat, besarnya sumber tenaga penggerak, karakteristik gigi parut dan ketrampilan operator. Kapasitas pamarutan yang tinggi pada alat parut hasil penelitian ini selain disebabkan karena pengaruh faktor diameter gigi, juga karena rancangan *hopper* yang lebih sesuai sehingga memudahkan proses pamarutan.

Faktor lain yang mempengaruhi proses pamarutan adalah 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. Ketahanan pemotongan (*cutting resistance*) bagian tanaman yang lebih muda lebih rendah dari bagian tanaman yang lebih tua. Hal ini berhubungan dengan variasi tekstur sebagai akibat dari proporsi serat yang berbeda-beda menurut umur.

Rendemen pati (starch percentage)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara diameter gigi dan kecepatan putar silinder tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen pati. Hal yang sama juga dengan faktor tunggal yaitu kecepatan putar silinder tidak berpengaruh nyata, namun diameter gigi berpengaruh nyata. Pada Tabel 2 disajikan rendemen pati rata-rata pada berbagai diameter gigi dan kecepatan putar silinder.

Rendemen pati basah/pati segar berkisar antara 33.02% - 46.02%. Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa rendemen pati berbanding lurus dengan diameter gigi. Semakin tinggi diameter gigi maka semakin tinggi rendemen pati. Rendemen pati tertinggi (45.40%) diperoleh pada perlakuan diameter gigi 6 mm dan terendah pada diameter gigi 3 mm (35.05%). Hasil ini mendukung hasil penelitian Darma *et al.* (2009; 2011; 2017), dengan hasil rendemen pati berturut-turut 31%, 38.23% dan 44.34%. Hasil penelitian Reniana *et al.*, (2017), dan Payung (2009) dan Yunus (2000) menghasilkan rendemen pati berturut-turut 37.44%, dan 30 – 36%. Namaun demikian, hasil percobaan ini lebih tinggi dari hasil penelitian Hermanto *et al.* (2011), Irawan (2007) dan Thoriq *et al.* (2017) yang menghasilkan rendemen pati berturut-turut 19.31%, 17.07%, dan 15.14%.

Rendemen pati disamping dipengaruhi oleh alat/teknik pengolahan, juga dipengaruhi jenis dan umur sagu. Pamarutan yang dimaksudkan untuk menghancurkan empulur batang merupakan salah satu tahapan dalam proses pengolahan yang sangat menentukan rendemen pati. Ukuran hasil parutan dipengaruhi oleh ukuran dan jumlah serta susunan mata parut. Semakin besar ukuran (diameter) mata parut maka semakin besar pula hasil parutan. Colon dan Annokke (1994) dan Cecil (1992) menyebutkan bahwa semakin halus empulur dihancurkan, semakin banyak pati yang bisa diperoleh. Rendemen pati yang diperoleh pada penelitian ini termasuk tinggi. Hal ini karena jenis sagu yang diolah termasuk jenis

dengan kadar pati tinggi. Hasil penelitian Darma *et al.*, (2011), menjumpai bahwa rendemen pati sagu diberbagai lokasi di Papua berkisar antara 12.43% - 39.89%. Paulinus (2005) melaporkan adanya jenis sagu di Kabupaten Merauke dengan kadar pati segar mencapai 56%. Menurut Flach (1997), kandungan pati pada empulur batang berkisar antara 10% sampai 25%. Menurut Haryanto dan Pangloli (1992), kandungan pati dalam empulur batang berbeda-beda tergantung dari umur, jenis dan lingkungan tempat tumbuh. Makin tua umur tanaman sagu, kandungan pati dalam empulur makin tinggi. Rata-rata kandungan pati dalam empulur pada umur panen sekitar 15-25%. Rendemen pati hasil pengolahan secara tradisional yang dilakukan oleh masyarakat di Propinsi Papua berkisar antara 11% - 31.2% (Darma *et al.*, 2011). Pada beberapa tempat dijumpai adanya pohon sagu dengan kadar pati sangat rendah (kurang dari 5%), bahkan ada yang sama sekali tidak mengandung pati sekalipun telah memasuki fase umur panen yang ditandai dengan keluarnya primordia bunga.

Kehilangan pati pada ampas (starch losses in waste)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara diameter gigi dan kecepatan putar silinder tidak berpengaruh nyata terhadap kehilangan pati pada ampas. Demikian pula halnya dengan faktor tunggal yaitu kecepatan putar silinder tidak berpengaruh nyata, namun diameter gigi berpengaruh nyata. Pada Tabel 3 disajikan rata-rata kehilangan pati terikut ke ampas pada berbagai perlakuan.

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa kehilangan pati pada ampas berbanding terbalik dengan diameter gigi. Semakin tinggi diameter gigi maka semakin rendah persentase pati pada ampas. Kehilangan pati terikut pada ampas terendah (7.85%) diperoleh pada diameter gigi 6 mm dan tertinggi pada perlakuan gigi 3 mm (11.39%). Semakin tinggi persentase pati pada ampas menunjukkan bahwa semakin banyak pati yang tidak terbebaskan pada saat proses pamarutan. Semakin tinggi persentase pati pada ampas, semakin besar kehilangan pati (*losses*) akibat terikut ke ampas. Idealnya, diharapkan tidak ada pati yang terikut ke ampas. Hasil penelitian terdahulu (Darma *et al.*, 2011; 2015; 2017) memperoleh persentase kehilangan pati terikut ke ampas berturut-turut antara 5.79-6.45%, 7.33 %-8.83% dan 13 - 18%.

Persentase pati terikut ke ampas sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel/derajat kehalusan empulur hasil parutan (*ela/repos*) dan kandungan pati pada empulur. Semakin halus ukuran partikel hasil parutan maka persentase kehilangan pati pada ampas semakin kecil dan semakin tinggi kadar pati (*starch content*), maka semakin tinggi pula persentase kehilangan pati pada ampas.

Parameter untuk penilaian kinerja mesin parut sagu pada penelitian ini adalah kapasitas pamarutan, rendemen pati dan kehilangan pati pada ampas. Kinerja yang tinggi ditunjukkan oleh kapasitas pamarutan

dan rendemen pati yang tinggi, dengan kehilangan pati pada ampas rendah. Sebagaimana terlihat pada Tabel 1, kapasitas pamarutan tertinggi adalah pada perlakuan D1V3 namun dengan rendemen pati terendah (Tabel 2). Di sisi lain, kehilangan pati terendah adalah pada perlakuan D4V3 namun dengan kapasitas pamarutan terendah. Dengan demikian, berdasarkan ketiga parameter tersebut di atas, perlakuan dengan kinerja tertinggi adalah gerigi berdiameter 4 mm pada kecepatan putar silinder 2500 rpm (D2V3).

Simpulan

1. Hasil uji kinerja berbagai diameter gigi-gerigi pada berbagai level kecepatan putar silinder menunjukkan bahwa diameter gigi dan kecepatan putar silinder serta interaksi antara ke dua faktor berpengaruh sangat nyata terhadap kapasitas pamarutan. Diameter gigi juga berpengaruh nyata terhadap rendemen pati dan persentase kehilangan pati pada ampas, namun kecepatan putar silinder dan interaksi ke dua faktor tidak berpengaruh secara nyata.
2. Kinerja terbaik diperoleh pada diameter gigi 4 mm dengan kecepatan putar silinder 2500 rpm. Kinerja mesin parut pada kondisi tersebut adalah (a) kapasitas pamarutan adalah 1184 kg/jam, (b) rendemen pati 40.55%, dan (c) persentase kehilangan pati pada ampas 17.83%.

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 melalui program riset pengembangan iptek.

Daftar Pustaka

- Bintoro, M.H. 2011. Progress of sago research in Indonesia. In Proc. 10th Int. Sago Symposium: Sago for food security, Bio-energy, and Industry From Research to Market, 16-34, Bogor, 29-31 October.
- Cecil, J.E., G. Lau, H. Heng, and C.K. Ku. 1982. *The sago starch industry: a technical profile based on preliminary study made in Serawak*. Tropical Product Institute, London.
- Cecil, J. E. 1992. Small-,medium-and large-scale starch Processing. Rome: FAO Agricultural Services Bulletin, 98.
- Colon, F.J. and G.J. Annokke. 1984. Survey of Some Processing Route of Sago in: The expert consultation of the sago palm and palm products. BPP Teknologi& FAO. Jakarta.
- Darma. 2001. Analisis Mekanisme Pamarutan dan Torsi Alat Pamarut Sagu (*Metroxylon* sp.) Tipe

- Silinder (tesis). Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Darma. 2009. Prototipe Alat Pamarut Sagu Tipe Silinder Bertenaga Motor Bakar Bensin. *Journal Agrotek, Publikasi Ilmu dan Teknologi Pertanian* Volume 1 No. 1. Fakultas Pertanian dan Teknologi Pertanian Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Darma. 2011. Traditional Processing of Sago in Papua in: *Proceedings of the 10th International Sago Symposium: Sago for food security, Bio-energy, and Industry From Research to Market* October 29 – 30, 2011. Bogor Agricultural University.
- Darma, X. Wang dan K. Kito. 2014. Development of Cylinder Type Sago Rasper for Improving Rasping Performance. *International Agricultural Engineering Journal (IAEJ)* Vol. 23, No.3:31-40.
- Darma dan B. Triyanto. 2015. Development and Performance Test of Cylinder Type Sago Rasper Powered by Petrol Engine. *Prosiding Seminar Nasional PERTETA 5 – 7 Agustus, 2015*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Darma dan A. Kurniawan. 2016. Effect of Cylinder Rotation Speed, Teeth Density and Engine Power Rate on Performance of Cylinder Type Sago Rasping Machine. in: *The 1st international conference : The role of agricultural engineering for sustainable agricultural production (AESAP)*. 13-14 Desember, 2016, IPB Bogor.
- Darma, B. Santoso dan Reniana. 2017. Development of cylinder type sago rasping machine using pointed teeth. *International Journal of Engineering and Technology (IJET-IJENS)* Vol. 17, No.01: 2472-2481.
- Flach, M. 1997. *Sago Palm. Metroxylon sagu Rottb*. International Plant Genetic Resources Institute (IBPGR). Rome.
- Haryanto, B. dan P. Pangloli. 1992. *Potensi Dan Pemanfaatan Sagu*. Kanisius. Yogyakarta.
- Hermanto, A., Nuwiyah, and Muhidin. 2011. Perbedaan Teknik Pamarutan dan Pengaruhnya Terhadap Peningkatan Rendemen dan Kualitas Pati. *increasing starch percentage and starch quality. Agriplus Scientific Journal*, 21(1): 30-35.
- Jong, F.S and C.J. Hoo. 2011. Growth and Yields of Natural Sago Forests for commercial operations. *Proceeding of the 10th Int.Sago Symposium, Sago for food security, Bio-energy, and Industry From Research to Market*, Bogor Agricultural University, Bogor, pp.43-45
- Manan, D.M.A. 2011. Optimization of sago starch extraction using drum rasper in *Proc. 10th Int.Sago Symposium: Sago for food security, Bio-energy, and Industry From Research to Market*, 93-95. Bogor 29-31 October.
- Matanubun, H. and L. Maturbongs. 2006. Sago palm potential, biodiversity and socio-cultural consideration for industrial sago development in Papua, Indonesia. In *Proc. 8th Int.Sago Symposium: Sago Palm Development and Utilization*, 41-54. Jayapura, 6-8 July.
- Paulinus, K. 2005. *Studi Pengolahan Sagu Secara Tradisional di Kabupaten Merauke Papua*. Fakultas Pertanian dan Teknologi Pertanian UNIPA. Manokwari.
- Payung, P. 2009. Design and performance test of disc type sago rasper (*Metroxylon* sp). *Agrotek Journal* 1(4):32-37.
- Reniana, Darma dan A. Kurniawan. 2017. Prototipe Mesin Parut Empulur Sagu Bertenaga Motor Bakar. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol. 6 No.2 Hal: 89-94.
- Sitkey, G. 1986. *Mechanics of Agricultural material*. ELSEVIER. Amsterdam.
- Thoriq, A. dan A. Sutejo. 2017. Desain dan Uji Kinerja Mesin Pamarut Sagu Tipe TPB 01. *Jurnal Agritech* Vol. 37 No.4 Hal: 453-461.
- Unit Percepatan Pembangunan Provinsi Papua dan Provinsi Papua Barat (UP4B). (2013). *Master Plan Pengembangan Sagu Sebagai Komoditas Unggulan Provinsi Papua dan Provinsi Papua Barat*. Laporan Kajian. UP4B. Jakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Indeks Penulis

Jurnal Keteknikan Pertanian Volume 8 Tahun 2020

Abdullah bin Arif, 29	Lamhot Parulian Manalu, 53
Ahmuhardi Abdul Azis, 45	Marisa Tri Amanah, 81
Andi Ani Kuswati, 15	Nafilawati Wa Ode, 97
Ari Hayati, 81	Nurul Khumaida, 97
Armansyah Halomoan Tambunan, 39, 53, 89	Reniana, 113
Bambang Pramudya, 63	Riska Juliana, 23
Budi Santoso, 113	Rismen Sinambela, 9
Dadan Kusdiana, 39	Rokhani Hasbullah, 1, 23
Darma, 113	Sandro Pangidoan Siahaan, 29
Desrial, 89	Sari Intan Kailaku, 29
Dwi Zuwarman, 1	Soni Solistia Wirawan, 89
Edy Hartulistiyoso, 39, 53	Siti Mariana Widayanti, 15
Emmy Darmawati, 15, 63, 97, 105	Sri Lestari, 71
Evi Savitri Iriani, 71	Sutrisno Suro Mardjan, 1, 23, 45, 63, 97, 105
Fajar Kurniawan, 71	Syamsul Bahri, 63
Hasbi, 81	Tatang Hidayat, 29
Hendri Syah, 53	Tineke Mandang, 9
Herbert Hasudungan Siahaan, 89	Usman Ahmad, 71
I Dewa Made Subrata, 9	Wawan Hermawan, 9
I Wayan Budiastira, 45	Yandri Iskandar Pah, 105
Inge Scorpi Tulliza, 39	

Indeks Subjek

Jurnal Keteknikan Pertanian Volume 8 Tahun 2020

ASLT Method, 23
Biodiesel, 39
Biogas, 89
Catalyst, 39
Curing, 29
Cylinder type, 113
Distribution centers, 63
Dormancy, 29
Drying model, 53
Drying rate, 53
Edible coating, 105
Energy ratio, 39
Engine performance, 89
Expiration date, 23
Exposure duration, 15
Extraction, 45
Fresh Fruit Bunch, 9
Genotipe, 97
Good Handling Practices, 1
Good Manufacturing Practices, 1
Growth power, 29
Hellical barrier, 89
Immersion temperature, 81
Irradiation, 71
Moisture sorption isotherm, 23
Oil palm, 9
Oleoresin, 45
Optimum Ripeness Position, 9
Ozon, 15
Peleg model, 81
Physicochemical, 97
Rasping performance, 113
Rehydration, 81
Rice Milling Unit, 1
Rotation speed, 113
Static mixer reactor, 39
Storage, 29, 71
Teeth diameter, 113
Temperature, 29
Thin layer drying, 53
Total Plate Count, 15
Ultrasound, 45
Yield, 45
