

Pengembangan prototipe dan analisis ekonomi mesin ekstraksi pati sagu tipe pengaduk berulir yang dilengkapi unit pamarut

Prototype development and economic analysis of screw stirrer type of sago starch extraction machine equipped with a grating unit

Ian Imanuel Homer¹, Darma^{2*}, Budi Santoso³

^{1)*}Program Studi Ilmu Pertanian, Program Pascasarjana, Universitas Papua, Jln. Gunung Salju, Amban, Manokwari, Papua Barat¹

^{2,3)} Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua, Jln. Gunung Salju, Amban, Manokwari, Papua Barat²

*Email: darmabond@gmail.com

Disubmit: 13 Februari 2024, direvisi: 16 September 2024, diterima: 09 April 2025

Doi : 10.30862/cassowary.cs.v8.2.291

ABSTRACT: Sago is a staple food especially for Papuans. To process sago, the pith crushing and starch extraction is time-consuming and labor-intensive. The purpose of this research is to develop and economic analysis of a screw stirrer type sago starch extraction machine equipped with a grater unit. This research consists of three stages, namely (1) machine development, (2) machine testing and (3) economic feasibility analysis. The research method used was an experimental method using a completely randomized design consisting of three treatments of the type of grater cylinder, namely (1) 4 mm iron axle 20 mm high (P1), circular saw cutting edge (P2) and chain saw serrations (P3). The performance of each treatment was evaluated by measuring variables (1) processing capacity, (2) starch yield, (3) starch production, (4) loss of starch left in the pulp and (5) gasoline fuel consumption. Based on the results of the research, it shows that the screw stirrer type sago starch extraction machine equipped with a grating unit works properly in field conditions. The results of the performance test in field conditions showed that the treatment of the type of grater serrations gave no significant effect on processing capacity, starch yield, starch production, starch loss in dregs and gasoline fuel consumption. The performance of the machine under field conditions (operational) was (1) processing capacity ranged from 255.63 kg/hour - 296.61 kg/hour. (2) starch yield 23.41% - 30.41%, (3) starch production of 59.94 kg/hour - 90.57 kg/hour, (4) starch loss in pulp of 2.20% - 2.94% and (5) gasoline fuel consumption of 1.30 l/hour - 1.42 l/hour. Economically, this machine is categorized as feasible with a BC ratio value of 2.11. The production break-even point is 3,453 kg and the price break-even point is Rp. 5,487.

Keywords: Economic Feasibility, Extraction, Starch, Sago, Screw

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di Indonesia semakin meningkat setiap harinya. Khususnya di tanah Papua, jumlah data penduduk

semakin bertambah karena masuknya transmigrasi dari

luar Papua. Laju pertumbuhan penduduk yang tinggi akan meningkatkan persaingan antara

penyediaan kebutuhan lahan untuk produksi pangan dan untuk kebutuhan lainnya. Sejalan dengan pertumbuhan penduduk, kebutuhan penduduk akan pangan juga semakin meningkat, karena besarnya jumlah penduduk terkait langsung dengan penyediaan pangan. Untuk mengatasi kelangkaan pangan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka pemerintah telah membuat kebijakan untuk menjadikan pangan lokal sebagai solusi dalam mengatasi kelangkaan pangan. Khususnya di daerah Indonesia bagian timur seperti Maluku dan Papua, komoditas tanaman sagu termasuk salah satu pangan lokal unggulan yang hingga saat ini masih dijadikan sebagai pangan lokal utama karena, Papua dan Maluku memiliki jumlah luas lahan sagu yang cukup besar. Hal ini didukung dan sejalan dengan kebijakan pemerintah daerah yang telah menobatkan sagu sebagai komoditas unggulan lokal dalam upaya mendukung ketahanan pangan (*food security*) dan kedaulatan pangan (*food sovereignty*). Pulau Papua merupakan salah satu sentra sagu terbesar di dunia. (Santoso dkk., 2021) melaporkan bahwa Indonesia memiliki 5,5 juta ha lahan sagu dan dari jumlah tersebut 96,5% atau 5,26 juta ha tumbuh di pulau Papua. Menurut Anonim dalam (Suripatty dkk., 2016) penyebaran tanaman sagu di Papua tersebar di beberapa daerah meliputi Merauke, Timika, Nabire, Yapen, Waropen, Sarmi, Sentani, Biak, Sorong, Teminabuan, Bintuni dan Wasior dan Babo. Taman sagu di Papua tumbuh secara alami di hutan dan masyarakat Papua menyebutnya dengan nama *dusun sagu*.

Proses pengolahan sagu akan diperoleh produk akhir berupa pati sagu yang kemudian akan diolah sebagai makanan dan kebutuhan lainnya. Secara umum, proses pengolahan sagu untuk menghasilkan pati terdiri dari beberapa tahapan meliputi penentuan sagu siap panen, pembersihan lokasi, penebangan, pemotongan dan pembelahan, penghancuran empulur, ekstraksi, pengendapan dan terakhir penyimpanan. Tahapan yang paling banyak membutuhkan tenaga untuk mengolah sagu yaitu proses penghancuran empulur dan peremasan/ekstraksi. Dalam mengolah sagu,

sebagian besar masyarakat Papua masih menggunakan peralatan yang relatif sederhana yaitu dengan menggunakan peralatan yang tersedia di alam, contohnya alat yang digunakan untuk menghancurkan empulur sagu. Alat tersebut biasanya masyarakat Papua menyebutnya dengan nama alat "*tokok*" yaitu alat yang menyerupai palu dan terbuat dari kayu dengan bagian ujung terpasang ring batu/besi. Alat ini mempunyai prinsip kerja menumbuk dan menggaruk empulur pati sampai hancur sehingga mempermudah tahap selanjutnya. Sedangkan proses peremasan/ekstraksi pati dilakukan diatas sebuah peralatan sederhana yang dibuat dari pelepah sagu sebagai wadah peremasan dan terpasang saringan yang berasal dari kain saring yang bertujuan untuk memisahkan ampas/ella dengan pati sagu.

Sagu memiliki peran sosial, ekonomi, dan budaya yang cukup penting di kalangan masyarakat Papua, karena sagu dijadikan sebagai bahan makanan pokok terutama bagi masyarakat Papua yang tinggal di daerah pesisir (Kanro *et al.*, 2003). Kabupaten Kepulauan Yapen merupakan salah satu daerah pesisir yang dalam kesehariannya masyarakat masih mengonsumsi sagu karena potensi tanaman sagu di Yapen cukup tinggi. Tingkat konsumsi sagu di Yapen merupakan makanan pokok utama setelah beras. Terdapat 3 jenis varietas sagu yang tumbuh di pulau Yapen yaitu; barai, kurai, dan wewa (Puspita dkk., 2018). Meski memiliki potensi yang besar dan tingkat konsumsi sagu yang tinggi, pemanfaatan sagu di Yapen terbilang masih sangat rendah. Hal ini disebabkan karena proses pengolahan untuk menghasilkan pati sagu masih dilakukan dengan teknik konvensional (tradisional) sehingga hasilnya tidak optimal (Puspita dkk., 2018). (Alua dkk., 2021) pengolahan sagu secara tradisional pada umumnya diperlukan 2-3 orang tenaga kerja untuk melakukan proses penghancuran empulur batang sagu (1 pohon) menggunakan alat "*tokok*". Hasil yang diperoleh setelah dilakukan *penokokan* adalah 21,45 kg/jam sedangkan untuk untuk ekstraksi pati (ramas sagu) diperoleh hasil 28,9 ella/jam. Selain teknik pengolahan yang

masih dilakukan secara tradisional, permasalahan lain dalam pemanfaatan sagu di Yapen di sebabkan karena terbatasnya mesin-mesin pengolahan sagu sehingga menyebabkan produktivitas sagu masih rendah (Darma dkk., (2020), Reniana dkk., (2020)

Dalam upaya peningkatan produktivitas sagu, pentingnya mengubah teknik pengolahan sagu dari yang tradisional menjadi mekanis (menggunakan mesin). Oleh sebab itu, (Reniana dkk., 2017) merancang mesin parut sagu tipe silinder bertenaga motor bakar bensin, mesin ini memiliki kinerja cukup baik dengan kapasitas efektif pamarutan 322.52 kg/jam dan rendemen pati 37.44 %. Melalui teknologi mesin pengolahan sagu (Darma, Santoso, et al., 2020) melakukan uji kinerja mesin pamarut sagu tipe silinder *variant-02* berskala kecil di Kabupaten Supiori Papua. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terbukti bahwa dengan menggunakan teknologi mesin pengolahan sagu, produksi sagu menjadi meningkat dari yang sebelumnya 1 (satu) minggu per pohon (*penokokan*) menjadi 6 (enam) pohon per minggu (mekanis). Pengembangan teknologi mesin pengolahan sagu tidak hanya sampai di situ saja, (Alua et al., 2021) juga telah merancang serta telah melakukan pengujian lapang prototipe mesin pengekstrak pati sagu tipe *mixer rotary blade* bertenaga motor bakar bensin. Mesin ini dirancang dengan tujuan untuk mengekstrak hasil parutan sagu *ella* yang telah di parut menggunakan mesin pamarut sagu tipe selinder. Mesin-mesin tersebut secara fungsional dan uji kinerja telah berfungsi dengan baik dan sudah digunakan di beberapa daerah yang ada di Papua dan Papua Barat.

Dalam rangka penerapan teknologi mekanis mesin pengolahan sagu (Reniana, dkk., 2019) telah menghasilkan prototipe mesin pengkstrak pati sagu model pengaduk berulir yang dilengkapi unit pamarut. Prinsip kerja dari mesin ini adalah proses pamarutan dan ekstraksi dapat dilakukan dalam satu unit mesin sehingga dapat mengoptimalkan kinerjanya. Mesin tersebut telah dilakukan uji kinerjanya (Homer, 2021). Hasil pengujian

yang telah dilakukan diperoleh kapasitas efektif 280,59 kg/jam, rendemen pati 17,47%, hasil pati 49,33%, dan evaluasi pati pada ampas sebesar 4,73%. Berdasarkan hasil pegujian yang telah dilakukan, mesin ini sudah bekerja dengan baik, namun perlu dilakukan pengembangan pada bagian unit pamarut. Dari segi fungsional, unit pamarut sudah bekerja dengan baik, namun setelah dilakukan pengujian kinerja unit pamarut belum bekerja secara maksimal. Putaran silinder pamarut terkadang terhenti karena sumber tenaga penggerak mengalami *over load*. Hal ini disebabkan karena karakteristik silinder parut yang tidak tepat dan juga sudut hopper yang terlalu tegak. Oleh sebab itu perlunya dilakukan penelitian mengenai pengembangan unit pamarut pada mesin pengekstrak pati sagu model pengaduk berulir yang dilengkapi unit pamarut dan diharapkan mesin pengolahan sagu dapat meningkatkan pemanfaatan sagu di Kabupaten Yapen. Penelitian ini bertujuan juga untuk melakukan pengujian lapang dan analisis ekonomi setelah dilakukan pengembangan pada alat tersebut. Pengujian lapang dan analisis ekonomi dilakukan untuk mengetahui apakah mesin tersebut dapat diterapkan di suatu lokasi pada kondisi lapang atau kondisi yang operasional (*real condition*)

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Pertanian dan Biosistem, Jurusan Teknik pertanian dan biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian (FATETA), Universitas Papua (UNIPA) untuk pengembangan pengembangan dan pabrikasi prototipe, serta pengujian fungsional dan kinerja prototype hasil pengembangan. Pengujian prototipe untuk validasi pada lingkungan yang relevan di lakukan di lokasi pengolahan sagu di salah satu sentra penghasil sagu utama di Papua yaitu Kampung Atiri, Distrik Angkaisera, Kabupaten Kepulauan Yapen Papua.

Bahan yang digunakan terdiri dari 2 kelompok yaitu (1) bahan untuk pengembangan dan pabrikasi prototype terdiri dari besi pelat stainless steel (SS 304), motor bakar bensin, automatic pulley, gear box, besi

as, pulley, bearing unit, motor listrik, besi strip, saringan plat SS 304, saringan micron, besi siku, dan bahan konstruksi lainnya. (2) bahan untuk pengujian kinerja prototype hasil pengembangan yang terdiri dari pati batang sagu, bahan bakar bensin, air bersih dan bahan pendukung lainnya.

Alat yang akan digunakan juga terdiri dari dua kelompok: (1) alat untuk pengembangan dan pabrikasi prototype, terdiri dari alat/mesin perbengkelan utama seperti mesin bubut, las listrik, metal roller, dan berbagai alat perbengkelan lainnya. (2) alat untuk pengujian kinerja prototype yang terdiri dari chain saw, pompa air, bak penampungan pati, tacho meter, timbangan duduk, baskom, dan alat pendukung lainnya.

Analisis data

Data hasil pengukuran kinerja mesin dianalisis menggunakan Analisis of Variance (Anova) untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati. Jika perlakuan berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji DMRT menggunakan software SPSS versi 21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja Mesin Pengolahan Sagu yang Digunakan

Pengolahan sagu dimulai melakukan pemotongan dan pembelahan empulur batang sagu agar cocok untuk dipanggang dan di umpan kedalam hopper penginputan bahan. Mesin yang digunakan merupakan suatu unit mesin yang bekerja menggunakan sistem terintegrasi sehingga proses pamarutan dan ekstraksi dilakukan secara bersamaan.

Gambar2. menunjukkan proses pamarutan dan ekstraksi yang dilakukan secara bersamaan dan kontinyu pada penelitian ini.

Prinsip kerja dari mesin sagu yang telah dikembangkan adalah pamarutan dan ekstraksi dilakukan secara bersamaan sehingga hasil parutan akan disalurkan melalui transmisi pulley dan V-belt menggerakkan gearbox, putaran dari poros keluaran gearbox melalui transmisi pulley dan V-belt menggerakkan poros pengaduk.



Gambar 2. Proses Pamarutan Empulur Batang Sagu dan Proses Ekstraksi Menggunakan Mesin Ekstraksi Pati Sagu Model Pengaduk Berulir yang Dilengkapi Unit Pamarut

Mekanisme kinerja unit pamarut yaitu empulur sagu yang telah di belah-belah diumpankan ke hopper penginputan bahan sehingga bahan akan terparut dan masuk kedalam poros pengaduk. Sedangkan mekanisme kerja proses ekstraksi pati sagu yaitu ruang pengaduk yang telah berisi air dengan volume kurang lebih 75% dari volume keseluruhan. Bahan yang terparut akan masuk kedalam celah daun ulir pengaduk mengarahkannya ke bagian bilah pengaduk, pada bagian ini proses ekstraksi berlangsung dimana putaran bilah menghasilkan aliran yang turbulen/bergejolak sehingga pati yang berada diantara empulur dapat terpisah dan terbawa air melewati saringan dibagian bawah unit pengaduk dan keluar melalui saluran pengeluaran pati, sedangkan ampas akan tetap tertinggal dan terarah menuju saluran pengeluaran ampas melalui daun ulir bagian pengeluaran. Setelah bahan terparut dan terekstrak, ampas yang keluar dibagian pengeluaran ampas diambil dan diperas manual sehingga pati yang masih terikut dapat terpisahkan. Proses ini berlangsung secara kontinyu selama bahan dan air masuk dalam proses.

Pengujian kinerja yang dilakukan terhadap mesin ekstraksi pati sagu model pengaduk berulir yang dilengkapi unit pamarut meliputi kapasitas efektif ekstraksi, rendemen pati dan rendemen pati dalam ampas, konsumsi bahan bakar

minyak (BBM) dan analisis kelayakan ekonomi. Adapun rata-rata hasil pengujian kinerja mesin ekstraksi pati sagu yang

dibuat ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rat Kapasitas pengolahan, rendemen pati, evaluasi pati dalam ampas dan konsumsi bahan bakar bensin (BBM) dari hasil pengujian mesin ekstraksi sagu model pengaduk berulir yang dilengkapi unit pamarut

Jenis Gerigi Pamarut	Kapasitas Pengolahan (kg/jam)	Rendemen Pati Basah (%)	Hasil Pati Basah (kg/jam)	Kehilangan Pati Pada Ampas (%)	Konsumsi Bahan Bakar Bensin (l/jam)
Besi as diameter 4 mm, tinggi 20 mm	258,39 ^a	26,0000 ^a	66,2233 ^a	2,945 ^a	1,4246 ^a
Mata potong circular saw	296,61 ^a	30,4167 ^a	90,5702 ^a	2,203 ^a	1,3674 ^a
Rantai gergaji chain saw	255,63 ^a	23,4167 ^a	59,9409 ^a	2,314 ^a	1,3099 ^a

Keterangan : a. notasi huruf serupa berarti memiliki perbedaan yang tidak nyata pada taraf uji Duncan memiliki nilai 5%.

Kapasitas Pengolahan dan Konsumsi Bahan Bakar Bensin

Kapasitas pengolahan adalah kemampuan mesin dalam melakukan proses pamarutan dan ekstraksi pati yang terkandung pada empulur sagu, dinyatakan dalam unit jumlah massa empulur hasil parutan (kg) yang diproses per jam. Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa dari ketiga perlakuan jenis gerigi pamarut berpengaruh tidak nyata terhadap kapasitas pengolahan. Tabel 1 memperlihatkan bahwa kapasitas ekstraksi tertinggi yaitu 296,61 kg/jam dihasilkan pada perlakuan jenis gerigi parut menggunakan mata potong circular saw dan terendah (255,63) pada jenis gerigi menggunakan rantai *chain saw*. Hal ini disebabkan karena gerigi dari mata potong circular saw selain berujung tajam, juga tinggi dari permukaan silinder lebih besar sehingga kapasitas pamarutannya lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian (Darma et al., 2019;2017) yang menyimpulkan bahwa penggunaan gerigi tajam pada silinder pamarut menghasilkan kapasitas lebih besar dibandingkan gerigi berujung tumpul.

Mesin ekstraksi tipe pengaduk berulir yang dilengkapi unit pamarut menggunakan sistem sinambung (bukan batch) dalam pengoperasiannya. Kapasitas pengolahan selain tergantung pada efektivitas unit ekstraksi, juga tergantung pada kapasitas unit pamarut. Kapasitas pengolahan tertinggi dari hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian (Homer., 2021) terdahulu yang menghasilkan kapasitas pengolahan tertinggi 280,9 kg/jam.

Hasil penelitian terdahulu yang oleh Darma., (2014), (2017) dan (2020) menggunakan mesin ekstraksi tipe bilah pengaduk vertikal dengan sistim batch memperoleh kapasitas ekstraksi berturut-turut 204 kg/jam, 222 kg/jam, 200 kg/jam, 244 kg/jam dan 250 kg/jam. (Alua dkk., 2020), (Solissa., 2019) dan (Darma dkk 2023) juga menggunakan mesin ekstraksi tipe bilah pengaduk berputar sistem batch dengan kapasitas ekstraksi berturut-turut 275,2 kg/jam, 252 kg/jam, 271.66 kg/jam dan 310 kg/jam.

Faktor utama yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah kecepatan putaran poros motor penggerak (*engine*) dan durasi waktu motor *running*. Berbeda dengan mesin ekstraksi tipe *vertical stirrer rotary blade* yang menggunakan *system batch*, mesin

ini menggunakan system kontinu/sinambung. Pada system kontinu tersebut motor penggerak running terus selama proses ekstraksi berlangsung. Hasil analisis (Tabel 1) menunjukkan bahwa, tiap perlakuan memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap konsumsi bahan bakar bensin. Konsumsi bahan bakar tertinggi yaitu 1,42 liter/jam adalah pada perlakuan gerigi pamarut dari besi as berdiameter 4 mm dan terendah yaitu 1,31 liter/jam pada perlakuan gerigi parut dari *rantai chain saw*.

Rendemen Pati Basah Dan Produksi Pati

Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa perlakuan ketiga jenis gerigi pamarut berbeda tidak nyata terhadap rendemen pati yang dihasilkan. Rendemen pati tertinggi (30,42%, basis basah) dihasilkan pada perlakuan jenis gerigi pamarut dari mata potong *circular saw*. Hal ini mengindikasikan bahwa derajat kehalusan empulur hasil parutan pada perlakuan tersebut lebih halus dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Salah satu faktor yang mempengaruhi rendemen pati adalah tingkat atau derajat kehalusan empulur hasil parutan (*rasped pith/ela*) (Cecil., 1992). (Darma dkk., 2020) menyatakan bahwa semakin halus partikel hasil parutan maka semakin besar presentase pati yang berada dalam keadaan *free state* dan bisa terekstrak pada saat ekstraksi. Rendemen pati tertinggi dari hasil penelitian ini yaitu 30,42% lebih tinggi dari hasil penelitian (Homer., 2021) dan (Reniana dkk., 2019) yang menghasilkan rendemen pati berturut-turut 17,47% dan 18,22%. Namun demikian, hasil ini sejalan dengan hasil penelitian (Darma et al., 2014;2017;2020a) dengan rendemen pati berturut-turut 35,9%, 40,5% dan 32,05%-46,87%. Hasil ini juga sejalan dengan hasil penelitian (Solissa., 2019) dan (Alua dkk., 2020) yang memperoleh rendemen pati berturut-turut 31,60-41,25% dan 32,12%. Hasil penelitian (Darma dkk., (2023) menghasilkan rendemen pati berturut-turut 27,8% dan 33,75%.

Rendemen pati yang dihasilkan dari suatu proses pengolahan sagu tergantung pada 2 faktor utama yaitu kandungan pati pada batang sagu dan teknik pengolahan yang

digunakan. Kandungan pati pada pohon/batang sagu dipengaruhi oleh jenis, umur dan lingkungan tempat tumbuh, sedangkan dari faktor teknik pengolahan tergantung pada efektivitas dan efisiensi yang digunakan. (Darma.,2018 dan 2010) melaporkan bahwa kandungan pati sagu di beberapa lokasi di Papua dan Papua Barat berkisar antara 12.43 % - 39.89 %. Kandungan pati pada empulur batang sagu tergantung pada varietas, lingkungan dan umur saat panen. Kandungan pati pada pohon sagu siap panen bervariasi antara 18,8%-38,8% (Singhal., 2008).

Produksi pati merupakan fungsi dari kapasitas ekstraksi dan rendemen pati. Semakin tinggi kapabilitas ekstraksi dan rendemen pati maka hasil pati semakin tinggi. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa, perlakuan ketiga jenis gerigi pamarut yang digunakan berpengaruh tidak nyata terhadap hasil pati. Hasil pati tertinggi yaitu 90,17 kg/jam pada perlakuan gerigi parut dari mata potong *circular saw* disebabkan karena baik kapasitas ekstraksi maupun rendemen pati tertinggi pada perlakuan tersebut. Hasil tersebut lebih tinggi dari hasil penelitian (Homer., 2021) dan (Reniana dkk., 2019) dengan hasil pati berturut-turut 49,33 kg/jam dan 87,49 kg/jam. Hasil penelitian (Darma dkk., (2020a), (2023a) dan (2023b) menghasilkan produksi pati berturut-turut 71 kg/jam, 89,54 kg/jam dan 106 kg/jam.

Kehilangan Pati pada Ampas (*starch losses*)

Ekstraksi pati sagu bertujuan untuk memperoleh pati sagu sebanyak mungkin dari empulur batang sagu. Sampai saat ini satu-satunya metode pemisahan pati dari ampas adalah dengan mensuspensikan hancuran empulur batang sagu ke dalam air untuk kemudian dipisahkan menggunakan saringan. Menurut (Cecil., 1992) semakin halus partikel hancuran empulur sagu (*rasped pith*) maka semakin tinggi hasil pati yang diperoleh, namun proses pemisahan pati semakin sulit sehingga sebagian masih terikut pada ampas sagu.

Hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa perlakuan gerigi pamarut berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah pati yang hilang terikut dalam ampas. Berdasarkan Tabel 1, kehilangan pati pada ampas terendah yaitu 2,20% diperoleh pada perlakuan gerigi pamarut dari mata potong circular saw dan tertinggi yaitu 2,95% pada gerigi besi as berdiameter 4 mm. Semakin rendah persentase pati pada ampas menunjukkan bahwa proses ekstraksi semakin efektif sehingga hanya sedikit pati yang hilang terikut pada ampas sagu. Hasil ini mendukung hasil penelitian (Homer., 2021) dan (Reniana dkk., 2019) yang menghasilkan kehilangan pati pada ampas berturut-turut 2,08% dan 2,96%. Hasil ini juga sejalan dengan hasil (Solissa., 2019) dan Darma dkk., 2023a) dengan hasil pati pada ampas berturut-turut antara 0,97 – 1,57 % dan 0,47 % - 2,22 %, namun lebih rendah dari hasil penelitian (Darma dkk., 2017) yang memperoleh pati pada ampas antara 2,4 – 5,6%.

Analisis Kelayakan Ekonomi

Penilaian kelayakan finansial yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis rasio manfaat-biaya atau metode rasio BC (*Benefit cost ratio*) (Alua., 2021). Perhitungan dasar yang digunakan dalam analisis kelayakan

ekonomi ini yaitu (a) umur ekonomis mesin adalah 5 tahun, (b) bahan bakunya adalah pohon sagu dengan harga 300/pohon, (c) kapasitas produksinya adalah 1 pohon/hari dengan produksi pati basah 285,39 kg (d) jumlah hari kerja per bulan 26 hari dengan membutuhkan waktu penyediaan bahan baku selama 12 hari/bulan untuk pembersihan lokasi pennebangan sagu, pennebangan sagu dan pengangkutan sagu ke tempat pengolahan. Kemudian penyimpanan bahan baku sebelum dilakukan proses pengolahan, sehingga untuk proses pengolahan sagu secara keseluruhan yaitu 26 hari dikurangi 12 hari penyediaan bahan baku. Sehingga total waktu yang dibutuhkan untuk proses pengolahan (parut/ekstraksi) saja dalam 1 bulan adalah 14 hari, (e) harga pati basah Rp.10.000/kg, (f) jumlah karyawan 5 orang dengan gaji Rp.150.000/orang/hari, (g) biaya investasi sesuai Tabel 2, (h) tingkat bunga modal 12 % per tahun, dan (i) biaya pemeliharaan adalah 15 %. Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Alua.,2021) dengan melakukan penilaian kelayakan ekonomi menggunakan metode *benefit cost ratio analysis* atau BC ratio dan secara ekonomi usaha tersebut dikatakan layak dengan memperoleh nilai BC ratio 2,16%.

Tabel 2. Biaya Investasi Mesin Pengolahan Sagu

No	Nama Mesin/Alat	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1	Mesin Ekstraksi Pati Sagu Mdoel Pengaduk Berulir Yang Dilengkapi Unit Pamarut	1	Rp 40,000,000.00	Rp 40,000,000.00
2	Chain Saw	1	Rp 9,000,000.00	Rp 9,000,000.00
3	Rumah Pengolahan Sagu	1	Rp 12,000,000.00	Rp 12,000,000.00
4	Bak Pengendapan Pati Sagu	1	Rp 10,000,000.00	Rp 10,000,000.00
5	Mesin Dap Air (<i>jet pump</i>)	1	Rp 2,500,000.00	Rp 2,500,000.00
Biaya Total			Rp 73,500,000.00	

Biaya Tetap (*fixed cost*):

Biaya penyusutan mesin = Biaya awal – biaya akhir/umur ekonomis =
 $\text{Rp.73.500.000} - \text{Rp.7.350.000}/60 \text{ bulan}$
 = 1.102.500/bulan
 Bunga modal

= $(\text{Rp. 73.500.000} \times 0,12)/12 \text{ bulan}$

= 735.000/bulan

Jumlah biaya tetap = Rp.1.837.500/bulan

= Rp. 22.050.000/tahun

Biaya Tidak Tetap (*variabel cost*):

Bahan baku (pohon sagu)/pohon =

Rp.300.000. Dalam 1 bulan kapasitas produksi 4 pohon/hari $\times$ (40 pohon/bulan)

Biaya bahan baku = Rp.12.000.000.

Upah tenaga kerja (5 orang) dengan gaji Rp.150.000/hari/orang, 1 bulan jumlah hari kerja adalah 26 hari. Jumlah upah = $5 \times 26 \times 150.000 = \text{Rp. } 19.500.000/\text{bulan}$.

Biaya bahan bakar bensin (BBM) dibutuhkan 9,94 liter/hari dengan harga/liter Rp.15.000 = $9,94 \text{ liter} \times 14 \text{ hari} \times \text{harga BBM}$ Rp.15.000. Biaya bahan bakar bensin (BBM) = Rp. 2.087.400/bulan.

Biaya oli mesin (8 liter per tahun dengan harga Rp. 50.000/liter) = Rp.33.333/bulan.

Biaya perawatan mesin sebesar 15% dari investasi awal = Rp. 918.750.

Konsumsi tenaga kerja = $\text{Rp.}30.000 \times 26 \text{ hari} \times 5 \text{ orang} = \text{Rp. } 3.900.000/\text{bulan}$.

Biaya perawatan suku cadang (silinder parut) = Rp. 2.400.000/tahun = Rp.200.000/bulan (umur silinder parut 2 tahun dengan harga Rp. 2.400.000/unit).

Jumlah biaya tidak tetap = Rp. 40.839.483/bulan = Rp.490.073.796/tahun.

Total biaya per bulan (Biaya tetap + biaya variabel) = Rp. 40.839.483.

Total biaya per tahun (Biaya tetap + biaya variabel) = Rp. 490.073.796/tahun.

Jumlah Penerimaan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di kampung Atiri Distrik Angkaisera, harga jual pati basah yang dikemas dalam karung plastik adalah Rp. 10.000/kg. Jika dalam 1 bulan diolah 40 pohon maka dihasilkan 7.990,200 kg pati sagu basah. Harga jual pati basah Rp. 10.000/ kg maka diperoleh hasil penjualan sebesar Rp. 79. 909.200 per bulan. Perbandingan penerimaan dan biaya pengeluaran diperoleh nilai BC ratio = $79.909.200/40.839.483 = 1,95$. Berdasarkan hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa penerapan mesin pengolahan sagu di Kampung Atiri secara ekonomi layak.

KESIMPULAN

Mesin ekstraksi pati sagu tipe pengaduk berulir yang dilengkapi unit pamarut hasil pengembangan berfungsi dengan baik pada kondisi lapangan. Hasil pengujian kinerja

mesin adalah (1) kapasitas pengolahan P1 258,39 kg/jam, P2 296,61 kg/jam dan P3 255,63 kg/jam. (2) rendemen pati P1 26,00 %, P2 30,41 %, dan P3 23,41 %. (3) Hasil pati P1 66,22 kg/jam, P2 90,57 kg/jam dan P3 59,94 kg/jam. (4) kehilangan pati pada ampas P1 2,94 %, P2 2,20 % dan P3 2,31 %. (5) Konsumsi bahan bakar bensin P1 1,42 l/jam, P2 1,36 l/jam dan P3 1,30 l/jam. Secara ekonomi, mesin ini dikategorikan layak dengan nilai BC ratio 2,63.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian. Kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah memberikan dukungan dalam bentuk pendanaan sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Terima kasih buat para reviewer anonym yang sudah merevisi naskah tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alua, I., Darma, D., & Lisangan, M. M. (2021). Uji Lapang dan Analisis Kelayakan Ekonomi Mesin Parut dan Ekstraksi Pati Sagu Produksi Bengkel Permesinan Agroindustri Fateta Unipa. *Iggya Ser Hanjop: Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 3(1), 25–35. <https://doi.org/10.47039/ish.3.2021.25-35>
- Cecil, J. E. (1992). Small-,Medium-and Large-Scale Starch Processing. *FAO Agricultural Services Bulletin* 98. Rome
- Darma., & B. Santoso. (2017). Variant-3 Mesin Ekstraksi Pati Sagu Tipe Stirrer Rotary Blade Bertenaga Motor Bakar Bensin. in: *Prosiding Seminar Nasional: Mewujudkan Kedaulatan Pangan Melalui Penerapan Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi pada Kawasan Pertanian*. 9 November, 2017, Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor.
- Darma., & Budi santoso. (2018). Variant-3 Mesin Ekstraksi Pati Sagu Tipe Stirrer Rotary Balade Bertenaga Motor Bakar

- Bensin. Seminar Nasional: Mewujudkan Kedaulatan Pangan Melalui Penerapan Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi Pada Kawasan Pertanian, 457–468.
<http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/8967>
- Darma., (2010), Kandungan Pati dan Potensi Produksi Sagu Alam (Metroxylon sagu Rottb) di Papua. *Jurnal Agrotek*, 2(2), pp. 7–14.
- Darma., A. Kurniawan., & H. Mandobar. (2023)a. Pengaruh Pengayakan Empulur Hasil Parutan (rasped pith) terhadap Kinerja Mesin Ekstraksi Pati Sagu Tipe Vertikal Stirrer Rotary Blade. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian. Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari*, 5 Agustus 2023. Hal. 717-732
- Darma., B. Santoso., & M. A. Arbianto, “Effect of Hopper Angle and Teeth Density on Performance of Cylinder Type Sago Rasping Machine,” *Proceeding of the 3rd International Symposium on Agricultural and Biosystem Engineering*, (IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences 355012114, 2019).
- Darma., B. Santoso., & Reniana, “Development of Cylinder Type Sago Rasper Using Pointed Teeth”. *International Journal Engineering & Technology (IJET-IJENS)*, 17, (2017).
- Darma., B. Santoso., & Reniana. (2020)c. Development and Performance Test of Vertical Stirrer Rotary Blade Type of Sago Starch Extraction Machine. *International Journal of Engineering and Technology (IJET-IJENS)* Vol. 20, No.03: 01-10.
- Darma., B. Santoso., Reniana., & M. A. Arbianto. (2020)b. Kinerja Teknologi Mesin Pengolahan Sagu Skala Kecil di Kabupaten Supiori, Provinsi Papua. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* Vol. 23 No.2 Hal: 163-176.
- Darma., D. Faisol. A., & Selano. M. M. (2020). Uji Lapang Mesin Pamarut Sagu Tipe Silinder Bertenaga Motor Bakar Bensin. *Agritechnology*, 2(2), 41. <https://doi.org/10.51310/agritechnology.v2i2.38>
- Darma., D., Reniana. R., & Moh. A. A. (2020). Uji Lapang Mesin Pengolahan Sagu Produksi Bengkel Permesinan Agroindustri Universitas Papua. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 9(3), 191. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v9i3.191-200>
- Darma., D. N. Edowai., & C. Boiratan. (2020)a. Kinerja Mesin Ekstraksi Pati Sagu Tipe Vertikal Stirrer Rotary Blade Menggunakan Saringan 100 mesh pada Berbagai Durasi Waktu Ekstraksi. *Jurnal Agritechnology* Vol.3, No.1: 1-10
- Darma., Reniana., B. Santoso., & B. Mangallo. (2023)b. Small Scale Mechanical Processing of Sago in District Momi Weren, South Manokwari Regency, West Papua Province. *Proceeding of the 14th International Sago Symposium. Society of Sago Palm Studies (SSPS) Tokyo*, July, 7 2023.
- Darma., Santoso. B., Reniana., & Arbianto, M. A. (2020). Kinerja Teknologi Mesin Pengolahan Sagu Skala Kecil di Kabupaten Supiori, Provinsi Papua. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 23(2), 163–176. <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jpengkajian/article/view/11571>
- Darma., X. Wang., K. Kito. (2014). Development of Sago Starch Extractor with Stirrer Rotary Blade for Improving Extraction Performance. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)* Vol. 6, No.5: 2472-2481.

- Darma. (2018). Improvement of Sago Processing Machiney. in: SAGO PALM: Multiple Contribution to Food Security and Sustainable Livelihoods (Eds: Ehara, H., Y. Toyoda and D.V. Johnson). Springer. Singapore.
- Dhanang Puspita., Yakonias Aiboi., Theresia Pratiwi, E. S. (2018). Yapen-Papua, Uji Proksimat Pada Tiga Jenis Sagu Yang Tumbuh Di Pulau. 168–173.
- Homer, I. I. (2021). Kajian Proses Pengolahan Sagu Dengan Mesin Pengekstrak Pati Sagu Model Pengaduk Berulir Yang Dilengkapi Unit Pamarut. Sripsi Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Papua, Manokwari.
- Reniana., Darma., & Aceng. K. (2017). Prototipe mesin parut empulur sagu tipe silinder bertenaga motor bakar. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 6(2), 89–94.
- Reniana., E. Tethool., B. Purwantana., & S. Markumningsih. (2019). Kajian Proses Pengolahan Sagu dengan Mesin Pengekstrak Sagu Model Pengaduk Berulir. Prosiding SNST ke-10 tahun 2019. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasym. Semarang.
- Reniana., Eduard F. Tethool., Bambang Purwantana, S. M. (2019). KAJIAN PROSES PENGOLAHAN SAGU DENGAN MESIN PENGEKSTRAK SAGU MODEL PENGADUK BERULIR. 211–216.
- Santoso, B., & Waromi, Jhonson., Darma, R. (2021). Pengaruh Geometri Gerigi dan Kecepatan Putar Terhadap Kinerja Mesin Parut Sagu Tipe Silinder Effects of Teeth Geometry and Rotation Speed on the Performance of Cylinder Type Sago Rasping Machine. 10(3), 413–424.
- Singhal, R .S., J. F. Kennedy, S. M. Gopalakrishnan, A. Kaczmarek, C. J. Knill., & P. F. Akmar. (2008). Industrial production-processing, and utilization of sago palm-derived products. Science Direct Carbohydrate Polymers, 72: 1-20. Elsevier
- Solissa A. T., (2019), Pengembangan Prototipe dan Uji Kinerja Mesin Ekstraksi Pati Sagu Tipe Vertikal Stirrer Rotary Blade Bertenaga Motor Bakar Bensin. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Papua, Manokwari
- Suripatty, B. A., Poedjirahajoe, E., Pudyatmoko, S., & Budiadi, B. (2016). PERTUMBUHAN SAGU (*Metroxylon* sp) Di Hutan Alam Papua. Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil, 1(2), 151. <https://doi.org/10.30598/jhppk.2016.1.2.151>