

PROTOTYPE ALAT PENCACAH KULIT KAYU BANGKAL (*Nauclea subdita*)***THE PROTOTYPE OF BANGKAL (*Nauclea subdita*) TREE BARK CHOPPER*****Budi Tri Cahyana, Ratri Yuli Lestari, Mohammad Listianto Raharjo**

Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru

Jalan Panglima Batur Barat No. 2 Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70711

e-mail: budi3cahyana@gmail.com

Diterima : 09-04-2019

Direvisi : 24-05-2019

Disetujui : 15-07-2019

ABSTRAK

Kulit kayu bangkal (*Nauclea subdita*) dimanfaatkan masyarakat Kalimantan Selatan sebagai bahan baku kosmetik alami berupa bedak dingin atau pupur bangkal. Potensi ini diteliti oleh Baristand Industri Banjarbaru menjadi bahan baku kosmetika dan farmasi. Pembuatan ekstrak kulit kayu bangkal menggunakan bahan baku yang telah dihaluskan. Proses ini dilakukan secara manual dengan cara memotong dan menumbuk. Perancangan prototipe alat pencacah kulit kayu bangkal bertujuan mempermudah proses penghalusan dan meningkatkan hasil produksi. Prototipe memiliki dimensi panjang 27 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 11 cm. Motor listrik sebagai sumber putaran pisau pencacah memiliki masukan daya 186 W dan tegangan 220 V. Daya motor listrik dapat menghasilkan gaya sebesar 28,19 N pada ujung mata pisau dan dapat memenuhi kebutuhan gaya pemotongan bahan kulit kayu bangkal kondisi kering sebesar 21,6 N. Pisau pencacah berjenis pisau bergerak berjumlah dua buah, menempel pada poros dengan jarak 180° dan mata pisau searah putaran poros. Pisau terbuat dari bahan *high speed steel* (HSS) yang cocok digunakan sebagai mata pisau pencacah dengan putaran tinggi. Kapasitas maksimal alat pencacah adalah 1,855 kg/jam. Modal tetap dalam pembuatan alat pencacah kulit kayu bangkal sebesar Rp 3.675.000. Sedangkan biaya operasional yang meliputi biaya energi listrik, biaya penyusutan dan biaya perawatan adalah sebesar Rp 385,13/kg.

Kata kunci : bangkal, kulit kayu, alat pencacah, tekno-ekonomi**ABSTRACT**

*Bangkal tree bark (*Nauclea subdita*) was used by South Kalimantan people as natural raw materials for cosmetic in the form of cool face powder or Bangkal face powder. This potential was researched by the Baristand Industri Banjarbaru, in the form of cosmetics and pharmaceutical raw materials. The production of Bangkal tree bark extract was using its refined raw materials. This process was done manually by cutting and pounding. The designing of Bangkal tree bark chopper prototype was intended to simplify the refining process and increase the production volume. The prototype has dimensions of 27 cm long, 15 cm wide, and 11 cm high. The electric motor as a rotation source of chopper knife has a power input 186 W and voltage 220 V. Electric motor power can produce a force of 28.19 N at the blade edge and meet the needs of the cutting force of dried Bangkal bark, 21.6 N. The prototype has two fly knives, attached to the shaft with a distance 180° and the blade has same direction with shaft rotation. The knives were made of high speed steel (HSS) material which is suitable for use as a high-speed chopper blade. The maximum capacity of the chopper was 1.855 kg/hour. Fixed cost of manufacturing Bangkal tree bark chopper was 3,675,000.00 IDR. While operating cost which include electricity costs, depreciation costs and maintenance costs was 385.13 IDR/kg.*

Keywords : bangkal, tree bark, chopper, techno-economy

PENDAHULUAN

Bangkal (*Nauclea subdita*) merupakan salah satu jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan kosmetik lokal bagi masyarakat Kalimantan Selatan. Produk kosmetik ini dikenal dengan nama bedak dingin atau pupur bangkal dan digunakan menyerupai masker wajah. Fungsi utama bedak dingin adalah melindungi kulit wajah dari udara panas atau ultraviolet cahaya matahari. Fungsi lainnya adalah menghaluskan permukaan kulit, memberi kesan putih atau kekuningan, menghilangkan flek-flek hitam, mencegah jerawat, dan membersihkan sel-sel mati pada kulit wajah (Soendjoto dan Riefani, 2013).

Tanaman bangkal tumbuh pada kondisi lahan basah, seperti rawa air tawar dan tepi sungai. Pohon bangkal memiliki ciri akar tunggang berambut, batang berkayu bundar dan tumbuh tegak, serta daun majemuk menyirip genap. Bagian batang pohon bangkal terdiri dari selulosa 50,5%; hemiselulosa 16%; lignin 30%; dan ekstraktif 3% (Herlina et al., 2018). Bagian yang digunakan dalam pembuatan pupur bangkal adalah kulit kayu. Bagian ini memiliki kandungan flavonoid yang tinggi. Sari dan Triyasmono (2017) menyatakan bahwa ekstraksi kulit kayu bangkal dengan pelarut etanol 96% menghasilkan flavonoid sebesar $44,728 \pm 2,525$ ekuivalen kuersetin (mg kuersetin/g ekstrak). Penelitian lain menyebutkan bahwa kandungan antioksidan pada kulit kayu bangkal tersebar dari bagian atas, bagian tengah, maupun bagian bawah batang, dengan konsentrasi tertinggi pada bagian atas (Fatin et al., 2012).

Proses pembuatan pupur bangkal masih sederhana. Kulit kayu dipotong kecil, ditumbuk, lalu dialirkan air sehingga diperoleh pati atau ekstrak kulit kayu bangkal. Cairan ini kemudian dicampurkan dengan beras yang telah direndam dan ditumbuk. Setelah didiamkan, endapan yang ada dibentuk bulat atau pipih dan dikeringkan. Setelah kering, pupur bangkal dapat langsung digunakan atau dijual.

Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru melakukan penelitian mengenai manfaat kulit kayu bangkal sebagai sediaan bahan kosmetika dan farmasi serta pengembangan produknya. Dalam pembuatan ekstrak kulit kayu bangkal, proses pencacahan bahan baku dilakukan secara manual menggunakan pisau dan alat penumbuk. Hal ini memerlukan waktu yang lebih lama dan tenaga manusia yang besar. Selain itu hasil cacahan kulit kayu yang tidak homogen dan berpotensi mempengaruhi waktu ekstraksi apabila dimensi yang dihasilkan terlalu besar atau terlalu kecil (Manoi, 2017).

Proses pencacahan kayu telah berkembang menyesuaikan dengan kebutuhan. Mesin pencacah kayu juga memiliki berbagai macam model dan variasi. Pada umumnya, mesin pencacah kayu memiliki pisau bergerak (*fly knife*) dan pisau diam (*bed knife*). Model ini memiliki keunggulan berupa waktu pencacahan yang lebih cepat sehingga kapasitas mesin lebih besar. Selain itu kualitas hasil cacahan juga lebih seragam dengan ukuran yang lebih kecil (Yu et al., 2012). Kelemahan mesin pencacah yang menggunakan dua jenis pisau adalah biaya pembuatan yang lebih tinggi, sehingga tidak cocok untuk pengaplikasian pada skala laboratorium atau industri kecil menengah.

Jumlah pisau bergerak dalam satu mesin pencacah memiliki pengaruh terhadap kecepatan proses. Jumlah pisau bergerak menunjukkan jumlah kontak dengan bahan baku dalam satu kali putaran poros. Pada umumnya, mesin pencacah kayu skala industri memiliki jumlah pisau bergerak berjumlah dua atau tiga unit. Performa mesin pencacah terhadap ukuran bahan baku kayu ditunjukkan pada penelitian Assirelli et al. (2013) untuk dua pisau dan Facello et al. (2013) untuk tiga pisau.

Prototipe alat yang akan dibuat memiliki karakteristik sederhana dan ringkas sehingga dapat dioperasikan dengan mudah bagi pengguna. Selain itu, alat pencacah dirancang agar menggunakan suplai daya yang rendah dengan kapasitas produksi yang baik dan hasil pencacahan yang homogen. Selain itu, biaya yang rendah juga menjadi unsur utama bagi prototipe alat pencacah kulit kayu bangkal yang akan dibuat. Apabila alat hasil perancangan alat pencacah ini baik dan sesuai kriteria yang diharapkan, maka dapat digunakan pada

penelitian selanjutnya, serta dapat diproduksi dan dimanfaatkan oleh masyarakat atau IKM yang memiliki kebutuhan pencacahan kulit kayu bangkal.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif, yaitu metode analisis yang dapat memberikan gambaran maupun uraian jelas mengenai suatu keadaan atau fenomena, dan dapat ditarik kesimpulan dari analisis tersebut (Henri Slat, 2013). Menurut Sugandi et al. (2016), metode analisis deskriptif dari perancangan suatu alat terdiri dari pengamatan, pengukuran dan perhitungan terhadap spesifikasi teknis dari mesin, kemudian menganalisis data tersebut sehingga didalamnya terdapat suatu kontribusi baru baik dalam proses maupun produk.

Tahapan pertama dalam penelitian ini adalah perancangan. Pada tahap ini, diperlukan berbagai pertimbangan agar mesin pencacah yang akan dibuat dapat berfungsi dengan optimal dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pertimbangan tersebut antara lain dimensi, kapasitas, daya yang digunakan, kemudahan pengoperasian dan perawatan, material, dan biaya pembuatan. Mesin pencacah yang akan dibuat memiliki ukuran yang kecil dengan kapasitas produksi kurang lebih 2 kg/jam. Sumber putaran pencacah berasal dari motor listrik dengan *input* tegangan 220 V. Kebutuhan tegangan listrik ini dapat disuplai pada listrik rumah tangga pada umumnya dan daya yang digunakan relatif kecil.

Daya motor yang digunakan dapat dihitung dari kebutuhan energi untuk memotong kulit kayu bangkal. Berdasarkan Karnefi(2005), kekuatan kayu terhadap peralatan pencabik, termasuk alat pencacah, berupa kekuatan tarik pada arah tegak lurus terhadap serat. Kayu bangkal memiliki nilai ini pada kondisi kayu kering dengan kadar air maksimal 13% sebesar 27 kg/cm²(Muslich et al., 2013). Luas penampang yang terkena tekanan adalah mata pisau yang bersentuhan dengan bahan baku, dapat dirumuskan dengan perkalian antara panjang pisau dan ketebalan mata pisau. Pisau pencaah memiliki panjang 8 cm dan tebal bagian mata pisau 0,5 mm. Berdasarkan data ini, dapat dihitung gaya potong terhadap kulit kayu bangkal berdasarkan Persamaan (1).

$$F = P \times A \dots\dots\dots (1)$$

$$F = 27 \text{ kg/cm}^2 \times 8 \text{ cm} \times 1 \text{ mm}$$

$$F = 21,6 \text{ N}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh gaya potong yang diperlukan untuk mencacah kulit kayu bangkal. Daya motor listrik adalah energi per satuan waktu yang digunakan untuk merotasikan poros. Perhitungan kebutuhan daya motor menggunakan Persamaan (2). Data yang dibutuhkan adalah gaya potong, kecepatan rotasi, dan jari-jari atau jarak dari ujung mata pisau ke pusat poros. Gaya potong yang diperoleh dari perhitungan Persamaan (1) sebesar 21,6 N. Pemilihan kecepatan rotasi yang digunakan berdasarkan data kecepatan motor yang umum dijual di pasaran yaitu 2800 rpm. Angka ini dikonversi menjadi satuan radian per detik sesuai dengan kebutuhan perhitungan, sehingga menjadi 293,22 rad/s. Sedangkan jari-jari mata pisau adalah sebesar 2,25 cm. Kehilangan daya akibat gesekan yang terus menerus terjadi sehingga berubah menjadi panas diasumsikan sebesar 20%.

$$\text{Daya} = F \times \omega \times r \times \text{Eff} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Daya} = 21,6 \text{ N} \times 293,22 \text{ rad/s} \times 2,25 \text{ cm} \times 80\%$$

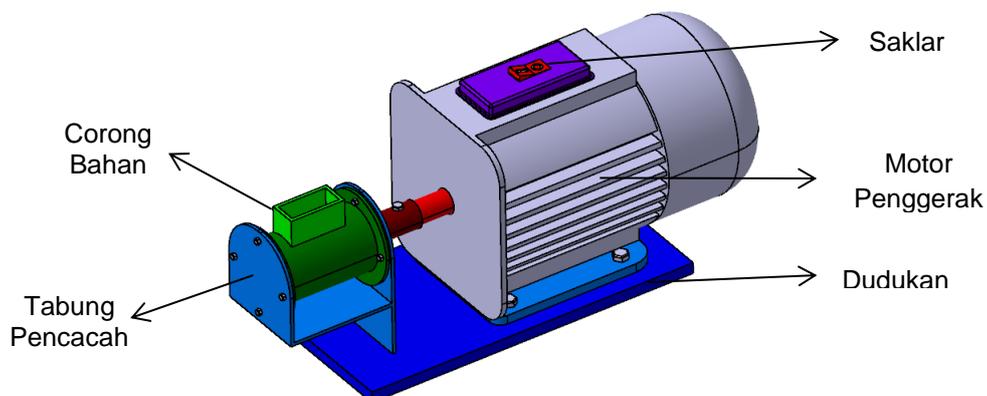
$$\text{Daya} = 114 \text{ Watt}$$

Dari perhitungan pada Persamaan (2) diperoleh daya minimal yang akan digunakan pada motor listrik, yaitu sebesar 114 W. Pada alat pencacah kulit kayu bangkal ini dipilih motor listrik dengan daya 0,25 HP (186 W) yang memiliki putaran maksimal 2800 rpm.

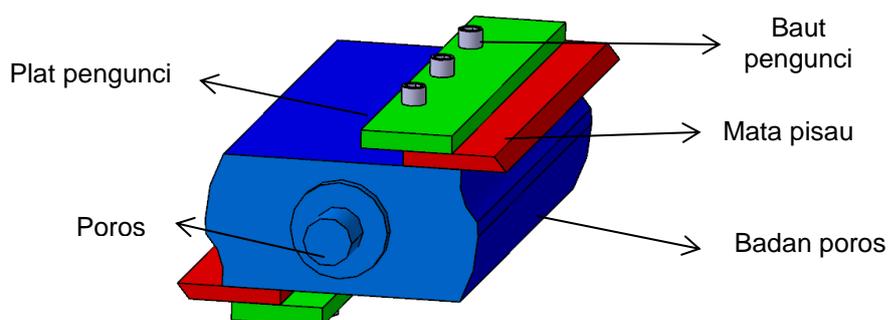
Pertimbangan kemudahan pengoperasian dan perawatan diperlukan agar memudahkan bagi siapapun melakukan pencacahan tanpa adanya kendala, terutama masyarakat yang awam tentang hal teknis. Aspek material merupakan salah satu hal yang perlu dipertimbangkan. Menurut Sirait dan Sulharman (2016), pemilihan bahan atau material didasarkan pada pertimbangan sifat (kekuatan, kekerasan, keuletan, dan sebagainya), pertimbangan ekonomi (ketersediaan barang, biaya pengerjaan, harga bahan, dan sebagainya), dan pertimbangan fabrikasi (kemudahan dicetak, kemudahan disambung, perlakuan panas, dan sebagainya). Rancangan yang dibuat harus mudah dibuat dan dirakit, serta dapat dikerjakan oleh bengkel umum dengan biaya yang terjangkau.

Pisau pencacah berjenis pisau bergerak (*fly knife*) dan berjumlah dua unit, terpisah pada jarak 180° dengan mata pisau searah putaran poros. Rancangan alat pencacah ini tidak menggunakan pisau diam (*bed knife*) dikarenakan kapasitas yang diharapkan kecil, bahan yang akan diproses relatif lunak, dan pertimbangan biaya bahan baku. Antara mata pisau dan tabung pencacah memiliki celah sebagai tempat pemakanan bahan sebesar 1 mm. Pisau pencacah terbuat dari *high speed steel* (HSS), yang merupakan baja khusus dan umum digunakan sebagai mata pisau. Kelebihan jenis baja ini adalah kekerasan yang tinggi, tahan karat, dan jauh lebih baik jika digunakan pada kecepatan tinggi dibandingkan dengan baja jenis *tool steel* (Bayer et al., 1989).

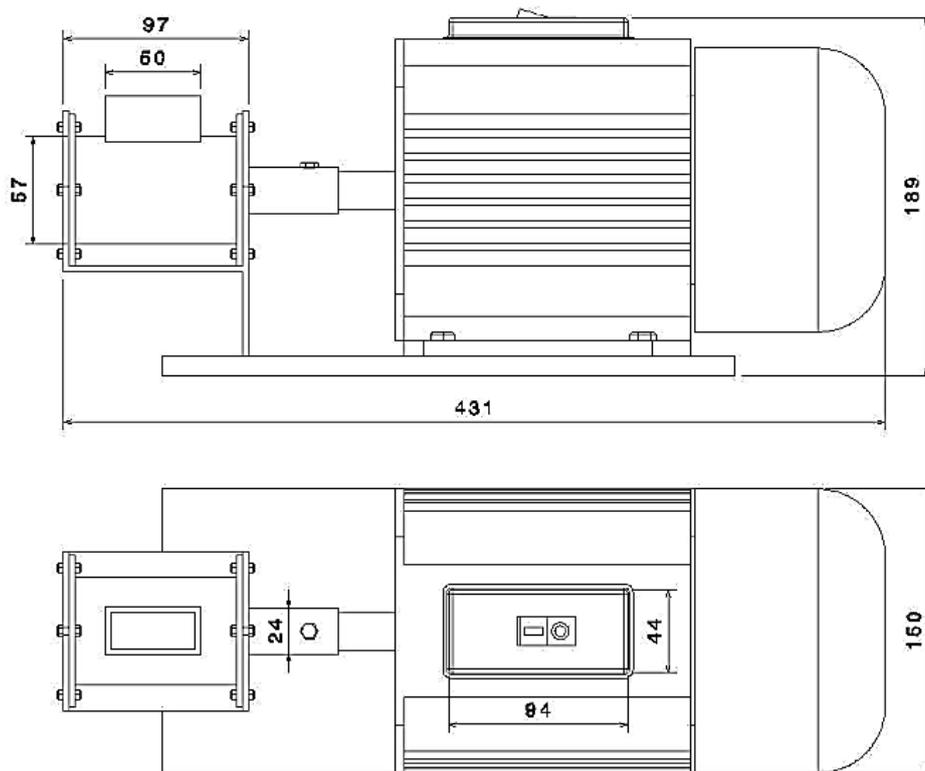
Pengujian prototipe alat pencacah kulit kayu bangkal diperlukan untuk mengetahui unjuk kerja alat tersebut. Parameter yang akan diuji adalah kapasitas produksi dengan variabel dimensi kulit kayu bangkal. Data ini dibandingkan dengan kapasitas ideal rancangan alat yaitu 2 kg/jam dan ditetapkan sebagai kapasitas terpasang maksimal alat pencacah.



Gambar 1. Rancangan alat pencacah kulit kayu bangkal



Gambar 2. Desain pisau pencacah



Gambar 3. Gambar teknik rancangan alat pencacah kulit kayu bangkal (atas) tampilan depan (bawah) tampilan atas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Alat Pencacah Kulit Kayu Bangkal

Pembuatan dan perakitan alat pencacah kulit kayu bangkal dilakukan di Laboratorium Proses Baristand Industri Banjarbaru dan salah satu bengkel swasta di kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Tabung pencacah dibuat dari pipa besi berdiameter 57 mm dengan panjang 85 mm dan tebal plat 3 mm. Pada bagian atas diberi lubang dan corong sebagai saluran masuk bahan baku kulit kayu. Sedangkan bagian bawah diberi lubang dan corong sebagai saluran keluar bahan yang telah dicacah. Pisau pencacah berjumlah 2 buah disambungkan pada poros yang terletak tepat pada bagian tengah tabung pencacah. Poros pencacah dihubungkan secara langsung dengan poros motor listrik. Spesifikasi motor listrik yaitu memiliki tegangan *input* 220 V, sistem listrik 1 fasa, daya ¼ HP (186 W), dan putaran maksimum 2800 rpm. Daya motor tersebut menghasilkan gaya pada ujung mata pisau sebesar 28,19 N, sesuai dengan perhitungan Persamaan (3).

$$F = \frac{P}{\omega \times r} \dots\dots\dots (3)$$

$$F = \frac{186 \text{ W}}{293,22 \text{ rad/s} \times 2,25 \text{ cm}}$$

$$F = 28,19 \text{ N}$$

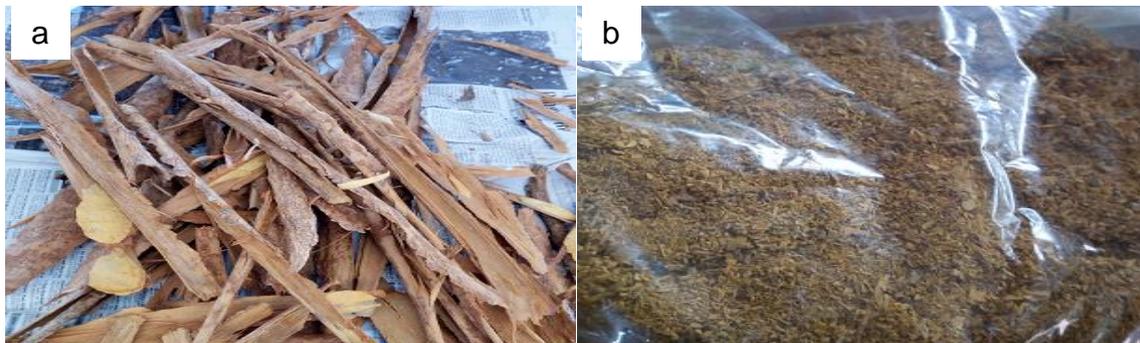
Rangkaian motor penggerak dan tabung pencacah diletakkan pada dudukan yang terbuat dari besi. Alat secara keseluruhan memiliki dimensi panjang 27 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 11 cm. Dengan dimensi tersebut dan berat total kurang dari 5 kg, alat pencacah yang telah dibuat dapat dipindahkan dengan mudah.



Gambar 4. Alat pencacah kulit kayu bangkal

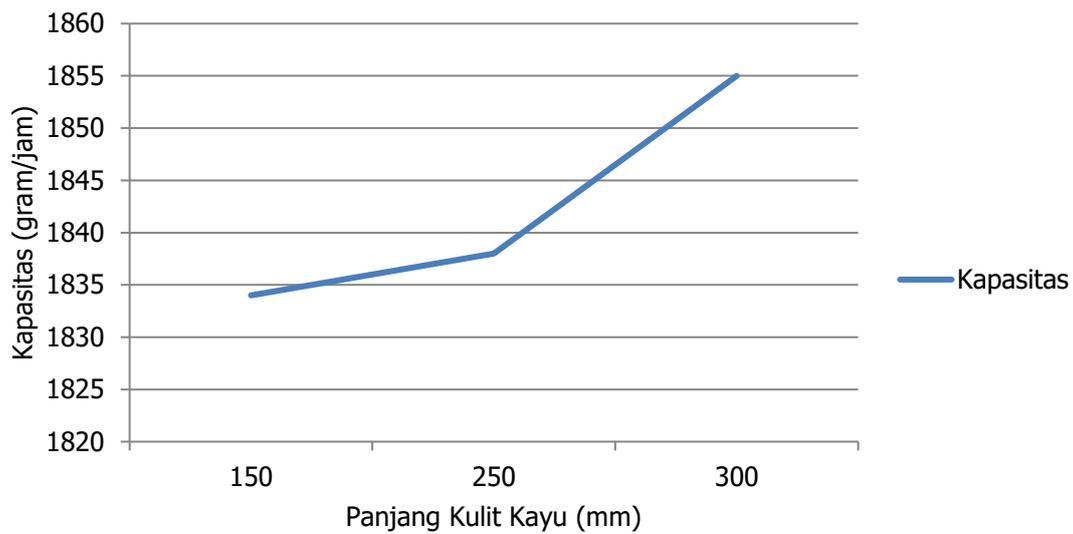
Pengujian Alat Pecacah Kulit Kayu Bangkal

Alat pencacah kulit kayu bangkal yang telah dibuat harus diuji untuk mengetahui unjuk kerja alat tersebut. Parameter yang diuji adalah kapasitas produksi dengan variabel dimensi kulit kayu bangkal. Kapasitas hasil pengujian akan menjadi kapasitas terpasang maksimum alat. Bahan baku yang digunakan adalah kulit kayu bangkal dengan kadar air 9-13%. Kadar air rendah berpengaruh terhadap waktu proses yang lebih cepat dengan ukuran hasil cacahan yang lebih kecil (Spinelli et al., 2011). Dimensi kulit kayu bangkal divariasikan dengan ukuran panjang 150, 250, dan 300 cm. Variasi lebar bahan adalah 10, 20, dan 30 cm. Sedangkan ketebalan bahan divariasikan pada 0,5; 1,5; dan 2 cm. Pemilihan variabel dimensi dikarenakan ukuran sangat berpengaruh terhadap lama proses pencacahan sehingga berdampak terhadap kapasitas produksi.



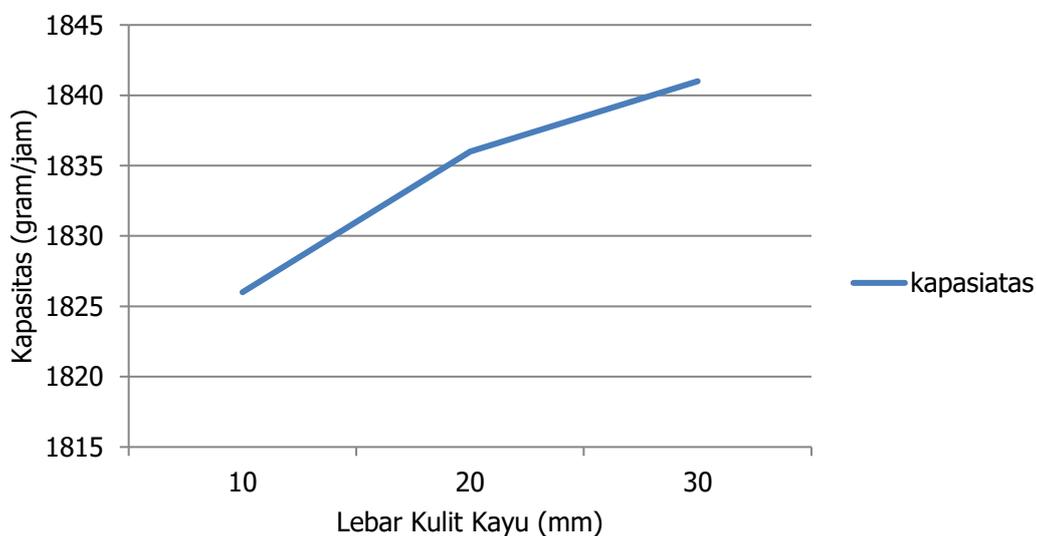
Gambar 5. Kulit kayu bangkal (a) sebelum dicacah (b) setelah dicacah

Pengujian dilakukan di Laboratorium Proses Baristand Industri Banjarbaru selama satu jam untuk tiap proses pengujian dan tiga kali pengulangan untuk tiap variasi dimensi. Proses memasukkan bahan dilakukan secara manual dan terus menerus tanpa ada jeda waktu atau saling mendahului antar bahan. Sehingga dapat disimpulkan data yang diperoleh adalah kapasitas alat secara nyata tanpa dipengaruhi proses manual. Hubungan antara kapasitas alat pencacah dengan tiap variasi dimensi dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.



Gambar 6. Hubungan antara kapasitas dengan panjang kulit kayu bangkal

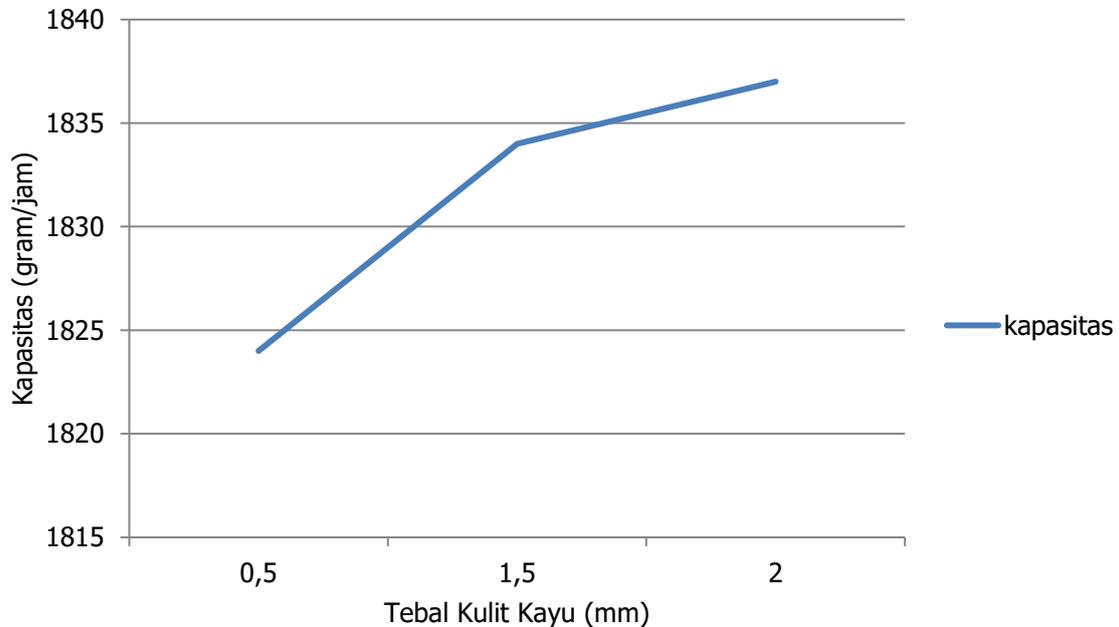
Hasil pengujian pada Gambar 6 menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kapasitas produksi alat pencacah dengan panjang kulit kayu bangkal. Semakin panjang kulit kayu, semakin meningkat pula kapasitas produksi alat pencacah. Hal ini disebabkan kapasitas diukur dalam satuan massa per satuan waktu. Walaupun proses manual memasukkan kulit kayu ke dalam corong dilakukan tanpa jeda waktu, namun masih terdapat jarak antara batang kulit kayu memasuki tabung pencacah. Semakin panjang batang, maka jumlah bahan yang masuk semakin sedikit sehingga waktu yang terbuang akibat jeda tersebut semakin rendah. Hal ini menyebabkan kapasitas produksi semakin meningkat.



Gambar 7. Hubungan antara kapasitas dengan lebar kulit kayu bangkal

Pada Gambar 7, dapat dilihat bahwa terdapat hubungan antara kapasitas produksi alat pencacah dengan lebar kulit kayu bangkal. Semakin lebar bahan baku, maka semakin tinggi pula kapasitas alat. Hal ini dipengaruhi oleh massa bahan yang berbeda tiap variasi lebar serta kemampuan tangan dalam menyusun bahan yang dimasukkan ke dalam corong secara

manual. Bahan yang lebih lebar memiliki massa yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan yang sempit. Selain itu, ukuran bahan yang sempit menyebabkan jumlah bahan yang masuk bersamaan secara sejajar lebih banyak. Hal ini berakibat celah antar bahan lebih banyak sehingga kapasitas produksi menurun. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kemampuan personel dalam menyusun bahan mempengaruhi kapasitas produksi alat pencacah.



Gambar 8. Hubungan antara kapasitas dengan tebal kulit kayu bangkal

Tebal kulit kayu bangkal memiliki hubungan dengan kapasitas produksi alat pencacah kayu bangkal. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 8. Hal ini disebabkan massa bahan yang tebal lebih tinggi daripada massa bahan yang lebih tipis. Dengan proses memasukkan bahan ke dalam tabung pencacah secara manual satu per satu dan tidak bertumpuk, maka bahan tebal akan menghasilkan nilai kapasitas yang lebih tinggi daripada bahan tipis.

Dari ketiga pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa variasi dimensi kulit kayu bangkal memiliki pengaruh terhadap kapasitas produksi alat pencacah. Hal ini disebabkan karena perbedaan massa tiap ukuran, adanya jeda waktu pencacahan antar bahan, dan adanya jarak antar bahan yang masuk tabung pencacah dalam satu baris. Secara umum, kapasitas alat terpasang maksimal adalah 1855 gram/jam, diperoleh pada pengujian dengan variasi panjang bahan 300 mm.

Analisa Tekno Ekonomi

Prototipe alat pencacah kulit kayu bangkal yang telah dibuat harus dianalisa dalam aspek ekonomi. Hal ini diperlukan untuk mengetahui kelayakan alat dari sisi ekonomisnya. Analisa ini berupa perhitungan antara modal tetap, biaya operasional, dan dampak ekonomis yang diterima.

Modal tetap merupakan biaya yang dikeluarkan dalam pengadaan alat pencacah kulit kayu bangkal. Modal tetap berupa biaya pengadaan alat, meliputi biaya bahan dan komponen, biaya pembuatan, dan biaya perakitan. Perhitungan modal pembuatan alat pencacah kulit kayu bangkal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Biaya pembuatan alat pencacah kulit kayu bangkal

| No. | Nama bahan/komponen | Harga (Rupiah) |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Biaya pengadaan bahan dan komponen | | |
| 1. | Motor listrik 0,25 HP | 650.000 |
| 2. | Plat besi 2 mm | 350.000 |
| 3. | Tabung besi 0,8 mm | 850.000 |
| 4. | Besi pejal Ø 50 mm | 250.000 |
| 5. | Plat aluminium 0,9 mm | 150.000 |
| 6. | Pipa stainless Ø 2" | 50.000 |
| 7. | Bearing Ø 1" | 250.000 |
| 8. | Baut 12 mm dan 14 mm | 50.000 |
| Subtotal | | 2.600.000 |
| Biaya pembuatan dan perakitan | | |
| 1. | Pembuatan as dan pisau pencacah | 250.000 |
| 2. | Elektroda las | 100.000 |
| 3. | Gerinda potong | 25.000 |
| 4. | Jasa operator | 700.000 |
| Subtotal | | 1.075.000 |
| Total | | 3.675.000 |

Biaya operasional atau disebut pula modal bergerak adalah biaya-biaya yang timbul dalam rangka pengoperasian alat pencacah kulit kayu bangkal. Biaya ini meliputi biaya energi penggunaan, biaya tenaga kerja, biaya perawatan, dan penyusutan alat. Biaya energi dapat dihitung dari biaya penggunaan listrik tiap satuan berat bahan hasil cacahan. Kapasitas alat pencacah adalah 1855 gram/jam. Kapasitas tersebut dapat dikonversikan menjadi 0,539 jam/kg. Hal ini menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mencacah kulit kayu bangkal sebanyak 1 kg adalah sebesar 0,539 jam atau 32,34 menit. Dari kapasitas ini dapat diketahui kebutuhan energi pencacahan, sesuai dengan Persamaan (4).

$$\text{Energi listrik} = \text{Daya motor listrik} \times \text{Waktu operasi} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Energi listrik} = 186 \text{ Watt} \times 0,539 \text{ jam/kg}$$

$$\text{Energi listrik} = 100,254 \text{ Wh/kg}$$

Besarnya biaya energi listrik dapat dihitung dari perkalian antara kebutuhan energi dan harga listrik, sesuai dengan Persamaan (5). Berdasarkan data PLN, tarif dasar listrik per bulan Maret 2019 untuk golongan R-1 900 VA RTM (Rumah Tangga Mampu) adalah sebesar Rp 1.300 per KWh.

$$\text{Biaya energi listrik} = \text{Energi listrik} \times \text{Tarif dasar listrik} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Biaya energi listrik} = 100,254 \text{ Wh/kg} \times \text{Rp } 1.300/\text{KWh}$$

$$\text{Biaya energi listrik} = \text{Rp } 130,33/\text{kg}$$

Biaya penyusutan adalah sebesar 20% per tahun dari total biaya pembuatan alat. Hal ini dikarenakan alat pencacah kulit kayu bangkal diperkirakan memiliki *lifetime* 5 tahun. Biaya

perawatan diasumsikan sebesar 10% per tahun, meliputi pembersihan, pelumasan dan penggantian komponen yang rusak. Pembersihan dilakukan rutin setelah alat pencacah digunakan. Hal ini untuk menjaga kondisi alat dari kotoran yang dapat menghambat putaran dan memperberat kerja motor listrik. Pelumasan dimaksudkan menjaga bantalan poros atau *bearing* dalam kondisi yang baik dengan cara menghindari beban gesekan langsung antara bola peluncur dan rumah bantalan (Saleh, 2014). Apabila bantalan poros rusak, maka efek yang ditimbulkan dapat menyebar ke komponen lain yang terhubung dengan poros yaitu motor listrik dan pisau pencacah. Penggantian komponen dilakukan apabila terjadi kerusakan akibat pemakaian ataupun *lifetime* komponen.

Dengan asumsi jam kerja 8 jam per hari dan 20 hari per bulan, dapat dihitung biaya penyusutan dan perawatan dalam satuan jam. Satuan ini dikonversi menjadi satuan biaya per satuan massa hasil pencacahan dengan faktor konversi adalah kapasitas terpasang maksimal alat pencacah kulit kayu bangkal yaitu 1,855 kg/jam. Perhitungan biaya operasional ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Biaya operasional

| No. | Jenis biaya | Harga (Rupiah/kg) |
|-------|----------------------|-------------------|
| 1. | Biaya energi listrik | 130,33 |
| 2. | Biaya penyusutan | 169,87 |
| 3. | Biaya perawatan | 84,93 |
| Total | | 385,13 |

Dari Tabel 2, diperoleh data bahwa alat pencacah membutuhkan biaya yang relatif rendah yaitu sebesar Rp 385,13 dalam mencacah 1 kg kulit kayu bangkal. Namun dalam perhitungan ini belum termasuk biaya tenaga kerja yang besarnya relatif bervariasi.

Apabila prototipe alat pencacah kulit kayu bangkal diproduksi bagi masyarakat atau IKM, maka dampak ekonomis sangat diperhitungkan karena target utama adalah profit atau laba. Menurut Hafid et al. (2018), terdapat tiga metode dalam meningkatkan laba, yaitu (1) menaikkan satuan harga jual, (2) menambah jumlah penjualan, dan (3) menekan pengeluaran biaya. Cara terbaik dan paling sering diterapkan adalah poin 3 karena dapat dilakukan secara mandiri dan tidak terpengaruh konsumen.

Dampak ekonomis diperoleh apabila alat yang telah dibuat dapat beroperasi dengan baik dan dapat mengganti proses yang telah ada sebelumnya. Dampak ini dapat berupa pengurangan energi manusia, waktu proses lebih cepat, kualitas hasil lebih baik, rendemen lebih tinggi, dan lain sebagainya. Proses pencacahan yang lebih cepat dalam waktu yang sama mengakibatkan hasil produksi meningkat dan biaya operasional menurun.

KESIMPULAN

Prototipe alat pencacah kulit kayu bangkal merupakan alat bantu yang dapat mempermudah proses pencacahan atau penghalusan kulit kayu bangkal sebagai bahan baku penelitian sediaan kosmetika dan farmasi. Hasil pengujian menunjukkan kapasitas maksimum alat adalah 1,855 kg/jam. Modal tetap dalam pembuatan alat pencacah ini sebesar Rp 3.675.000. Sedangkan biaya operasional alat tiap kilogram hasil cacahan adalah sebesar Rp 385,13, belum termasuk biaya tenaga kerja. Alat ini layak dibuat karena memberi dampak ekonomis yang baik yaitu meningkatkan hasil produksi dan menurunkan biaya operasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Assirelli, A. et al.2013. Effect of Piece Size and Tree Part on Chipper Performance. *Biomass and Bioenergy*54(0): 77–82.
- Bayer, A. M., Becherer, B. A. dan Vasco, T. 1989. *High-Speed Tool Steels* in *ASM Handbook*.
- Facello, A. et al.2013. The Effect of Chipper Cut Length on Wood Fuel Processing Performance. *Fuel Processing Technology* 116: 228–233.
- Fatin, R. J. et al.2012. Study on Methanolic Extracts of *Nauclea subdita* (Korth) Steud. Heartwood Parts for the Total Phenolic Contents and Free Radical Scavenging Activities. *Journal of Biological Sciences* 4(5): 600–607.
- Hafid, H., Krisnandy, L. and Mahaputra, M. 2018. Perancangan dan Pembuatan Mesin Pengereng Jagung Pipilan Tipe Rotary Batch. *Jurnal Riset Teknologi Industri* 12(1): 34–46.
- Henri Slat, A. 2013. Analisis Harga Pokok Produk dengan Metode Full Costing dan Penentuan Harga Jual. *Jurnal EMBA* 1(3): 110–117.
- Herlina, H., Istikowati, W. T. and Fatriani, F. 2018. Analisis Kimia dari Serat Kayu Bangkal (*Nauclea officinalis*) sebagai Alternatif Bahan Baku Pulp Kertas. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 10(1): 21–32.
- Karnefi, V. S. 2005. Uji Kekuatan Kulit Kayu Terap dengan Metode Tarik ke Arah Lebar dan Panjang. *Jurnal Gradien* 1(1): 20–22.
- Manoi, F. 2017. Pengaruh Kehalusan Bahan dan Lama Ekstraksi terhadap Mutu Ekstrak Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 15(2): 156–161.
- Muslich, M. et al.2013. *Atlas Kayu Indonesia Jilid IV*. Pustekolah. Bogor.
- Saleh, A. R. 2014. Analisa Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing) Jenis Deep Groove Pada Lori Pabrik Kelapa Sawit dan Cara Penanggulangannya. *Jurnal APTEK* 6(1): 49–56.
- Sari, D. I. and Triyasmono, L. 2017. Rendemen dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Batang Bangkal (*Nauclea subdita*) dengan Metode Maserasi Ultrasonikasi. *Jurnal Pharmascience* 04(February): 48–53.
- Sirait, J. and Sulharman, S. 2016. Rancang Bangun Alat Olahan Minyak Kelapa. *Jurnal Riset Teknologi Industri* 10(1): 70–77.
- Soendjoto, M. A. and Riefani, M. K. 2013. Bangkal (*Nauclea* sp.), Tumbuhan Lahan Basah, Bahan Bedak Dingin. *Warta Konservasi Lahan Basah*:13.
- Spinelli, R. et al.2011. Determining the Impact of Some Wood Characteristics on the Performance of a Mobile Chipper. *Silva Fennica* 45(1): 85–95.
- Sugandi, W. K., Yusuf, A. and Saukat, M. 2016. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Mesin Pencacah Rumput Gajah untuk Pakan Ternak dengan Menggunakan Pisau Tipe Reel. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* 4(1): 200–206.
- Yu, S. T. et al.2012. Cutting Force Analysis of Large Branch Crusher Based on the Finite Element. *Applied Mechanics and Materials* 152–154: 900–905.