

RANCANG BANGUN ALAT PERONTOK LADA MODEL AKSIAL

TATANG HIDAYAT, RISFAHERI, dan NANAN NURDJANNAH

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

RINGKASAN

Perontokan buah lada secara tradisional dilakukan dengan cara menginjak-injak. Kelemahan cara tradisional tersebut antara lain kurang efisien, kurang higienis dan banyak buah lada yang tercecer. Untuk mengatasinya telah dirancang bangun alat perontok lada model aksial. Penelitian dilakukan di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat di Bogor, dari bulan April sampai dengan Desember 1999. Tahapan penelitian meliputi perancangan, pembuatan konstruksi dan pengujian alat. Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui kondisi pengoperasian alat yang optimal. Rancangan percobaan pada tahap pengujian alat adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Bahan untuk pengujian digunakan (buah lada) varietas *Lampung Daun Lebar* berumur 8-9 bulan. Hasil pengujian menunjukkan, bahwa kondisi optimal proses perontokan buah lada pada putaran silinder 300 rpm, sedangkan proses pemisahan tangkainya menggunakan saringan dengan kemiringan 7.5°. Kinerja alat perontok lada pada kondisi tersebut adalah efisiensi perontokan 98.55%, efisiensi pemisahan tangkai 89.22%, persentase buah lada pada pengeluaran tangkai 5.20% dan kerusakan buah lada 6.30%. Kapasitas alat 260.56 kg bahan baku/jam. Biaya perontokan dengan menggunakan alat perontok model aksial ini Rp 27.28/kg bahan baku, lebih rendah dibandingkan dengan biaya perontokan secara tradisional (Rp 50/kg bahan baku).

Kata kunci : Lada, pengolahan lada, alat perontok

ABSTRACT

Design of axial flow thresher for pepper

The pepper threshing practice has been carried out using traditional method in which the pepper berries are usually trampled. This method is neither efficient nor higienic, and it also causes high losses of the berries. To overcome those problems, an experiment was carried out to make an axial flow thresher. The experiment was conducted at Research Institute for Spice and Medicinal Crops from April to December 1999. The experiment consisted of three steps, namely designing, constructing and testing. The objective of testing was to determine the optimum operation condition of the thresher. The testing was designed as a completely randomized complete design with three replications. The raw material for testing was pepper berries (*Lampung Daun Lebar variety*) of 8 - 9 month old. The result showed that the optimum condition for threshing process was 300 rpm cylinder rotation, with the spike separation process using 7.5° sieve angle. The performance of pepper thresher on that condition was : threshing efficiency 98.55%, spikes separation efficiency 89.22%, berries on spikes outlet 5.20% and berries damage 6.30%. The capacity of thresher was 260.56 kg raw material/hour. The operational cost was Rp 27.28/kg raw material, lower than that of the traditional threshing method (Rp 50/kg raw material).

Key words : Pepper, post harvest, processing, thresher

PENDAHULUAN

Komoditas lada merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Produksi lada Indonesia tahun 1998 sekitar 49 660 ton

sebagian besar (99.5%) diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat (ANON. 1999). Volume ekspor lada pada tahun yang sama 38 727 ton dengan nilai US\$ 188 919 000. Ekspor tersebut sebagian besar dalam bentuk lada hitam dan lada putih.

Pengolahan lada menjadi lada hitam memerlukan proses perontokan untuk melepaskan buah lada dari tangkainya sebelum dikeringkan. Pada pengolahan lada putih dengan cara perendaman, penerapan proses perontokan sebelum buah lada direndam akan lebih menguntungkan karena kebutuhan air dan tempat perendaman relatif berkurang. Pada pengolahan lada putih dengan mesin, proses perontokan diperlukan agar proses pengupasan lebih mudah. Pengupasan buah lada bersama tangkainya menyebabkan proses pengupasan menjadi berat dan kurang sempurna.

Perontokan secara tradisional dilakukan dengan cara menginjak-injak buah lada yang diletakkan di atas anyaman bambu yang ditinggikan dari lantai ± 1 m. Buah lada yang telah rontok dari tangkainya akan lolos melalui lubang pada anyaman bambu dan tangkainya akan tertahan. Buah lada selain rontok juga langsung terpisah dari tangkainya. Kelemahan dari perontokan secara tradisional adalah kurang efisien, kurang higienis, banyak buah lada yang tercecer, dan buah lada yang sudah matang akan terkupas sehingga menurunkan mutu (khusus untuk pengolahan lada hitam).

Dalam rangka perbaikan cara perontokan tradisional telah dirancang bangun alat perontok lada (RISFAHERI, *et al.*, 1992; HIDAYAT dan RISFAHERI, 1992). Alat perontok tersebut menggunakan model perontokan biasa (konvensional). Bahan yang dirontokkan hanya melewati silinder perontok satu kali sehingga proses perontokan berjalan singkat. Agar proses perontokan berjalan sempurna, maka kecepatan putaran silinder perontok harus tinggi yang mengakibatkan kerusakan bahan yang dirontokkan cukup tinggi. Kerusakan bahan (terkupas dan pecah) dengan menggunakan model perontokan biasa (konvensional) adalah 6.13% (HIDAYAT dan RISFAHERI, 1992).

Untuk memperbaiki kelemahan alat perontok yang telah dirancang bangun tersebut, dicari mekanisme lain yang dapat menghasilkan efisiensi perontokan yang tinggi dengan kerusakan bahan sekecil mungkin. Alat perontok model aksial pada umumnya dioperasikan pada kecepatan putaran yang lebih rendah dibandingkan dengan model biasa (konvensional). Hal ini disebabkan karena proses perontokan berjalan lama dan bahan berputar beberapa kali di dalam alat. Dengan kecepatan putaran yang rendah diharapkan kerusakan bahan dapat dikurangi. Pada awalnya

alat perontok model ini dirancang untuk perontokan gabah oleh International Rice Research Institute (ANON., 1979). Alat perontok model aksial telah berkembang dan banyak digunakan untuk perontokan gabah. Disain alat perontok buah lada yang akan dirancang bangun ini merupakan modifikasi dari model aksial rancangan IRRI. Dengan modifikasi tersebut diharapkan alat perontok model ini dapat digunakan untuk perontokan buah lada.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil dan Keteknikan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) di Bogor. Tahapan penelitian meliputi tahap rancang bangun (perancangan dan pembuatan alat) serta tahap pengujian alat. Penelitian berlangsung selama lima bulan yang dimulai dari bulan April sampai dengan Desember 1999.

Rancang Bangun Alat

Proses perontokan dapat terjadi melalui tiga gaya yaitu gesekan (*rubbing action*), tumbukan (*impacting action*) dan tarikan (*stripping action*). Umumnya mekanisme perontokan pada alat perontok merupakan kombinasi dari tiga gaya tersebut (ESMAY *et al.*, 1979).

Alat perontok lada yang dirancang bangun merupakan modifikasi dari alat perontok model aksial yang digunakan untuk merontokkan gabah. Mekanisme kerja dari alat perontok model aksial adalah bahan yang dirontokkan berputar beberapa kali diantara silinder perontok dan konkaf, dan secara bertahap bergerak spiral sepanjang sumbu silinder perontok. Pada penutup silinder terdapat sirip spiral yang mengarahkan gerakan bahan yang dirontokkan. Buah lada lolos melalui lubang pada konkaf, sedangkan tangkainya dengan bantuan sirip spiral pada tutup perontok bergerak menuju lubang pengeluaran tangkai. Silinder perontok pada alat perontok lada yang dirancang bangun digerakkan oleh motor listrik 1.5 HP.

Modifikasi dilakukan agar alat perontok dapat digunakan untuk proses perontokan buah lada. Modifikasi dilakukan terhadap komponen-komponen alat perontok baik bentuk maupun dimensinya, antara lain : silinder, gigi perontok dan konkaf.

Perancangan alat selain dilakukan pada bagian perontokan juga pada bagian pemisahan tangkai. Pemisahan tangkai dan buah lada yang terontok dilakukan dalam dua tahap yaitu : (1) pada bagian perontokan dengan menggunakan konkaf dan (2) pada bagian pemisahan tangkai dengan menggunakan saringan pemisah (kawat). Mekanisme pemisahan tangkai tersebut dilakukan berdasarkan prinsip perbedaan ukuran antara tangkai dengan buah

lada. Saringan pemisahan digetarkan dengan menggunakan bandul yang berputar tidak pada pusat sumbunya. Bandul tersebut digerakkan dengan menggunakan motor listrik ¼ HP.

Pembuatan alat berpedoman pada gambar teknik yang telah dibuat berdasarkan hasil perancangan alat. Bahan-bahan konstruksi alat perontok terdiri atas : plat besi, besi siku, behel, plat strip, baja porous, karet untuk gigi perontok, saringan kawat dan beberapa komponen standar untuk transmisi.

Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja alat perontok lada yang telah dirancang bangun dan kondisi optimal untuk pengoperasiannya. Bahan yang digunakan untuk pengujian alat adalah buah lada (varietas *Lampung Daun Lebar*) yang berumur 8-9 bulan. Buah lada tersebut diperoleh dari Instalasi Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Sukamulya, Sukabumi. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 5 kg bahan baku. Khusus untuk kapasitas alat, pengujian dilakukan di kebun petani di Bangka (Sumatera Selatan) dengan menggunakan 50 kg bahan baku.

Pengujian tahap pertama dilakukan untuk mengetahui kecepatan putaran silinder yang optimal untuk perontokan. Putaran silinder yang dicobakan adalah : 250, 300, dan 350 rpm. Pengujian tahap kedua adalah untuk mengetahui kemiringan saringan pemisah yang optimal. Kemiringan saringan pemisah yang dicobakan adalah 5°, 7.5°, dan 10°. Sedangkan pengujian tahap ketiga untuk mengetahui kapasitas alat dengan menggunakan kondisi terpilih dari pengujian tahap pertama dan kedua. Masing-masing tahapan penelitian diulang lima kali. Rancangan penelitian yang digunakan untuk penelitian tahap pertama dan kedua adalah rancangan acak lengkap (RAL).

Analisis Biaya Perontokan

Untuk mengetahui biaya pokok perontokan dilakukan analisis ekonomi penggunaan alat berdasarkan perhitungan harga pada tahun 1999. Analisis biaya pokok perontokan dihitung dengan formula yang dikembangkan oleh DE GARMO *et al.* (1979), sebagai berikut :

$$BP = (A/X + B) \times 1/C$$

Keterangan : BP = Biaya pokok perontokan (Rp/kg)

A = Biaya tetap per tahun (Rp/th)

B = Biaya tidak tetap (Rp/jam)

X = Jumlah jam kerja alat per tahun (jam/th)

C = Kapasitas alat (kg/jam)

HASIL DAN PEMBAHASAN

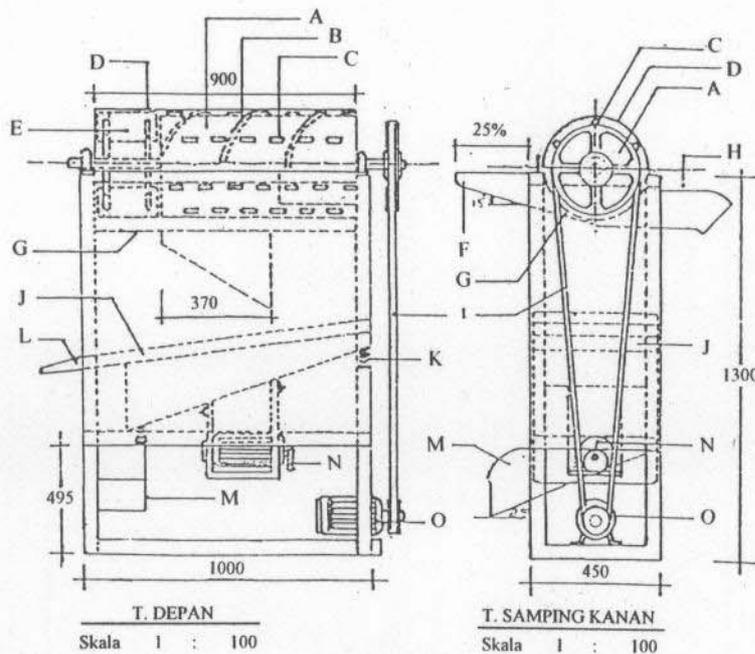
Konstruksi Alat

Konstruksi alat perontok buah lada model aksial yang dirancang bangun dapat dilihat pada Gambar 1. Bagian utama dari alat tersebut adalah bagian perontokan, pemisahan tangkai, pemasukan bahan, pengeluaran buah lada dan pengeluaran tangkai.

Bagian perontokan terdiri atas silinder dan gigi perontok, konkaf dan tutup. Silinder perontok berukuran Ø 320 mm, pada permukaan silinder tersebut dipasang enam baris gigi perontok yang terbuat dari karet. Selain itu, pada poros silinder dipasang empat buah sudut yang berfungsi sebagai pembuang tangkai. Pada permukaan bagian dalam tutup silinder dipasang sirip spiral yang berfungsi untuk mengarahkan gerakan buah lada yang akan dirontokkan. Dengan penempatan sirip spiral tersebut memungkinkan buah lada yang dirontokkan secara bertahap bergerak sepanjang sumbu silinder mulai dari lubang pemasukan

bahan (inlet) sampai pada lubang pengeluaran tangkai. Pada bagian bawah silinder dipasang konkaf dengan ukuran $R = 180 \text{ mm}$ dan ukuran lubangnya $15 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$. Konkaf berfungsi sebagai bidang gesek bagi buah lada yang akan dirontokkan. Selain itu, konkaf berfungsi sebagai saringan pemisah antara buah lada yang telah rontok dengan tangkainya (pemisahan tahap pertama). Buah lada lolos melalui lubang pada konkaf sedangkan tangkainya dengan bantuan sirip spiral pada tutup perontok bergerak menuju lubang pengeluaran tangkai (pengeluaran tangkai-1).

Bagian pemisahan (pemisahan tahap kedua) berfungsi untuk memisahkan buah lada yang telah rontok dari tangkai yang tidak terpisahkan pada pemisahan tahap pertama (tangkai lolos melalui lubang konkaf). Pemisahan menggunakan saringan kawat bergetar dengan ukuran lubang $9 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$. Pada bagian pemisahan ini buah lada lolos melalui lubang saringan dan keluar pada pengeluaran buah lada, sedangkan tangkai akan bergerak dari atas ke ujung saringan karena getaran dari saringan dan akhirnya keluar pada pengeluaran tangkai (pengeluaran tangkai-2).



Gambar 1. Konstruksi alat perontok lada model aksial
 Figure 1. Construction of axial flow thresher for pepper

- | | |
|---|--|
| <p>Keterangan : A : Silinder perontok <i>Threshing cylinder</i>
 Note : B : Spiral Screw
 C : Gigi perontok <i>Threshing gears</i>
 D : Tutup perontok <i>Threshing lid</i>
 E : Sudu <i>Blade</i>
 F : Lubang pemasukan bahan <i>Hopper</i>
 G : Konkaf <i>Concave</i>
 H : Pengeluaran tangkai-1 <i>Spikes outlet-1</i></p> | <p>I : Transmisi <i>Transmission</i>
 J : Saringan pemisah <i>Separation sieve</i>
 K : Per penggetar <i>Vibrate spring</i>
 L : Pengeluaran tangkai-2 <i>Spikes outlet-2</i>
 M : Pengeluaran buah lada <i>Berries outlet</i>
 N : Bandul penggetar <i>Vibrate pendulum</i>
 O : Motor penggerak 1.5 HP <i>Electromotor</i></p> |
|---|--|

Pengujian Alat

Pengujian tahap pertama dilakukan untuk menentukan kecepatan putaran silinder yang optimal yang dapat digunakan untuk perontokan buah lada. Dari pengujian tersebut, ternyata kecepatan putaran silinder perontok berpengaruh nyata pada kinerja bagian perontokan (Tabel 1).

Semakin tinggi putaran silinder perontok, efisiensi perontokan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena dengan semakin tingginya putaran silinder perontok gaya tumbukan dan gesekan dari silinder perontok semakin tinggi sehingga semakin banyak buah lada yang terontok. Efisiensi perontokan tertinggi dicapai pada putaran silinder perontok 350 rpm (98.70%) tetapi tidak berbeda nyata dengan putaran silinder perontok 300 rpm (98.50%).

Putaran silinder yang semakin tinggi menyebabkan persentase kerusakan buah lada yang semakin tinggi (Tabel 1). Kerusakan tersebut berupa terkupasnya sebagian kulit buah lada. Pada pengujian ini bahan baku yang digunakan adalah buah lada yang telah berumur 8-9 bulan dan telah berwarna kuning sampai dengan kuning kemerahan sehingga cocok untuk lada putih. Pada pengolahan lada putih, terkupasnya kulit buah lada pada proses perontokan bukan merupakan suatu masalah karena buah lada tersebut selanjutnya akan dikupas.

Pada pengolahan lada hitam, kerusakan buah lada harus serendah mungkin karena semakin banyak buah lada yang terkupas akan menurunkan mutunya. Untuk lada hitam, digunakan buah lada yang berumur 6-7 bulan dengan warna hijau tua. Kekerasan kulit buah lada pada umur tersebut jauh lebih besar dibandingkan dengan buah lada yang berumur 8-9 bulan (sudah matang), sehingga kerusakan buah lada yang diakibatkan oleh proses perontokan diperkirakan akan lebih rendah. Menurut THAMRIN (1990), diduga kekerasan kulit buah lada maksimum pada umur 6-7 bulan, dan selanjutnya kekerasan menurun sesuai dengan bertambahnya umur buah lada.

Pemisahan tangkai tahap pertama berlangsung bersamaan dengan proses perontokan. Buah lada yang telah

terontok dipisahkan dari tangkainya dengan saringan pemisah/konkaf yang sekaligus berfungsi sebagai bidang gesek bagi buah lada yang akan dirontokkan. Pada Tabel 1, terlihat bahwa semakin tinggi putaran silinder perontok, efisiensi pemisahan tangkai semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena dengan semakin tinggi putaran silinder perontok, kesempatan tangkai untuk lolos melalui saringan pemisah (konkaf) semakin kecil akibat gaya tumbukan dan tarikan oleh gigi perontok semakin besar. Namun demikian, semakin tinggi putaran silinder akan meningkatkan persentase buah lada yang keluar pada pengeluaran tangkai.

Pengujian tahap kedua dilakukan untuk menentukan kemiringan saringan yang optimal pada unit pemisahan tangkai (pemisahan tahap kedua). Dari pengujian tersebut terlihat bahwa kemiringan saringan berpengaruh nyata terhadap kinerja unit pemisahan (Tabel 2). Semakin tinggi kemiringan saringan, efisiensi pemisahan tangkai semakin meningkat tetapi persentase buah lada yang keluar pada pengeluaran tangkai juga semakin meningkat. Menurut PRATOMO (1989), getaran dan kemiringan saringan akan mempengaruhi kecepatan perjalanan tangkai dan butiran (buah lada) di atas saringan. Getaran dan kemiringan yang terlalu tinggi menyebabkan kesempatan untuk lolos melalui saringan menjadi lebih kecil.

Berdasarkan hasil pengujian tahap 1 dan 2 tersebut, pengoperasian alat yang optimal dicapai pada putaran silinder perontok 300 rpm dengan kemiringan saringan 7.5°. Pada kondisi pengoperasian ini, kinerja alat perontok lada adalah : efisiensi perontokan 98.55%, efisiensi pemisahan tangkai total 89.22% (pemisahan tahap I 82.96% + tahap II 6.26%), persentase total buah lada pada pengeluaran tangkai 5.20% (pemisahan tahap I 1.40% + tahap II 3.80%) dan kerusakan buah lada 6.30%.

Pengujian tahap ketiga adalah untuk mengetahui kapasitas alat perontok yang dirancang bangun. Pengujian kapasitas dilakukan pada kondisi pengoperasian alat yang optimal berdasarkan hasil pengujian tahap 1 dan 2. Kapasitas alat perontok yang dirancang bangun pada kondisi pengoperasian alat yang optimal adalah 260.56 kg bahan baku/jam (Tabel 3).

Tabel 1. Pengaruh kecepatan putaran silinder perontok terhadap kinerja unit perontok
Table 1. Effect of cylinder rotation on the performance of threshing unit

Putaran silinder perontok (rpm) Cylinder rotation	Efisiensi perontokan (%) Threshing efficiency	Kerusakan buah lada (%) Pepper berries damage	Efisiensi pemisahan tangkai, tahap-I (%) The efficiency of spikes separation In step-I	Buah lada pada keluaran tangkai-I Berries on spikes outlet-I (%)
250	96.82 A	5.34 A	78.04 A	2.73 C
300	98.55 B	6.30 A	82.96 B	1.40 A
350	98.70 B	8.81 B	84.13 B	2.06 BC
KK CV (%)	3.81	8.79	12.48	5.13

Keterangan : - Buah lada untuk pengujian berumur 8-9 bulan

- Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Note : - The pepper berries for the testing was 8-9 month old

- Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different at 5% level

Tabel 2. Pengaruh kemiringan saringan terhadap kinerja unit pemisahan
Table 2. Effect of sieve angle on the performance of separation unit

Kemiringan saringan (°) Sieve angle	Efisiensi pemisahan tangkai, tahap-2 (%) The efficiency of spikes separation in step-2	Buah lada pada keluaran tangkai-2 (%) Berries on spikes outlet-2
5	4.28 A	2.27 A
7.5	6.26 B	3.80 A
10	7.54 B	6.65 B
KK CV (%)	10.82	7.51

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%
Note : Numbers followed by the same letter in each column are not significantly different at 5% level

Tabel 3. Kapasitas alat perontok lada model aksial
Table 3. The capacity of axial flow thresher for pepper

Ulangan Replication	Bahan baku (kg) Raw material	Waktu Duration (detik second)	Kapasitas (kg bahan baku/jam) Capacity (kg/hour)
1.	50	689	261.25
2.	50	705	255.32
3.	50	698	257.88
4.	50	690	260.87
5.	50	673	267.46

Keterangan : Kondisi pengujian Testing condition
Note : - Putaran silinder 300 rpm Cylinder rotation
- Kemiringan saringan 7.5° Sieve angle

Analisis Biaya Perontokan

Untuk menentukan biaya perontokan, maka biaya diklasifikasikan ke dalam komponen biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap terdiri atas biaya penyusutan dan bunga modal, sedangkan biaya tidak tetap terdiri atas biaya pemeliharaan alat, listrik dan biaya tenaga kerja. Beberapa asumsi yang digunakan dalam menghitung biaya perontokan adalah sebagai berikut :

- Harga alat (P) = Rp 6 000 000,-
- Pemakaian alat efektif tiap tahun (X) = 3 bulan x 26 hari x 7 jam = 546 jam/tahun
- Kapasitas alat = 260.56 kg bahan baku/jam
- Umur ekonomis alat (n) = 10 tahun
- Tenaga kerja = 2 orang
- Tingkat bunga (i) = 18 %
- Nilai sisa setelah 10 tahun (S) = 10% x Rp 6 000 000,- = Rp 600 000,-

- Biaya pemeliharaan alat = 5 % dari P/tahun
- 1. Biaya Tetap (A) :
 - Biaya penyusutan (D), Rp/tahun
 $D = (P - S)/n = \text{Rp } 540\,000,-/\text{tahun}$
 - Bunga modal (I), Rp/tahun
 $I = i \times P \times (n + 1)/2n = \text{Rp } 594\,000,-/\text{tahun}$
 - Total Biaya Tetap = Rp 1 134 000,-/tahun

- 2. Biaya Tidak Tetap (B) :
 - Biaya pemeliharaan alat = 5% x P = Rp 300 000,-/tahun = Rp 549.45,-/jam
 - Biaya tenaga kerja = 2 x Rp 15 000,-/7 jam = Rp 4 285.71,-/jam
 - Biaya listrik = 1.31 kW x 1 jam x Rp 150,- = Rp 196.50,-/jam
 - Total Biaya Tidak Tetap = Rp 5 031.66,-/jam

Biaya pokok perontokan tiap kg bahan baku (BP)
 $BP = (A/X + B) \times 1/C = \text{Rp } 27.28,-/\text{kg bahan baku}$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh biaya pokok perontokan Rp 27.28/kg bahan baku. Dengan demikian, biaya perontokan dengan menggunakan alat perontok model aksial lebih murah dibandingkan dengan perontokan secara tradisional. Berdasarkan pengamatan di lapangan (Lampung Utara), biaya panen dan pengilesan (perontokan secara tradisional) Rp 500-Rp 700/kg bahan baku tergantung jarak lokasi kebun. Biaya untuk pengilesan saja berdasarkan perkiraan petani Rp 50/kg bahan baku dengan alat pengilesan disediakan oleh pemilik kebun (RISFAHERI dan HIDAYAT, 1999).

KESIMPULAN

Alat perontok lada model aksial yang dirancang bangun secara teknis dapat berfungsi dengan baik. Kondisi optimal proses perontokan buah lada dicapai pada putaran silinder perontok 300 rpm, sedangkan proses pemisahan tangkai pada kemiringan saringan 7.5°. Kinerja alat perontok pada kondisi pengoperasian yang optimal : kapasitas alat 260.56 kg bahan baku/jam, efisiensi perontokan 98.55%, efisiensi pemisahan tangkai 89.22 % dan kerusakan buah lada 6.30%. Biaya perontokan Rp 27.28/kg bahan baku, lebih rendah dibandingkan dengan biaya perontokan secara tradisional (Rp 50/kg bahan baku).

DAFTAR PUSTAKA

ANONYMOUS, 1979. TH-6 axial flow thresher operation manual. Department of Agricultural Engineering. The International Rice Research Institute. Laguna. Los Banos. Philippine. 15 p.

- ANONYMOUS, 1999. Peningkatan produksi dan produktivitas lada. Makalah disampaikan pada Seminar tentang Mutu Lada diselenggarakan oleh Ditjen Kerjasama Multilateral Depperindag. Lampung 7-8 Juli 1999. 20p.
- DE GARMO, E.P., J.R. CANADA and W.G. SULLIVAN, 1979. *Engineering economy*. Six Edition. Collier Macmillan Publishers. London. 322p.
- ESMAY, M., SOEMANGAT, ERIYATNO and A. PHILLIPS, 1979. *Rice post production technology in the tropics*. The University Press of Hawaii. Honolulu. 140p.
- HIDAYAT, T. dan RISFAHERI, 1992. Rancang bangun alat perontok lada berkapasitas sedang dengan penggerak motor listrik. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri*. Juli-Desember 1992. XVIII (1-2) : 23-27.
- PRATOMO, M., 1989. Teknik pengolahan hasil pertanian. Fak. Teknologi Pertanian. IPB. Bogor. 110p.
- RISFAHERI, T. HIDAYAT dan M.P. LAKSMANAHARDJA, 1992. Rancang bangun alat perontok lada dengan penggerak pedal. *Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri*. Januari-Maret 1992. XVII (3) : 86-90.
- RISFAHERI dan T. HIDAYAT, 1999. Rancang bangun alat perontok lada dengan penggerak engkol untuk pengolahan lada hitam. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. September 1999. 5 (2) : 63-69.
- THAMRIN, 1990. Rancangan alat pengupas kulit buah lada. Tesis. Fak. Pasca Sarjana. IPB. Bogor. 83p.