UJI PERFORMANSI DAN PERBANDINGAN PENGGUNAAN ALAT PEMECAH SEKAM TIPE "RUBBER ROLL" DAN TIPE "WIND PRESSURE" TERHADAP HASIL GILING

Oleh :

Muhamad Farid Budi Wahyuni *), Atjeng Muchlis Syarief **)

PENDAHULUAN

Tahapan pengolahan padi yang lengkap meliputi penggabahan (perontokan) padi, pemecahan sekam, pemisahan gabah dari beras pecah kulit, penyosohan, pemutuan (grading) beras, pengarungan dan penanganan atau pemindahan dari satu tahap ke tahap yang lainnya. Tahap ini dapat berbeda pada perusahaan penggilingan yang satu dengan yang lainnya disebabkan antara lain oleh modal yang tersedia untuk pengadaan mesin pengolahan padi, ketersediaan bahan olah yang cukup, pemeraiaan pasaran dan mutu beras yang dihasilkan serta kebiasaan konsumsi masyarakat setempat.

Penggilingan padi merupakan suatu proses pengolahan padi yang telah dikeringkan sampai mencapai kadar air sekitar 14 persen basis basah untuk dijadikan beras. Proses ini pada garis besarnya terdiri dari dua tahap, proses pengupasan gabah menjadi beras pecah kulit dan proses penyosohan yaitu pengolahan beras pecah kulit menjadi beras sosoh. Pada tahapan pengolahan padi yang pertama yaitu proses pengupasan gabah menjadi beras pecah kulit diusahakan agar kerusakan yang terjadi dan keretakan beras ditekan sekecil mungkin. Untuk itu perlu dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi kerusakan-kerusakan tersebut. Dalam hal ini konstruksi alat pengolahan padi, ketepatannya, pengaturannya dan cara mengoperasikannya dapat mempengaruhi efisiensi alat dan produksi beras kepala. Jika gabah telah rusak di lapangan karena pengaruh kelembaban dan panas matahari, maka kerusakan selama proses penggilingan tidak dapat dihindarkan. Disamping cara pengolahan, varietas dan mutu padi dapat juga mempengaruhi tinggi rendahnya hasil beras pecah kulit, effisiensi pengupasan dan hasil beras patah.

Alat pengolahan padi yang ada di Indonesia terdiri dari berbagai jenis dan merek. Jenis atau tipe dan merek untuk tiap-tiap alat menunjukkan performansi yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, sehingga menghasilkan beras giling yang berbeda.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan performansi alat pemecah sekam tipe "rubber roll" dan tipe "wind pressure" yang meliputi hasil giling, kapasitas alat, kebutuhan bahan bakar dan tenaga operator, gangguan-gangguan yang terjadi pada alat, efisiensi alat dan biaya operasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Tujuan pengupasan sekam adalah mengupas sekam dari gabah dengan kerusakan pada lapisan dedak yang minimum, dan apabila mungkin tanpa adanya kepatahan

*) Mahasiswa Tingkat Sarjana Jurusan Mekanisasi Pertanian, FATETA IPB
**) Staf Pengajar Jurusan Mekanisasi Pertanian FATETA IPB

pada beras pecah kulit yang dihasilkan (Araullo, 1976). Alat pernecah sekam yang biasa digunakan adalah tipe "Engelberg", "Under Runner Disk Huller", dan "Rubber Roll Huller". Dua tipe alat pemecah sekam yang Iainnya adalah "Flash Type Husker" yang sekarang tidak lazim digunakan lagi dan "Wind Pressure Type" yang rnasih dalarn taraf introduksi.

Alat pernecah sekam tipe "Rubber Roll" adalah tipe alat pernecah sekarn yang meiakukan proses pemecahan sekarn dengan menggunakan dua buah rol berlapis karet, berputar beriawanan arah dan dengan kecepatan yang berbeda (Muljoto, 1972). Rol cepat dipasang pada as yang tidak bisa digeser-geserkan (statis) sedangkan rol larnbat terletak pada as yang bisa digeser-geserkan. Karena perbedaan kecepatan rol, gabah tertekan dan tergesek sehingga sekam terkupas (Sonomura dan Kawamura, 1960). Alat pemecah sekarn tipe "Rubber Roll" dapat dilihat psda Gambar 1.

Alat pemecah sekarn tipe "Wind Pressure" adalah tipe alat pemecah sekarn yang melakukan proses pemecahan sekarn karena adanya perbedaan tekanan udara dalarn rongga udara gabah dan tekanan udara dalarn ruang pernecah sekam. Perbedaan tekanan udara tersebut terjadi karena gabah dirnasukkan ke dalam ruang pemecah sekarn dan tiba-tiba berada di dalam aliran udara yang sangat tinggi (39.25 m/detik) (Watanabe, 1985). Selanjutnya, Watanabe (1985) rnenyatakan bahwa keadaan hampa dapat terjadi di dalam ruang pemecah sekam yang ditimbulkan karena adanya kecepatan aliran udara yang tinggi, sehingga tekanan statis di dalam ruang pemecahan sekam rnenjadi rendah atau mendekati nol atrnosfir. Tekanan udara di dalam rongga udara gabah sekitar satu atmosfir. Perbedaan tekanan udara sekitar satu atmosfir antara rongga udara gabah dan ruang pernecah sekam dapat rnembelah sekarn menjadi dua bagian dan melepaskan bagian-bagian itu dari beras pecah kulit. Alat pemecah sekam tipe "Wind Pressure" dapat dilihat pada Garnbar 2.

METODA PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Perlakuan giling yang dilakukan pada masing-masing alat pernecah sekam (tipe "Rubber Roll" dan tipe "Wind Pressure") adalah laju pemasukan gabah yang masing-masing dilakukan pada 3 tingkat, yaitu 600 kg/jam, 750 kg/jam dan 900 kg/jam. Masing-masing perlakuan dilakukan 10 kali ulangan. Gabah digiling pada kadar air sekitar 14 persen.

Penggilingan dengan rnenggunakan alat pemecah sekarn tipe "Rubber Roll" dilakukan pada kecepatan rol cepat 1100/menit dan rol lambat 860/menit dengan jarak antara kedua rol 0,96 rnrn. Pada alat pemecah sekam tipe "Wind Pressure", putaran kipas diatur pada kecepatan 1500/menit.

Menentukan Rendemen Giling

- Rendemen giling ditentukan dengan persarnaan berikut :

$$RG = \frac{ts}{wt} \times 100\ \%$$

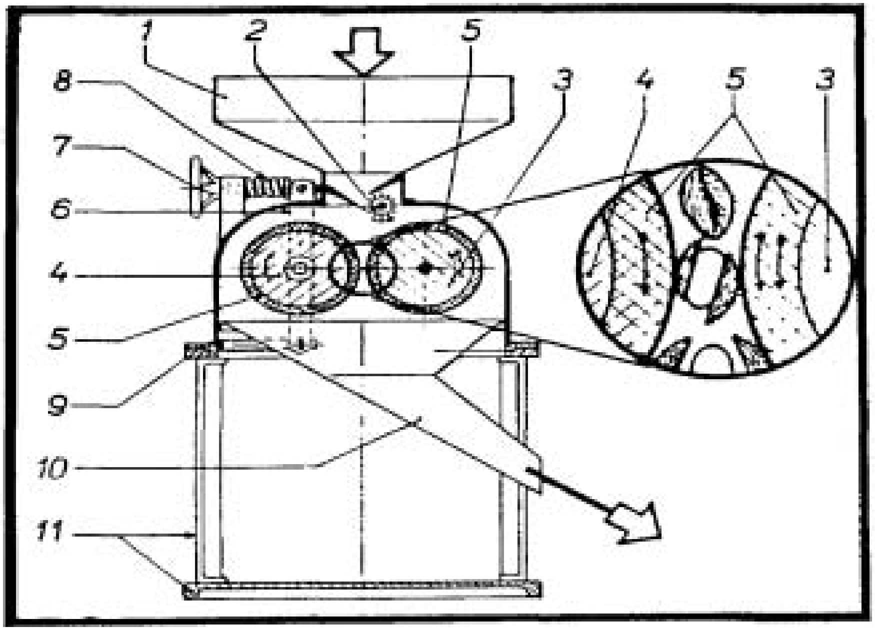
dimana : RG = rendernen giling
ts = berat beras yang dihasiikan
wt = berat gabah yang diolah

Menentukan Butir Kepala, Butir Patah dan Menir

Contoh beras giling (100 gram) diayak dengan ayakan menir bergaris tengah 2,00 mm. Butir yang lolos digolongkan sebagai menir. Sisa contoh yang tidak lolos diayak dengan "Grader" yang mempunyai cekungan bergaris tengah 4.5 rnm dan kedalaman 2,5 mrn. Butir yang tertahan dalarn cekungan "Grader" digolongkan sebagai butir patah dan yang lolos digolongkan sebagai butir kepala.

Efisiensi Alat Pemecah Sekam (E_h)

Efisiensi alat pernecah sekam dihitung sebagai berikut :



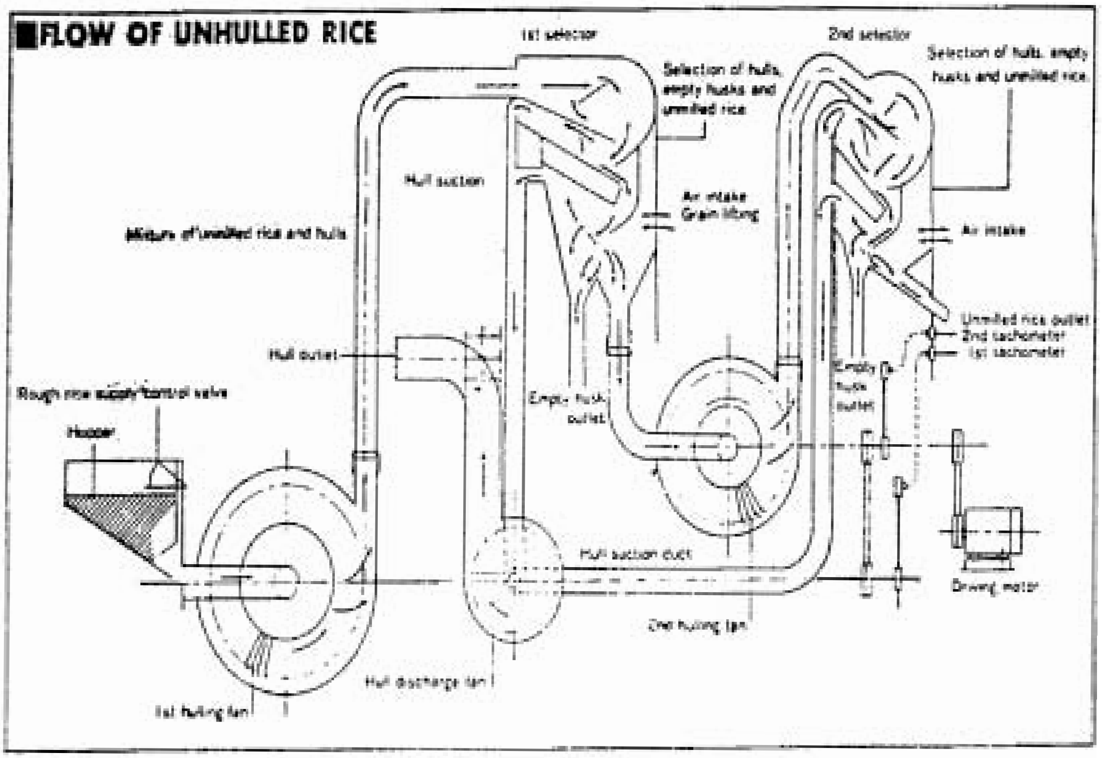
Keterangan :

1. Corong pernasukan gabah
2. Gigi pengatur pemasukan gabah
3. Rol yang berputar cepat
4. Rol yang berputar lambat
5. Lapisan roi karet
6. Batang dudukan rol lambat
7. Pengatur jarak rol
8. Pegas pengaman rol
9. Kotak penutup
10. Corong pengeluaran beras pecah kulit
11. Bagian alas mesin

⇨ : Arah pemasukan dan pengeluaran bahan yang digiling.

: Arah putaran rol.

Garnbar 1. Alat pernecah sekam tipe "Rubber Roll" (Araullo et.al., 1976).



Gambar 2. Skema alat pernecah sekam tipe "Wind Pressure" dan proses pemecahan sekam (Watanabe, 1985)

$$E_h = e_h \times e_{wk}$$

$$e_h = 1 - \frac{n}{100}$$

$$n = \frac{\text{berat gabah tidak tergiling}}{\text{berat beras pecah kulit utuh dan patah + gabah}} \times 100$$

$$e_{wk} = \frac{ws}{ts}$$

dirnana : E_h : efisiensi alat pemecah sekam

e_h : koefisien penggilingan

e_{wk} : koefisien keutuhan

ws : berat beras pecah kulit utuh

ts : berat beras pecah kulit (utuh dan patah)

Analisa Statistik

Diasumsikan data populasi menyebar normal. Ragam populasi tidak diketahui sehingga pengujian secara statislik didasarkan pada kaedah "t-student". Untuk pendugaan **selang** kepercayaan, dipakai taraf kepercayaan 90 persen, dengan rurnus :

$$P\left(\bar{y} - t_{\alpha/2\,(n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{y} + t_{\alpha/2\,(n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}}\right) = (1 - \alpha)$$

Untuk mernbandingkan kedua alat, hipotesa yang diajukan :

$$H_0 : \mu_A = \mu_B$$
$$H_1 : \mu_A \neq \mu_B$$

Dengan ketrntuan bahwa :

$$|t_{hit.}| = \left| \frac{\bar{y}_A - \bar{y}_B}{s_e\sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} \right| \begin{cases} \leq t_{\alpha/2\,(n-1)}, \text{ terima } H_o \\ > t_{\alpha/2\,(n-1)}, \text{ tolak } H_o \end{cases}$$

dimana : μA = nilai tengah populasi pada alat pernecah sekam tipe "Rubber Roil"

μB = nilai tengah populasi pada alat pemecah sekam tipe "Wind Pressure"

$\bar{y}$ = nilai tengah contoh

$t_{\alpha/2(n-1)}$ = suatu nilai dari tabel t-student

n = ukuran contoh

s = simpangan baku contoh

s_e = simpangan baku gabungan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beras Pecah Kulit

Beras pecah kulit yang dihasilkan dari penggilingan dengan menggunakan alat pemecah sekam tipe "Rubber Roll" menunjukkan bahwa rnakin besar laju pemasukan gabah, maka rnakin tinggi rendemen beras pecah kulit. Tetapi bila laju pemasukan gabah rnelebihi kapasitas optimum maka rendemen beras pecah kulit akan turun. Pada laju pemasukan 600 kg/jam beras pecah kulit yang dihasilkan sebesar 70.33%, pada laju pemasukan 750 kg/jam dihasilkan 70.99% dan pada laju pemasukan 900 kg/jam dihasilkan beras pecah kulit sebesar 70.53% (Gambar 3). Rendemen beras pecah kulit meningkat dengan bertambahnya laju pernasukan gabah. Hal ini disebabkan pada laju pemasukan gabah yang makin besar terjadi gesekan yang bertambah besar antara butir gabah dengan rol karet dan antar butir gabah itu sendiri sehingga dapat mernbantu proses pemecahan sekarn.

Penggilingan dengan rnenggunakan alat pemecah sekam tipe "Wind Pressure" rnenunjukkan bahwa makin besar laju pernasukan gabah, maka makin rendah rendemen beras pecah kulit. Pada laju pemasukan 600 kg/jam beras pecah kulit yang dihasilkan sebesar 72.25%, pada laju pemasukan 750 kg/jam dihasilkan 71.72% dan pada laju pemasukan 900 kg/jam dihasilkan beras pecah kulit 67.99%. Penurunan rendemen beras pecah kulit ini disebabkan karena makin besarnya laju pemasukan gabah, rnaka rnakin besar beban yang diterima oleh kipas pemecah sekam. Sehingga pada waktu proses pemecahan sekam berlangsung, banyak gabah yang tidak. terkupas.

Dari analisis statistik terhadap ketiga pemasukan gabah dari dua alat pernecah sekarn tersebut, ternyata pada laju pemasukan gabah 750 kg/jam hipotesa H_o diterima, dan dua laju pemasukan yang lain Hipotesa H_o ditolak. Hal ini berarti hasil penelitian belum dapat menunjang suatu anggapan bahwa untuk laju pernasukan *750* kg/jam jenis penggilingan "Rubber Roll" dan "Wind Pressure" rnengakibatkan perbedaan rendemen beras pecah kulit.

Butir Kepala

Butir kepala yang dihasilkan dari penggilingan dengan rnenggunakan alat pemecah sekarn tipe "Rubber Roll" rnenunjukkan bahwa rnakin besar laju pernasukan gabah, rnaka rnakin kecil rendemen butir kepala yang dihasilkan. Pada laju pernasukan gabah *600* kg/jam butir kepala .yang dihasilkan sebesar ***79.4190,*** pada laju pemasukan *750* kg/jam dihasilkan *78.73%* dan pada laju pemasukan *900* kg/jam dihasilkan butir kepala sebesar *75.72%* (Gambar 4).

Penggilingan dengan menggunakan aiat pemecah sekarn tipe "Wind Pressure" menunjukkan bahwa makin besar laju pernasukan gabah, rnaka makin tinggi rendemen butir kepala. Pada laju pemasukan *600* kg/jam butir kepala yang dihasilkan sebesar 69.72%, pada laju pernasukan *750* kg/jam dihasilkan *78.17%* dan pada laju pernasukan *900* kg/jam dihasilkan butir kepala sebesar 78.75%.

Dari hasil analisis statistik terhadap ketiga pemasukan gabah dari kedua alat pemecah sekam tersebut, ternyata pada laju pemasukan gabah *750* kg/jam hipotesa H_o diterirna, dan dua lsju pernasukan gabah yang lain hipotesa H_o ditolak. Hal ini berarti bahwa hasil penelitian belum dapat rnenunjang suatu anggapan bahwa untuk laju pernasukan *750* kg/jam jenis penggilingan "Rubber Roll" dan "Wind Pressure" rnengakibarkan perbedaan rendemen butir kepala.

Butir Patah

Butir patah yang dihasilkan dari penggilingan dengan rnenggunakan alat pernecah sekam tipe "Rubber Roll" rnenunjukkan bahwa rnakin besar iaju pemasukan gabah, maka rnakin besar persentase butir patah yang terjadi. Pada laju pernasukan gabah *600* kg/jam butir patah yang dihasilkan sebesar 18.00%, pada laju pernasukan *750* kg/jam dihasilkan 18.56% dan pada laju pemasukan 900 kg/jam dihasilkan butir patah sebesar *20.69%* (Gambar 5). Peningkatan persentase butir patah dengan rneningkatnya laju pernasukan gabah disebabkan karena dengan bertambahnya laju pernasukan gabah berarti jurnlah bahan yang digiling persatuan waktu lebih banyak. Bertarnbah banyaknya jurnlah bahan yang digiling rnenyebabkan kerenggangan jarak rol rnakin lebar. Hal ini menyebabkan tekanan pegas terhadap butir gabah rnakin besar, sehingga beras pecah kulit patah yang terjadi bertarnbah banyak.

Penggilingan dengan menggunakan alat pernecah sekam tipe "Wind Pressure" rnenunjukkan bahwa makin besar laju pemasukan gabah, maka rnakin rendah persentase butir patah yang terjadi. Pada laju. pemasukan gabah *600* kg/jam butir patah yang dihasilkan sebesar *28.3* 1%, pada laju pernasukan *750* kg/jam dihasilkan *20.13%* dan pada laju pernasukan *900* kg/jam dihasilkan butir patah sebesar 19.80%.

Laju pemasukan gabah yang makin besar pada alat pemecah sekarn tipe "Wind Pressure" rnenyebabkan butir patah yang terjadi makin rendah. Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya gabah yang digiling berarti jurnlah bahan yang diterirna oleh kipas yang rnernpunyai tenaga putar tertentu rnakin banyak. Kipas yang berputar selain berfungsi untuk menimbulkan aliran udara yang berkecapatan tinggi *(39.25* m/detik), juga berfungsi untuk menghentakkan gabah. Bila beban yang diterima kipas makin besar, maka makin kecil tenaga hentakan yang diterima oleh persatuan jurnlah, dengan demikian beras pecah kulit patah yang terjadi rnakin sedikit.

Hasil analisis statistik terhadap ketiga laju pernasukan gabah dari kedua alat pemecah sekam tersebut menyatakan bahwa pada laju pemasukan *900* kg/jam hipotesa H_o diterirna sedangkan untuk kedua laju pernasukan yang Lain hipotesa H_o dirolak. Hal ini rnenunjukkan bahwa untuk laju pernasukan *900* kg/jam, kedua alat pernecah sekarn tidak rnernpuriyai perbedaan yang nyata dalarn rnenghasilkan butir patah.

Butir Menir

Butir rnenir yang dihasilkan dari penggilingan dengan menggunakan alat pemecah sekarn tipe "Rubber Roil" rnenunjukkan bahwa rnakin besar laju pernasukan gabah, rnaka rnakin besar persentase butir

... terjadi. Pada laju pemasukan ... kg/jam butir menir yang dihasil- ... sebesar 2.59%, pada laju pemasukan ... jam dihasilkan 2.71% dan pada laju ... 900 kg/jam dihasilkan butir ... sebesar 3.59% (Gambar 6).

... penggilingan dengan menggunakan ... pemecah sekam tipe "Wind Pressure" ... kan bahwa makin besar laju ... gabah, maka makin rendah per- ... butir menir yang terjadi. Pada ... pemasukan 600 kg/jam butir menir ... dihasilkan sebesar 1,97%, pada laju ... 750 kg/jam dihasilkan 1.70% ... laju pemasukan 900 kg/jam di- ... butir menir sebesar 1.45%.

... yang mempengaruhi terjadinya ... menir adalah seperti yang mempe- ... terjadinya butir patah. Banyaknya ... patah dan menir tergantung dari ... butir beras, dan ini ditentukan ... nya butir kapur. Butir kapur ... terjadi akibat gabah yang belum ... cukup dipanen. Butir kapur ditandai ... warna putih seperti kapur, butir ... bersifat lunak dan mudah hancur. ... nggi persentase butir kapur, makin ... pula kemungkinan butir patah dan ...

... analisis statistik terhadap ketiga ... an gabah dari kedua alat pemecah ... tersebut menunjukkan bahwa hipo- ... ditolak untuk semua laju pema- ... gabah. Hal ini berarti bahwa per- ... butir menir yang dihasilkan dari ... penggilingan tipe "Rubber Roll" ber- ... dengan hasil dari tipe "Wind Pressure".

... Pemecahan Sekam

... iensi pemecahan sekam dipenga- ... koefisien keutuhan dan koefisien ... gan. Hasil pengamatan pada alat ... sekam tipe "Rubber Roll" menun- ... pada laju pemasukan gabah 600 kg/ ... siensi 68.28%, pada laju pemasukan ... jam efisiensi sebesar 68.39% dan ... pemasukan 900 kg/jam efisiensi ... 66.41%. Untuk alat pemecah ... tipe "Wind Pressure", pada laju pe- ... 600 kg/jam efisiensi sebesar ..., pada laju 750 kg/jam efisiensi ... 71.80% dan pada laju 900 kg/jam ... sebesar 70.11%. Dari hasil diatas ... dilihat bahwa efisiensi tertinggi terjadi pada laju pemasukan gabah 750 kg/jam (Gambar 7).

Hasil penelitian Karjudi (1975) menunjukkan bahwa pada selisih kecepatan putaran rol 22% dengan jarak rol 0.5 mm dihasilkan efisiensi sebesar 58.49% pada laju 600 kg/jam, 59.61 % pada laju 750 kg/jam dan 67.08% pada laju 900 kg/jam. Perbedaan hasil dengan penelitian ini mungkin disebabkan oleh perbedaan jarak rol pada saat pemecahan sekam.

Hasil analisis statistik terhadap ketiga pemasukan gabah dari kedua alat pemecah sekam tersebut menunjukkan bahwa hipotesa H ditolak untuk semua laju pemasukan gabah. Hal ini berarti bahwa penelitian ini dapat menunjang suatu anggapan bahwa efisiensi pemecahan sekam dari penggilingan tipe "Rubber Roll" berbeda dengan tipe "Wind Pressure". Efisiensi pemecahan sekam alat pemecah sekam tipe "Rubber Roll" lebih kecil dari efisiensi alat pemecah sekam tipe "Wind Pressure".

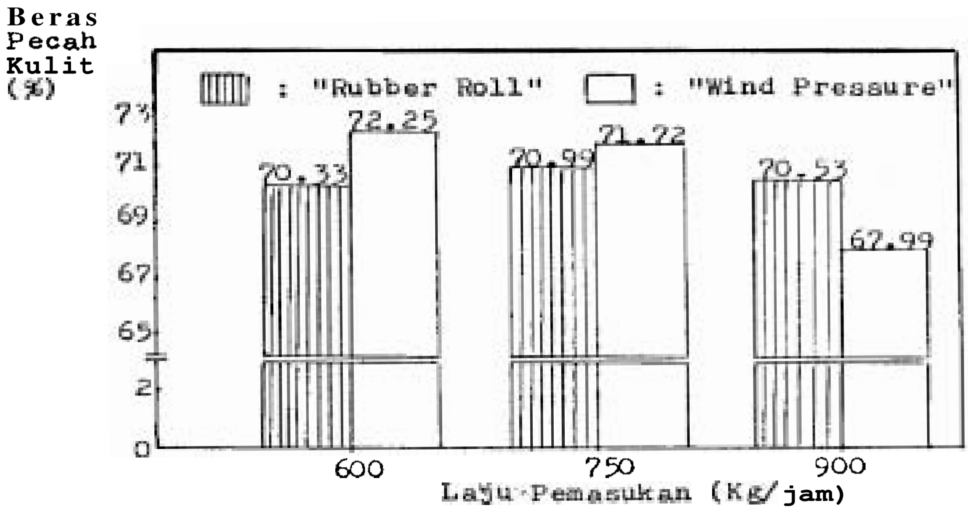
Performansi Alat **Pemecah Sekam**

Hasil pengukuran kebutuhan bahan bakar kedua alat pemecah sekam menunjukkan bahwa makin besar laju pemasukan gabah, maka makin besar kebutuhan bahan bakar. Untuk alat pemecah sekam tipe "Rubber Roll", pada laju pemasukan 600 kg/jam jumlah bahan bakar yang dibutuhkan adalah 1.78 liter/jam solar, pada laju 750 kg/jam dibutuhkan 1.96 liter/jam dan pada laju 900 kg/jam solar yang dibutuhkan sebanyak 2.20 liter/jam.

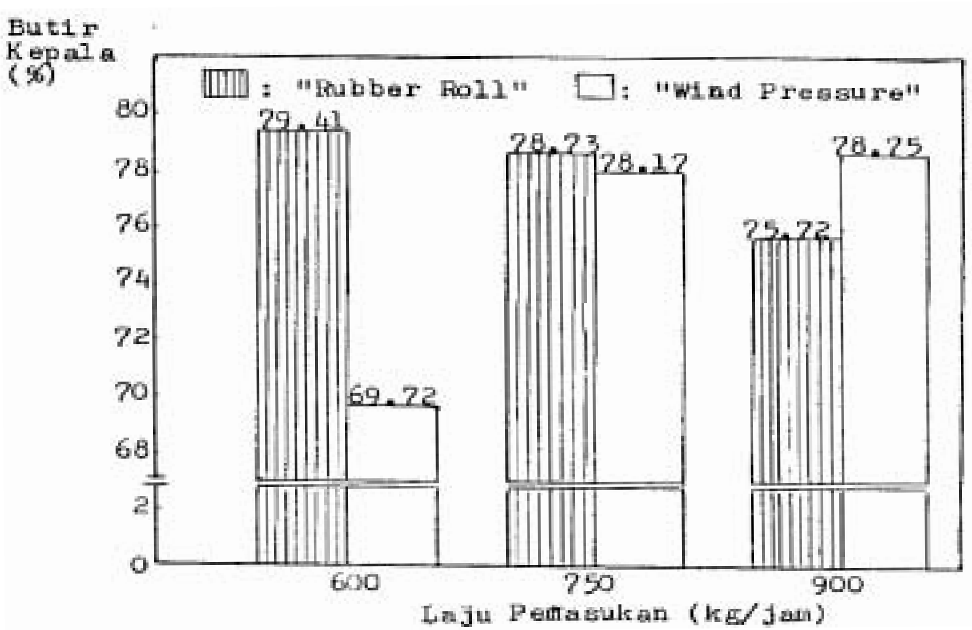
Untuk pemecah sekam tipe "Wind Pressure", pada laju pemasukan gabah 600 kg/jam jumlah bahan bakar yang dibutuhkan adalah 2.32 liter/jam bensin, pada laju 750 kg/jam dibutuhkan 2.90 liter/jam dan pada laju 900 kg/jam bensin yang dibutuhkan adalah *3.55* liter/jam.

Apabila laju pemasukan gabah meningkat maka jumlah beban yang diterima oleh alat pemecah sekam akan meningkat pula sehingga tenaga yang diperlukan untuk memecah sekam menjadi lebih besar. Peningkatan kebutuhan tenaga pada proses pemecahan sekam ini merupakan salah satu penyebab pertambahan kebutuhan bahan bakar.

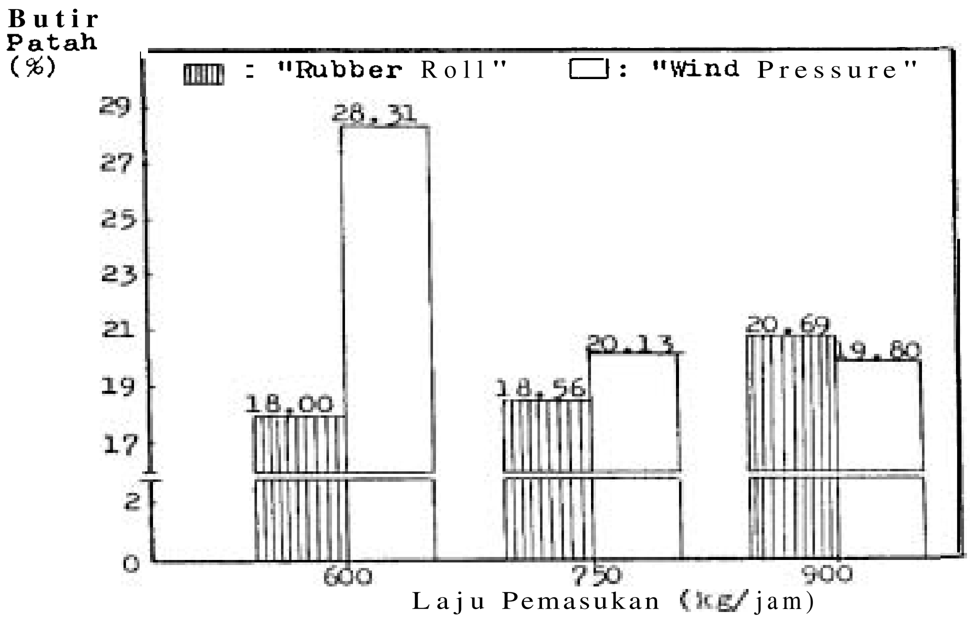
Jumlah kebutuhan tenaga operator kedua alat pemecah sekam yang diteliti



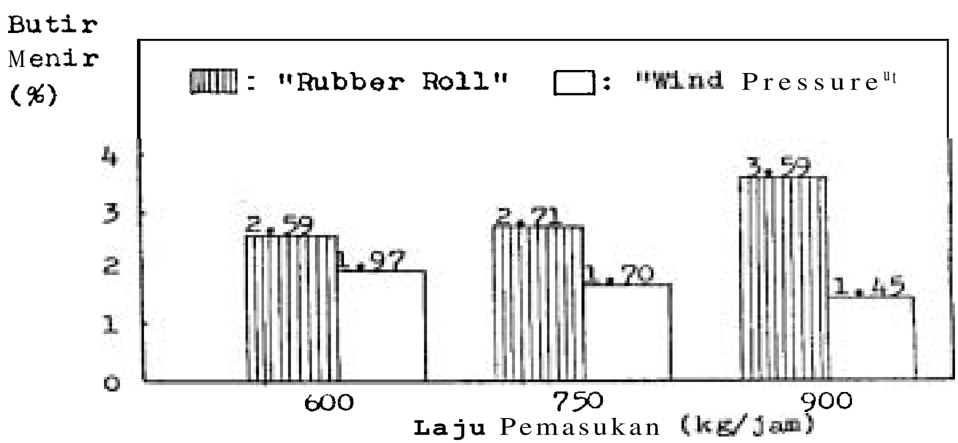
Gambar 3. Pengaruh laju pemasukan gabah terhadap rendemen beras pecah kulit.



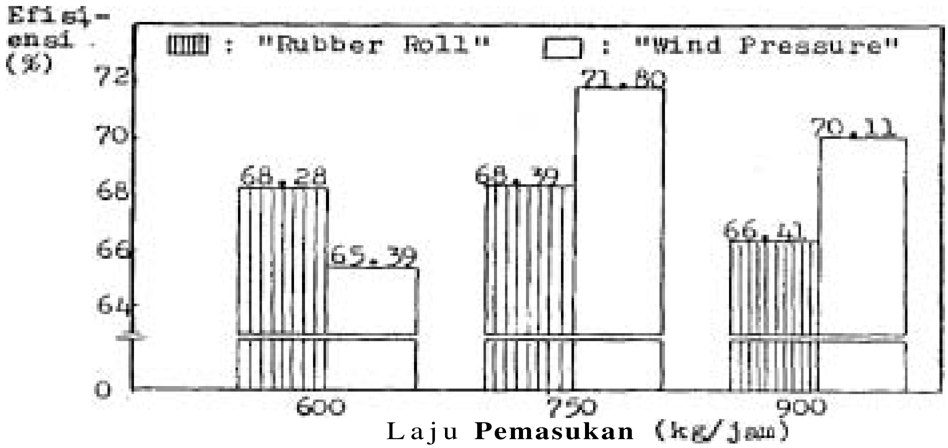
Gambar 4. Pengaruh laju pemasukan gabah terhadap rendemen butir kepala.



Gambar 5. Pengaruh laju pemasukan gabah terhadap butir patah



Garnbar 6. Pengaruh laju pemasukan gabah terhadap butir menir



Garnbar 7. Pengaruh laju pemasukan gabah terhadap efisiensi pemecahan sekam.

ini sama yaitu masing-masing satu orang operator ditarnbah tiga orang pernbantu. Akan tetapi alat pernecah sekarn tipe "Wind Pressure" rnernerlukan intensitas pengontrolan yang lebih besar dibandingkan dengan alat pemecah sekarn tipe "Rubber Roll".

Alat pemecah sekarn tipe "Wind Pressure" dilengkapi dengan alat kontrol yang lebih banyak dari pada alat pemecah sekam tipe "Rubber Roll", oleh karena itu alat pemecah sekam tipe "Wind Pressure" membutuhkan penanganan yang lebih hati-hati dan pengontrolan yang lebih teliti dibanding alat pernecah sekarn tipe "Rubber Roll", karena jika ada gangguan pada alat pernecah sekarn tipe "Wind Pressure" dapat rnenyebabkan kipas pemecah sekam berhenti berputar, Hal itu disebabkan konstruksi alat pernecah sekam yang kurang kokoh serta pernakaian bahan untuk membuat kipas yang terdiri dari plastik. Oleh karena itu pada alat pernecah sekam tipe "Wind Pressure" diperlukan tenaga operator yang lebih terampil.

Berdasarkan analisis ekonorni diperoleh biaya operasi per kg gabah untuk alat pernecah sekarn tipe "Rubber Roll" seperti terlihat pada Garnbar 8. Pada Gambar 9 ditunjukkan biaya operasi per kg gabah untuk alat pernecah sekarn tipe "Wind Pressure".

Bila upah penggilingan per kg gabah sebesar *Rp.* 700,- rnaka alat pemecah sekam tipe "Rubber Roll" akan layak beroperasi pada jam kerja diatas 800 jam/tahun untuk laju pernasukan gabah 750 dan 900 kg/jam, sedangkan untuk laju pernasukan 600 kg/jam akan layak beroperasi diatas 1000 jam/tahun. Alat pemecah sekarn tipe "Wind Pressure", pada laju pernasukan gabah 600 kg/jam akan layak beroperasi diatas 1250 jam/tahun, pada laju 750 kg/jam akan layak beroperasi diatas 1000 jam/tahun, dan pada laju 900 kg/jam akan layak beroperasi diatas 850 jam/tahun.

Dari hasil tersebut diatas dapat dilihat bahwa rnakin besar laju pernasukan gabah, maka rnakin rendah biaya operasi yang dibutuhkan selama tidak melebihi kapasitas maksirnurn.