

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

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

Vol. 6, No. 2, Agustus 2018



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



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, dan mulai tahun ini berisi 15 naskah untuk setiap nomornya. Peningkatan jumlah naskah pada setiap nomornya ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota PERTETA tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam invited paper yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, review perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, technical paper hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta research methodology berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (online submission) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

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

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

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

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

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

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bestari yang telah menelaah (*me-review*) Naskah pada penerbitan Vol. 6 No. 2 Agustus 2018. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Bambang Purwantana, M.Agr (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Hasbi, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Lilik Sutiarmo, M.Eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Bambang Susilo, M.Sc.,Agr (Jurusan Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya), Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Tineke Mandang, MS (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Slamet Budijanto, M.Agr (Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor), Dr. Nauman Khalid (School of Food and Agricultural Sciences, University of Management and Technology (Pakistan)), Dr.Ir. Ridwan Rahmat. M.Agr (Badan Litbang Pertanian), Ir. Joko Pitoyo, M.Si (Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian), Dr.Ir. Rizal Alamsyah, M.Sc (Balai Besar Industri Agro), Dr.Ir. Ratnawati, M.Eng.,Sc (Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia), Dr.Ir. Desrial, M.Eng (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Wayan Astika, MS (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Leopold Oscar Nelwan, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Rudiati Evi Masitoh, STP.,MDT (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr. Radi, STP.,M.Eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Andri Prima Nugroho, STP.,M.Sc (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Nursigit Bintoro, M.Sc (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Taufik Rizaldi, STP.,M.P (Jurusan Keteknikan Pertanian, Universitas Sumatera Utara), Ir. Mimin Muhaemin, M.Eng.,Ph.D (Jurusan Teknologi Agroindustri, Universitas Padjadjaran), Dr. Siswoyo Soekarno, STP.,M.Eng (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Jember), Dr. Alimuddin, ST.,MM.,MT (Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa), Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, STP.,M.Si (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Jember).

Technical Paper

Evaluasi Teknis dan Ekonomis Mesin Pemipil Jagung Berkelobot

Technical dan Economical Evaluation of Unpeeled Corn Sheller

Suparlan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknik Pertanian Indonesia. Email: drsuparlan@yahoo.com
Marsudi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknik Pertanian Indonesia. Email: marsudi_235@yahoo.co.id
Uning Budiharti, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknik Pertanian Indonesia. Email: uning_b@yahoo.com

Abstract

Corn shelling in Indonesia generally carried out after the corn is peeled and dried to a moisture content of about 20%. This method requires a lot of manpower and time for peeling and drying process before shelled. In recent years, it has been developed unpeeled corn sheller, but there is limited information related to its performance. This study aimed to evaluate the technical and economical performance of unpeeled corn sheller. Testing was conducted using Sigenta variety of hybrid corn. The results showed that the machine capacity is affected by rotation speed of shelling cylinder and corn moisture content. The cleanliness of seed was above 99%, while the rate of seed damage was ranged from 1 to 3%. The maximum moisture content of corn when will be shelled should not higher than 30% in order to reduce the number of damaged seeds. The operation cost of the machine is about Rp. 45/kg, while the B/C ratio and BEP values were 1.56 and 1.89 years, respectively. The use of these machines can provide economic benefits if the minimum coverage area of crop land about 30 ha per season.

Keywords: *performance test, economic analysis, corn sheller, corn kernel quality, unpeeled corn.*

Abstrak

Pemipilan jagung di Indonesia umumnya dilakukan setelah jagung dikupas kulitnya dan dikeringkan sampai kadar air bijinya mencapai sekitar 20%. Cara ini membutuhkan banyak tenaga kerja dan waktu untuk pengupasan kulit dan pengeringan jagung. Dalam beberapa tahun terakhir, sedang berkembang mesin pemipil jagung berkelobot, namun belum banyak informasi terkait dengan kinerja teknis dan ekonomis penggunaan mesin tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja teknis dan ekonomis mesin pemipil jagung berkelobot yang dikembangkan oleh Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Pengujian dilaksanakan dengan menggunakan jagung hibrida varietas Sigenta. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa kapasitas kerja mesin dipengaruhi oleh putaran silinder pemipil dan kadar air jagung. Tingkat kebersihan biji jagung di atas 99%, sedangkan tingkat kerusakan biji berkisar antara 1- 3%. Kadar air maksimal biji jagung saat dipipil tidak boleh lebih tinggi dari 30% guna mengurangi jumlah biji rusak. Besarnya biaya operasional mesin sekitar Rp 45/kg jagung pipil, sedangkan nilai B/C rasio dan BEP berturut-turut adalah 1.56 dan 1.89 tahun. Penggunaan mesin tersebut dapat memberikan keuntungan secara ekonomi jika luas cakupan lahan tanaman jagung minimal seluas 30 ha per musim, dengan jumlah musim tanam per tahun minimal dua kali.

Kata kunci: uji kinerja, analisis ekonomi, mesin pemipil jagung, mutu jagung pipilan, jagung berkelobot.

Diterima: 13 April 2017; Disetujui: 31 Mei 2018.

Pendahuluan

Pemerintah telah mencanangkan program swasembada jagung, dimana pada tahun 2015 produksi jagung nasional ditargetkan sebesar 20.3 juta ton (Ditjen Tanaman Pangan, 2014). Upaya peningkatan produksi jagung harus diimbangi dengan penanganan pascapanen yang baik dan benar agar mutu jagung yang dihasilkan oleh petani sesuai dengan standar mutu jagung yang telah ditetapkan di dalam SNI. Penanganan pascapanen jagung perlu

mendapat perhatian yang serius karena pemanenan jagung umumnya terjadi pada musim hujan, sehingga kadar air biji jagung masih cukup tinggi berkisar 25-35%. Kondisi tersebut dapat menyebabkan jagung mudah terinfeksi cendawan yang menghasilkan mikotoksin jenis aflatoksin (Firmansyah, 2009). Disamping itu umur panen juga penting diperhatikan karena dapat berpengaruh terhadap kualitas hasil pipilan, jagung yang dipanen terlalu tua menghasilkan tingkat kerusakan yang tinggi pada jagung pipilan (Akubuo, 2002).

Kegiatan pemipilan merupakan salah satu tahapan di dalam penanganan pascapanen jagung. Pemipilan jagung di Indonesia pada umumnya dilakukan tanpa kelobot. Sebelum dipipil kulit jagung dikupas terlebih dahulu, dikeringkan sampai kadar air sekitar 18%, kemudian dilakukan pemipilan (Thahir *et al.*, 1988). Pemipilan jagung dapat dilakukan dengan menggunakan alat pemipil sederhana atau menggunakan mesin pemipil dengan penggerak motor bakar (Ananoim, 2004). Tingkat susut hasil jagung di tingkat petani pada tahap pemipilan masih tinggi sekitar 4% dari total susut hasil jagung pada tingkat petani sebesar 5.2% (Anonim, 2004).

Mesin pemipil jagung yang sudah banyak dijual di pasaran umumnya adalah mesin pemipil jagung tanpa kelobot. Proses pemipilan jagung tanpa kelobot membutuhkan banyak tenaga kerja dan waktu untuk pengupasan kulit dan pengeringan jagung tongkol. Untuk mengatasi masalah tersebut, pada tahun 2009 Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BBP Mektan) telah mulai merekayasa dan mengembangkan mesin pemipil jagung berkelobot prototipe I (Tjahjohutomo, *et al.*, 2010). Proses pemipilan jagung dilakukan dengan tanpa mengupas kelobot/kulitnya terlebih dahulu. Namun demikian dari hasil uji kinerja mesin pemipil jagung berkelobot (Prototipe I) belum memberikan hasil kinerja teknis secara optimal, khususnya pada bagian sistem pengayak dan pembuangan kotoran tongkol jagung dan kelobot. Tongkol dan kelobot jagung yang keluar melalui lubang pengeluaran kotoran dan dijatuhkan ke bagian ayakan sehingga kelobot dan tongkol menumpuk di atas ayakan. Tumpukan kelobot menghambat jatuhnya biji jagung hasil pipilan melalui lubang ayakan. Akibatnya banyak biji jagung yang terikut keluar dan terbuang lewat bagian lubang pengeluaran kotoran. Disamping itu tingkat kebersihan biji jagung hasil pipilan yang dihasilkan rendah. Pada tahun 2011 telah dilakukan penyempurnaan dan modifikasi terhadap mesin pemipil jagung berkelobot prototype I (Suparlan, *et al.*, 2012). Modifikasi dilakukan pada bagian ayakan getar (sudut kemiringan, lubang ayakan, putaran poros, dan panjang langkah puli eksentrik), dan bagian pengeluaran (*outlet*) tongkol dan kelobot. Mesin pemipil jagung berkelobot prototype II memiliki sudut kemiringan ayakan sebesar 2-5 derajat, dengan panjang langkah gerakan ayakan secara horisontal dari puli eksentrik mencapai 20 mm, dan putaran poros pengayak 2 kali lebih cepat dibandingkan prototipe I, sehingga dapat mengurangi atau menurunkan jumlah biji jagung yang terikut pada bagian pengeluaran kotoran. Perubahan saluran pembuangan tongkol jagung dan kelobot telah dapat menurunkan kandungan kotoran yang terikut pada biji bersih dan menurunkan jumlah biji jagung yang terikut pada lubang pengeluaran kotoran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja teknis mesin pemipil jagung berkelobot dipengaruhi oleh kondisi bahan awal seperti kadar air awal jagung dan ukuran tongkol jagung. Suparlan, *et al.* (2012)

Tabel 1. Kondisi awal bahan uji jagung tongkol berkelobot.

Nama varietas	: Sigenta
Kadar air awal rata-rata	: 28.1% dan 19.9%
Diameter tongkol jagung rata-rata	: 49.7 mm
Panjang tongkol jagung rata-rata	: 180.5 mm
Nisbah biji jagung rata-rata pada kadar air 28,1 %	: 74.2%
Nisbah biji jagung rata-rata pada kadar air 19,9 %	: 73.8%

melaporkan bahwa makin tinggi kadar air jagung berkelobot saat dipipil maka tingkat kerusakan biji jagung hasil pipilan makin tinggi, sedangkan tingkat kebersihannya makin rendah. Selanjutnya Firmansyah (2009) menyatakan bahwa kapasitas pemipilan jagung menjadi lebih rendah jika kadar air jagung pada tongkol masih tinggi. Sedangkan Umar (2010) menyatakan bahwa semakin rendah kadar air biji pada tongkol jagung yang dipipil, maka persentase biji utuh semakin tinggi (> 93%). Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji dan mengevaluasi kinerja teknis mesin pemipil jagung berkelobot pada tingkat kadar air dan putaran silinder perontok yang berbeda dan sekaligus mengevaluasi kinerja ekonominya.

Bahan dan Metode

Kegiatan pengujian mesin pemipil jagung berkelobot dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen BBP Mektan, Serpong dan dilaksanakan pada bulan Mei 2015. Bahan uji yang digunakan adalah jagung tongkol berkelobot, varietas Sigenta yang sudah dipanen dan kulitnya sudah kering, dengan tingkat kekeringan (kadar air biji) yang berbeda yaitu 19.9% dan 28.1%. Bahan uji jagung berkelobot diperoleh dari Kebun Percobaan BBP Mektan. Kondisi awal bahan uji jagung tongkol yang digunakan seperti disajikan dalam Tabel 1. Sedangkan bahan bakar minyak untuk motor penggerak dari mesin pemipil jagung adalah solar, dimana tenaga penggeraknya adalah motor diesel 8.5 HP. Prototipe mesin pemipil jagung yang digunakan dalam penelitian ini seperti disajikan pada Gambar 1. Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi *grain moisture tester*, *digital tachometer*, timbangan, *stopwatch*, gelas ukur, dan meteran. *Grain moisture tester* digunakan untuk mengukur kadar air biji jagung. *Tachometer* digunakan untuk mengukur kecepatan putar dari puli motor penggerak, poros silinder pemipil, poros blower pembersih, dan poros ayakan getar. Timbangan digunakan untuk mengukur bobot sampel jagung berkelobot yang akan dipipil, bobot sampel jagung hasil pipilan, dan bobot kotoran (tongkol dan kelobot). *Stopwacth* digunakan untuk mengukur waktu operasi mesin pemipil jagung. Gelas ukur digunakan

untuk mengukur volume bahan bakar yang dibutuhkan mesin pemipil selama pengujian berlangsung.

Metode pengujian kinerja mesin pemipil jagung berkelobot dilaksanakan sesuai dengan acuan SNI No. 7428 tahun 2008 tentang unjuk kerja dan cara uji mesin pemipil jagung (BSN, 2008). Pengujian dilakukan dengan dua tingkat kadar air biji jagung yang berbeda (19.9% dan 28.1%) dan pada 2 tingkat variasi kecepatan putar silinder pemipil yaitu putaran rendah (sekitar 650 rpm) dan putaran tinggi (sekitar 800 rpm). Dengan demikian ada 4 perlakuan pengujian, dimana setiap perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan pemipilan. Jumlah sampel yang digunakan untuk masing-masing ulangan adalah 100 kg jagung berkelobot.

Sebelum dilakukan pengujian, mesin pemipil disiapkan dan diletakkan di bagian tengah hamparan terpal berukuran 6 x 6 m, kemudian pada bagian puli motor penggerak, puli silinder perontok, puli penggerak blower, dan puli penggerak ayakan getar diberi kertas *spotlight* untuk pengukuran putaran masing-masing poros penggerak. Motor penggerak dihidupkan dan diatur putaran silinder pemipil dengan cara mengatur putaran mesin motor penggerak. Putaran silinder pemipil diatur sesuai dengan perlakuan kecepatan putar yaitu putaran rendah sekitar 650 rpm dan putaran tinggi sekitar 800 rpm. Proses pemipilan jagung dilakukan setelah putaran motor penggerak sudah stabil. Sampel jagung yang akan dipipil terlebih dahulu ditimbang dan dimasukkan ke dalam *hopper* pengumpan, kemudian dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam silinder perontok dengan cara mengatur bukaan lubang pemasukan.

Selama proses pemipilan jagung berkelobot berlangsung dilakukan pengukuran dan pengamatan parameter uji antara lain putaran motor penggerak tanpa dan dengan beban, putaran silinder pemipil tanpa dan dengan beban, kapasitas kerja pemipilan, persentase biji jagung rusak, persentase biji jagung tercecer, persentase biji jagung tidak terpipil, persentase susut hasil, efisiensi pemipilan, tingkat kebersihan, dan konsumsi bahan bakar. Cara pengukuran masing-masing parameter uji dilakukan dengan mengacu SNI 7428: 2008.

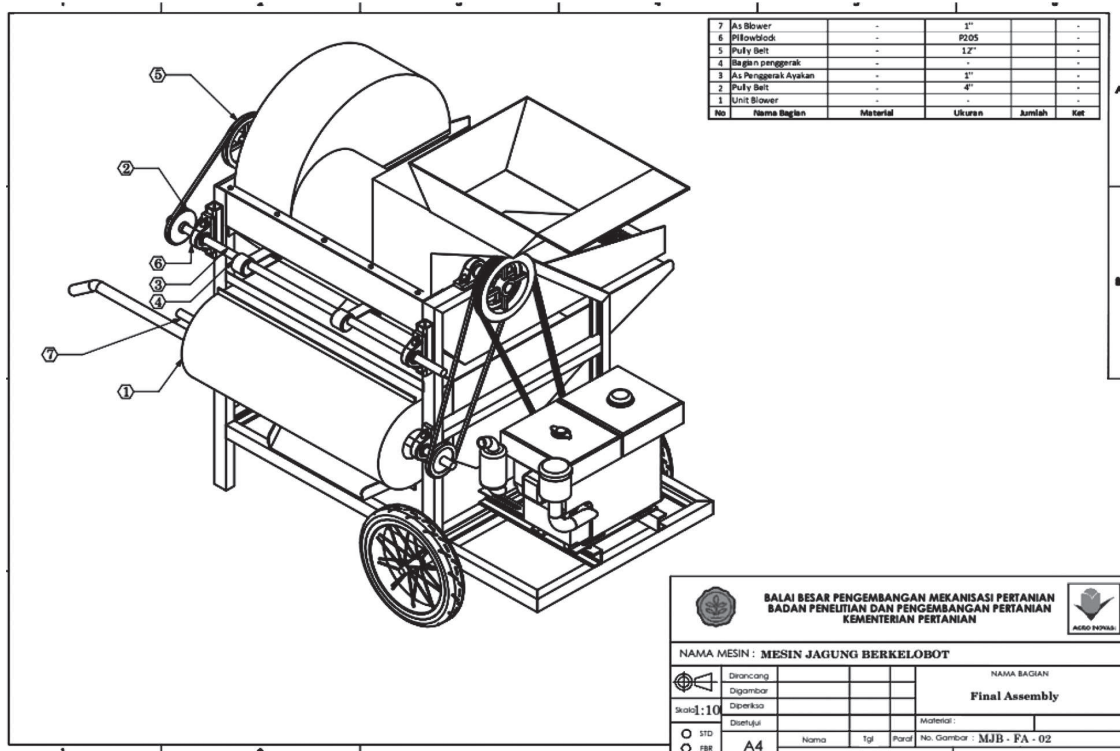
Kapasitas kerja pemipilan dari mesin pemipil jagung berkelobot merupakan bobot biji jagung bersih (utuh dan pecah) yang keluar dari lubang pengeluaran utama per satuan waktu. Kapasitas pemipilan (K_{po}) dihitung dengan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut.

$$K_{po} = (W_{po} \times 60) / t \tag{1}$$

Dimana:

- K_{po} = Kapasitas keluaran pemipilan jagung (kg/jam)
- W_{po} = Bobot total biji jagung yang ditampung pada lubang pengeluaran utama selama t menit (kg)
- t = Waktu pemipilan yang sudah ditentukan (menit)

Persentase biji jagung rusak merupakan perbandingan bobot biji jagung rusak yang disebabkan oleh proses pemipilan yang keluar dari lubang pengeluaran utama terhadap total bobot hasil pemipilan yang keluar dari lubang pengeluaran yang sama dinyatakan dalam persen. Persentase biji jagung rusak dihitung dengan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut.



Gambar 1. Mesin pemipil jagung berkelobot prototipe II.

$$Wr = \frac{Wr_1 - Wr_2}{Ws - Wk} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

Wr = Persentase biji jagung rusak (%)

Wr_1 = Bobot biji jagung rusak karena pengeluaran dari mesin pemipil jagung (g)

Wr_2 = Bobot biji jagung rusak sebelum dipipil (g)

Ws = Bobot contoh (sampel) jagung (g)

Wk = Bobot kotoran (g)

Persentase biji jagung tercecer merupakan perbandingan bobot biji jagung yang keluar dari lubang pengeluaran tongkol (*secondary outlet*) dan lubang pengeluaran kotoran (*tertiary outlet*) terhadap total bobot hasil pemipilan yang keluar dari lubang pengeluaran utama dinyatakan dalam persen. Persentase biji jagung tercecer (Wc) dihitung dengan menggunakan persamaan (3) sebagai berikut.

$$Wc = \frac{Wr_1 - Wr_2}{Ws - Wk} \times 100\% \quad (3)$$

Persentase biji jagung tidak terpipil merupakan perbandingan antara bobot biji jagung yang masih melekat pada tongkol dan keluar dari lubang pengeluaran tongkol (*secondary outlet*) setelah melewati proses pemipilan terhadap total bobot biji jagung hasil pemipilan yang keluar dari lubang pengeluaran utama dinyatakan dalam persen. Persentase biji jagung tidak terpipil dihitung dengan menggunakan persamaan (4) sebagai berikut.

$$Wtt = \frac{Wt_1}{Wo} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana:

Wtt = Persentase biji jagung yang tidak terpipil (%)

Wt_1 = Bobot biji jagung tidak terpipil (kg)

Wo = Bobot total biji jagung yang seharusnya diperoleh berdasarkan nisbah biji jagung tongkol (kg)

Persentase susut hasil merupakan perbandingan bobot biji jagung yang tidak terpipil dan biji jagung yang tercecer terhadap total bobot biji jagung yang seharusnya terpipil dihitung berdasarkan nisbah biji jagung tongkol dinyatakan dalam persen. Persentase susut hasil dihitung dengan menjumlahkan persentase biji jagung tidak terpipil dan persentase biji jagung tercecer, seperti dinyatakan dalam persamaan (5) sebagai berikut.

$$Wl = Wc + Wtt \quad (5)$$

Efisiensi pemipilan merupakan perbandingan antara bobot biji jagung yang seharusnya diperoleh dari semua lubang pengeluaran terhadap total bobot biji jagung yang seharusnya terpipil dihitung dalam persen berdasarkan nisbah biji jagung tongkol. Efisiensi pemipilan dihitung dengan menggunakan persamaan (6) sebagai berikut.

$$\dot{\eta} = (100 - Wtt)\% \quad (6)$$

dimana:

$\dot{\eta}$ = Efisiensi pemipilan (%)

Wtt = Persentase biji jagung yang tidak terpipil (%)

Tingkat kebersihan merupakan perbandingan antara bobot biji jagung (utuh dan pecah) yang keluar dari lubang pengeluaran utama (*primary outlet*) terhadap total bobot hasil pemipilan yang keluar dari lubang pengeluaran yang sama dinyatakan dalam persen. Tingkat kebersihan biji jagung hasil pemipilan dihitung dengan menggunakan persamaan (7) sebagai berikut.

$$Tb = \frac{Wp_1}{Wp} \times 100\% \quad (7)$$

Dimana:

Tb = Tingkat kebersihan biji jagung (%)

Wp_1 = Bobot biji jagung (utuh dan pecah) yang keluar dari lubang pengeluaran utama (g)

Wp = Bobot total biji jagung dan kotoran yang keluar dari lubang pengeluaran utama (g)

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan software *SPSS 24 for windows* dengan menggunakan analisis varian (ANOVA) menggunakan dua faktor yaitu putaran silinder perontok (rpm) dan kadar air biji jagung dan dilanjutkan dengan uji beda nyata dengan *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* pada tingkat signifikansi 0.05.

Selain analisis teknis dilakukan juga analisis ekonomi penggunaan mesin pemipil jagung berkelobot yang didasarkan pada perhitungan biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap dihitung berdasarkan pada biaya penyusutan dari nilai investasi awal mesin, biaya bunga modal dan biaya pajak. Biaya tidak tetap dihitung berdasarkan biaya bahan bakar, biaya tenaga kerja (operator) dan biaya perbaikan komponen (Irwanto, 1982). Analisis ekonomi ini digunakan untuk menghitung biaya operasional penggunaan mesin pemipil jagung (Rp/kg jagung pipil). Di samping itu dilakukan juga analisis investasi untuk menentukan kelayakan secara finansial penggunaan mesin yang didasarkan pada nilai *Benefit-Cost Ratio (B/C Ratio)* dan *Break Even Point (BEP)*.

Biaya tetap per tahun (FC) merupakan penjumlahan dari nilai penyusutan mesin (D), biaya bunga modal (C) dan biaya pajak (Tx) yang dinyatakan dalam rupiah per tahun (Rp/th), seperti dinyatakan dalam persamaan (8).

$$FC = D + C + Tx \quad (8)$$

Besarnya nilai penyusutan mesin dihitung dengan menggunakan persamaan (9), bunga modal dihitung dengan persamaan (10), dan nilai pajak dihitung dengan persamaan (11).

Tabel 2. Hasil uji kinerja mesin pemipil jagung berkelobot pada kadar air dan putaran silinder perontok yang berbeda.

No.	Parameter uji	Putaran Tinggi (800 rpm)		Putaran Rendah (650 rpm)	
		K.A. Tinggi (28.1%)	K.A. Rendah (19.9%)	K.A. Tinggi (28.1%)	K.A. Rendah (19.9%)
1	Putaran motor penggerak TB (rpm)	2199	2196	1882	1809
2	Putaran motor penggerak DB (rpm)	2183	2160	1893	1787
3	Putaran silinder pemipil TB (rpm)	791	787	676	653
4	Putaran silinder pemipil DB (rpm)	778	741	650	632
5	Putaran kipas pembersih TB (rpm)	1967	1974	1633	1689
6	Putaran kipas pembersih DB (rpm)	1852	1944	1581	1625
7	Kapasitas pengumpanan (kg/jam)	1297.5	1598.8	1169.2	1151.4
8	Kapasitas pemipilan (kg/jam)	959.3	1186.0	802.5	853.9
9	Total susut hasil pemipilan (%)	0.62	2.21	0.63	1.81
10	Jumlah biji tidak terpipil (%)	0.15	0.23	0.19	0.43
11	Jumlah biji tercecce/terikut (%)	1.32	1.98	1.04	1.38
12	Jumlah biji pecah atau rusak (%)	2.15	1.59	2.77	1.87
13	Jumlah biji utuh (%)	96.80	98.16	96.41	97.63
14	Tingkat kebersihan biji (%)	99.16	99.75	99.4	99.50
15	Efisiensi pemipilan (%)	99.85	99.77	99.81	99.57
16	Konsumsi BBM (l/jam)	1.24	1.18	1.14	1.05

Keterangan: TB : Tanpa Beban; DB : Dengan beban

$$\begin{aligned}
 \text{Penyusutan (D)} &= \{(P - S)/N\} = \{(P - 10\% P)/N\} \quad (9) \\
 \text{Bunga modal (C)} &= \{i/100 \times (P + 10\% P)/2\} \quad (10) \\
 \text{Pajak (Tx)} &= \{Tx/100 \times P\} = \{2\% \times P\} \quad (11)
 \end{aligned}$$

$$\frac{\sum \bar{B}}{\sum \bar{C}} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}} \quad (14)$$

Biaya tidak tetap per tahun (VC) dihitung dengan menjumlahkan semua biaya yang dikeluarkan pada saat mesin pemipil jagung dioperasikan yang terdiri dari biaya bahan bakar, biaya pelumas, biaya operator, dan biaya perawatan seperti dinyatakan dalam persamaan (12).

$$VC = (BB + Pl + Op + M) \times T \quad (12)$$

Dimana:

- BB = biaya bahan bakar (Rp/jam)
- Pl = biaya pelumas (Rp/jam)
- Op = biaya operator (Rp/jam)
- M = biaya perawatan (Rp/jam)
- T = jam kerja mesin per tahun (jam/tahun)

Besarnya biaya pokok pengoperasian (BP) mesin pemipil jagung berkelobot dihitung dengan menggunakan persamaan (13) sebagai berikut.

$$Tb = \frac{FC + VC}{T \times KE} \times 100\% \quad (13)$$

Benefit Cost Ratio (B/C)

Nilai B/C merupakan angka perbandingan antara keuntungan yang diperoleh terhadap biaya yang dikeluarkan. Nilai B/C dihitung dengan menggunakan persamaan (14) sebagai berikut.

Kriteria keputusan yang diambil adalah :

Jika B/C > 1, maka keputusan layak diterima;

Jika B/C < 1, maka keputusan tidak layak;

Jika B/C = 1, maka keputusan tidak dapat dibedakan antara diterima atau ditolak;

Break Even Point (BEP)

Analisa ini digunakan untuk menentukan volume produksi atau luas cakupan area jagung minimum yang dapat dipipil, dimana biaya yang dikeluarkan sama dengan penerimaan yang diperoleh. Nilai BEP dihitung dengan menggunakan persamaan (15) sebagai berikut.

$$X = \frac{BT}{(S \times V)} \quad (15)$$

Dimana,

- BT = Biaya tetap (Rp/tahun)
- X = Volume produksi (kg/tahun) atau luas cakupan area (Ha/tahun)
- S = Harga pemipilan jagung per kilogram (Rp/kg)
- V = Biaya variabel per kilogram jagung pipilan (Rp/kg)

Hasil dan Pembahasan

Kinerja Teknis Mesin Pemipil Jagung Berkelobot

Hasil uji kinerja mesin pemipil jagung berkelobot pada dua tingkat kadar air jagung tongkol dan putaran silinder perontok yang berbeda disajikan dalam Tabel

Tabel 3. Pengaruh putaran silinder pemipil dan kadar air jagung terhadap kapasitas pemipilan jagung.

Putaran silinder pemipil (rpm)	Kadar air jagung tongkol (%)	
	Rendah (19.9 %)	Tinggi (28.1%)
Rendah (650 rpm)	853.9 ^a	802.5 ^c
Tinggi (800 rpm)	1186.0 ^b	959.3 ^d

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%.

Tabel 4. Pengaruh putaran silinder pemipil dan kadar air jagung terhadap total susut hasil pemipilan jagung.

Putaran silinder pemipil (rpm)	Kadar air jagung tongkol (%)	
	Rendah (19.9 %)	Tinggi (28.1%)
Rendah (650 rpm)	1.81 ^a	0.63 ^c
Tinggi (800 rpm)	2.20 ^b	0.62 ^d

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%.

2. Kapasitas kerja mesin pemipil jagung berkelobot berkisar antara 802.5-1186.0 kg/jam. Hasil analisis statistik pengaruh putaran silinder pemipil dan kadar air jagung tongkol terhadap kapasitas pemipilan disajikan pada Tabel 3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kecepatan putar silinder pemipil dan kadar air jagung tongkol berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap kapasitas kerja pemipilan jagung berkelobot.

Pada pemipilan jagung dengan kadar air awal yang sama, makin tinggi putaran silinder perontok maka kapasitas kerja pemipilannya semakin besar. Pada putaran silinder perontok tinggi sekitar 800 rpm dan kadar air awal 28.1% menghasilkan kapasitas pemipilan sebesar 959.3 kg/jam jagung pipil, sedangkan pada putaran silinder perontok rendah sekitar 650 rpm kapasitasnya sebesar 802,5 kg/jam. Demikian juga pada putaran silinder perontok tinggi sekitar 800 rpm dan kadar air awal 19.9% menghasilkan kapasitas pemipilan sebesar 1186.0 kg/jam jagung pipil, sedangkan pada putaran silinder perontok rendah sekitar 650 rpm kapasitasnya sebesar 853.9 kg/jam. Selanjutnya pada pemipilan jagung dengan putaran silinder perontok yang sama diketahui bahwa makin rendah kadar air awal biji jagung maka kapasitas kerja pemipilannya makin tinggi. Pada putaran silinder perontok tinggi sekitar 800 rpm, kapasitas pemipilan jagung dengan kadar air awal 28.1% adalah sebesar 959.3 kg/jam, lebih rendah dibandingkan dengan kapasitas pemipilan jagung dengan kadar air awal 19.9% yaitu sebesar 1186,0 kg/jam. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Firmansyah (2009) dan Suparlan et al. (2012) bahwa kapasitas pemipilan jagung menjadi lebih rendah jika kadar air jagung pada tongkol masih tinggi. Tingkat kadar air jagung tongkol berkaitan

Tabel 5. Pengaruh putaran silinder pemipil dan kadar air jagung terhadap tingkat biji jagung pecah (%).

Putaran silinder pemipil (rpm)	Kadar air jagung tongkol (%)	
	Rendah (19.9 %)	Tinggi (28.1%)
Rendah (650 rpm)	1.87 ^a	1.59 ^c
Tinggi (800 rpm)	2.77 ^b	2.15 ^d

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%.

Tabel 6. Pengaruh putaran silinder pemipil dan kadar air jagung terhadap tingkat kebersihan biji jagung (%).

Putaran silinder pemipil (rpm)	Kadar air jagung tongkol (%)	
	Rendah (19.9 %)	Tinggi (28.1%)
Rendah (650 rpm)	99.5 ^a	99.4 ^c
Tinggi (800 rpm)	99.8 ^b	99.2 ^d

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf α 5%.

dengan daya lekat biji pada tongkolnya dan juga kerapatan biji jagungnya. Makin rendah kadar air biji jagung tongkol maka daya lekat dan jarak renggang antar biji berkurang karena volume biji mengalami penyusutan akibat penurunan kandungan air sehingga gaya untuk melepaskan biji dari tongkol makin kecil. Makin rendah kadar air jagung tongkol maka biji makin mudah dilepas dari tongkolnya.

Hasil analisis statistik pengaruh putaran silinder pemipil dan kadar air jagung tongkol terhadap total susut hasil pemipilan disajikan pada Tabel 4. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat kadar air jagung tongkol berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap total susut hasil pemipilan jagung berkelobot, sedangkan kecepatan putar silinder pemipil tidak berpengaruh nyata terhadap total susut hasil pemipilan khususnya pada kadar air tinggi. Pada kadar air rendah, putaran silinder pemipil berpengaruh nyata terhadap total susut hasil pemipilan. Pemipilan jagung pada kadar air rendah sekitar 19.9% dengan kecepatan putar silinder perontok sekitar 800 rpm menghasilkan total susut hasil sebesar 2.21%, sedangkan pada kecepatan putar silinder perontok sekitar 650 rpm menghasilkan total susut hasil sebesar 1.81%. Total susut hasil pemipilan biji jagung ini terdiri dari biji tidak terpipil terikut pada tongkol dan biji yang terikut atau tercecer, baik yang melalui lubang pengeluaran tongkol dan kelobot (*outlet* 2) maupun lubang pengeluaran kotoran (*outlet* 3). Besarnya persentase biji jagung tidak terpipil dari 4 perlakuan uji yang telah dilakukan adalah maksimal 0.49%, yang terjadi pada pemipilan jagung pada kecepatan putar silinder perontok sekitar 650 rpm dan kadar air tinggi. Besarnya persentase biji jagung tercecer dan terikut pada *outlet* 2 dan *outlet* 3 maksimal adalah 1.98%, yang terjadi pada pemipilan

jagung dengan kecepatan putar tinggi sekitar 800 rpm dan kadar air rendah. Pada putaran silinder perontok yang tinggi maka gaya pelemparan biji jagung juga tinggi sehingga biji mudah terlempar.

Mutu biji jagung yang diperoleh dari perlakuan pengujian diketahui bahwa persentase jumlah biji pecah atau rusak akibat proses pemipilan adalah sekitar 1.59 – 2.77%, biji utuhnya berkisar antara 96.41 – 98.16%, dan tingkat kebersihan berkisar antara 99.16 – 99.75%. Berdasarkan hasil analisis statistik (Tabel 5) menunjukkan bahwa tingkat kerusakan biji jagung selama proses pemipilan dipengaruhi oleh kadar air awal biji jagung dan kecepatan putar silinder pemipil. Makin tinggi kadar air awal biji jagung maka tingkat kerusakannya makin tinggi. Hal ini terjadi baik pada putaran silinder perontok tinggi (800 rpm) maupun pada putaran silinder perontok rendah (650 rpm). Pada putaran silinder perontok tinggi (800 rpm), tingkat kerusakan biji jagung pada kadar air awal tinggi (28.1%) dan kadar air awal rendah masing-masing adalah sebesar 2.15% dan 1.59%, sedangkan pada putaran silinder perontok rendah (650 rpm) tingkat kerusakan biji jagung pada kadar air awal tinggi (28.1%) dan kadar air awal rendah (19.9%) masing-masing adalah sebesar 2.77% dan 1.87%. Di sisi lain, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada kecepatan putar silinder perontok yang lebih rendah (650 rpm) menghasilkan tingkat kerusakan biji sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan putar silinder perontok lebih tinggi (800 rpm).

Hasil ini serupa dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Umar (2010) bahwa semakin rendah kadar air biji (>22%) pada tongkol jagung yang dipipil, maka persentase biji utuh semakin tinggi (> 93%) dan persentase biji rusak semakin rendah. Selanjutnya, Suparlan, *et al.* (2012) melaporkan bahwa pemipilan jagung berkelobot dengan kadar air biji jagung yang masih terlalu tinggi dapat menyebabkan peningkatan jumlah butir retak atau rusak. Pemipilan jagung berkelobot sebaiknya dilakukan pada saat kadar air biji jagung sudah mencapai di bawah 30%, guna mengurangi kerusakan biji jagung yang dihasilkan. Menurut Thahir *et al.* (1988) dinyatakan bahwa untuk pemipilan jagung tongkol tanpa kelobot sebaiknya dilakukan pada kadar air biji jagung kurang dari 18%. Yamin *et al.* (2005) dan Firmansyah *et al.* (2006) menyatakan bahwa pemipilan jagung tongkol tanpa kelobot yang dilakukan pada kadar air 15-20% dengan putaran silinder perontok berkisar 500-600 rpm dapat menekan biji pecah dari 10% menjadi sekitar 1.3-1.9%. Sedangkan biji tak terpipil berkurang dari sekitar 12% menjadi 1.1-3.4% tergantung pada mesin pemipil yang digunakan.

Tingkat kebersihan biji jagung pipilan yang dihasilkan oleh mesin pemipil jagung berkelobot nilainya diatas 99%. Hal ini menunjukkan bahwa biji jagung pipilan yang dihasilkan sudah cukup bersih. Hasil analisis statistik pengaruh putaran silinder pemipil dan kadar air biji jagung tongkol terhadap tingkat kebersihan biji seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat kebersihan biji jagung hasil pipilan secara nyata dipengaruhi oleh kadar air awal biji. Pada kadar air biji jagung lebih rendah cenderung menghasilkan tingkat kebersihan biji lebih tinggi, baik pada kecepatan putar silinder perontok tinggi maupun rendah. Kecepatan putar silinder pemipil tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kebersihan biji jagung hasil pipilan. Makin rendah tingkat kadar air biji jagung maka kotoran yang terikut pada jagung pipil bobotnya lebih ringan sehingga mudah dihembus oleh udara penghembus yang dihasilkan oleh *blower* pembersih.

Analisis Ekonomi Penggunaan Mesin Pemipil Jagung Berkelobot

Analisis ekonomi penggunaan mesin pemipil jagung berkelobot didasarkan pada data kinerja teknis dan ekonomi. Parameter yang digunakan untuk perhitungan analisis ekonomi antara lain nilai awal investasi mesin (Rp/unit), kapasitas kerja pemipilan (kg/jam), umur ekonomi mesin (tahun), konsumsi bahan bakar (l/jam), hari kerja per tahun (hari), bunga pinjaman di bank (%/tahun), dan jumlah operator. Berdasarkan hasil uji kinerja mesin pemipil jagung berkelobot dapat diketahui bahwa kapasitas kerja mesin pemipil rata-rata sebesar 0.95 ton/jam. Dengan asumsi jam kerja operasional mesin per hari 8 jam, jumlah hari kerja per tahun 60 hari (2 musim panen per tahun), dan produktivitas hasil jagung pipil per hektar rata-rata sebanyak 8 ton, maka dapat ditentukan luas cakupan area yang dapat dihandel oleh satu unit mesin pemipil, yaitu seluas sekitar 60 hektar per tahun atau 30 hektar per musim.

Analisis kelayakan secara ekonomi finansial pengoperasian mesin pemipil jagung berkelobot didasarkan pada beberapa parameter teknis dan ekonomis antara lain besarnya nilai investasi harga mesin sebesar Rp. 25,000,000 per unit, kapasitas kerja pemipilan sebesar 1.0 ton/jam, bunga pinjaman di bank 14%, umur ekonomi mesin 5 tahun, konsumsi bahan bakar sebesar 1.15 liter/jam, dan kebutuhan tenaga operator dua orang dengan upah Rp. 75,000 per orang per hari. Berdasarkan pada data tersebut maka dapat dihitung besarnya biaya pokok operasional mesin pemipil jagung berkelobot per kilogram jagung pipil sebesar Rp 45,-/kg. Biaya pemipilan jagung tersebut relatif lebih murah jika dibandingkan dengan biaya pemipilan jagung tanpa kelobot secara borongan di wilayah Jawa Timur (Kabupaten Mojokerto) yaitu sebesar Rp. 70-80 per kilogram jagung pipil. Sedangkan Umar (2010) melaporkan bahwa besarnya upah borongan pemipilan jagung di Kalimantan Selatan pada tahun 2010 adalah sebesar Rp. 35/kg, dengan biaya upah tenaga kerja sebesar Rp. 35,000 per hari.

Berdasarkan hasil analisis kelayakan penggunaan mesin pemipil jagung berkelobot diperoleh nilai B/C ratio sebesar 1.56 dan nilai *break even point* (BEP) adalah 1.89 tahun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan mesin pemipil jagung berkelobot secara ekonomi layak untuk dikembangkan di tingkat petani.

Agar penggunaan mesin tersebut dapat memberikan keuntungan secara ekonomi maka luas cakupan lahan tanaman jagung yang diproses dalam satu musim panen minimal seluas 30 ha, dengan jumlah musim tanam per tahun minimal dua kali.

Simpulan

1. Kapasitas kerja mesin pemipil jagung berkelobot dipengaruhi oleh kadar air awal biji jagung dan kecepatan putar silinder pemipil. Kapasitas kerja pemipilan berkisar antara 802.5-1186.0 kg/jam. Makin tinggi kadar air jagung makin rendah kapasitas kerja mesin pemipil, dan makin besar kecepatan putar silinder perontok makin besar kapasitas kerja pemipilan. Konsumsi bahan bakar solar untuk proses pemipilan berkisar 1.05 -1.25 liter/jam, tergantung pada kecepatan putar silinder perontok dan laju pengumpanan bahan.
2. Tingkat kadar air awal jagung tongkol berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap total susut hasil pemipilan jagung berkelobot, sedangkan kecepatan putar silinder pemipil tidak berpengaruh nyata terhadap total susut hasil pemipilan khususnya pada kadar air tinggi. Pada kadar air rendah, putaran silinder pemipil berpengaruh nyata terhadap total susut hasil pemipilan. Total susut hasil pemipilan maksimal sebesar 2.21% terjadi pada putaran silinder perontok 800 rpm dan kadar air awal biji 19.9%. Susut hasil pemipilan terdiri dari biji tidak terpipil maksimal sebesar 0,43% terjadi pada putaran silinder perontok rendah dan kadar air rendah, dan biji tercecer maksimal sebesar 1,98 % yang terjadi pada putaran silinder perontok tinggi dan kadar air rendah.
3. Mutu biji jagung pipilan yang dihasilkan memiliki tingkat kebersihan biji mencapai lebih dari 99% dan tingkat kerusakan biji maksimal sebesar 2.77%. Tingkat kerusakan biji jagung hasil pipilan dipengaruhi oleh kadar air biji jagung saat dipipil dan kecepatan putar silinder pemipil. Makin tinggi kadar air jagung saat dipipil, makin besar tingkat kerusakan bijinya.
4. Mesin pemipil jagung berkelobot secara ekonomi layak diterapkan di tingkat petani dengan biaya pokok pengoperasian mesin sebesar Rp 43/kg jagung pipilan, nilai B/C rasio sebesar 1.21, dan nilai BEP sebesar 1.25 tahun.

Daftar Pustaka

Akubuo, C.O. 2002. Performnce evaluation of local maize sheller. Biosystem Engineering Journal. Vol. 83(1): 77-83. Elsevier Science, Ltd.

- Anonim. 2004. Alat Pemipil Jagung untuk Benih Model PJ-M1. Lembar Informasi Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Nusa Tenggara Barat.
- Anonim. 2004. Alat Pemipil Jagung Mudah dan Murah. Lembar Informasi Pertanian. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Nusa Tenggara Barat.
- BSN. 2008. Unjuk Kerja dan Cara Uji Mesin Pemipil Jagung. SNI No 7428.
- Firmansyah, I.U., 2009. Teknologi pengeringan dan pemipilan untuk perbaikan mutu benih jagung (Studi kasus di Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan). Prosiding Seminar Nasional Serealia, 2009. p 330-338.
- Firmansyah, I.U., Y. Sinuseng, dan A.H. Talanca. 2006. Penanganan pengeringan dan pemipilan jagung. Prosiding Seminar Nasional. Pengembangan Usaha Agribisnis Industrial Pedesaan. Dalam A. Muis, Sarasutha, IGP., E. Jamal, M.D. Mario, Maskar, S. Bakrie, D. Bulu, C. Khairani, dan A. Subaedi. Palu, 5-6 Desember 2006. p 100-106.
- Tjahjohutomo, R., Sri Wahyono, A. Asari, U. Budiharti, Harsono, dan F.X. Lilik Tri Mulyantara. 2009. Mesin Pemipil Jagung Berkelobot. Paten, No. P00200900536. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong.
- Sarasutha, I.G.P. 2002. Kinerja usaha tani dan pemasaran jagung di sentra produksi. Jurnal Litbang Pertanian. 21 (2).
- Suparlan, U. Budiharti, Harsono, dan F.X. Lilik Tri Mulyantara. 2012. Pengembangan dan uji kinerja mesin pemipil jagung berkelobot. Prosiding Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Serpong, 30-31 Oktober 2012. p 75-86.
- Thahir, R., Sudaryono, Soemardi, dan Soeharmadi. 1988. Teknologi Pascapanen Jagung, dalam Subandi, M. Syam, dan Adi Widjono (Eds). Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Umar, S. 2010. Teknologi alat dan mesin pasca panen sebagai komponen pendukung usahatani jagung di lahan kering Kalimantan Selatan. Embryo. Vol. 7 (2): 75-81.
- Yamin, S., I.U. Firmansyah, A.H. Talanca, dan Y. Tandiabang. 2005. Pengaruh penggunaan beberapa alsin pipil jagung dan kadar air terhadap hasil mutu pipilan, tingkat infeksi cendawan, dan serangan kumbang bubuk, dalam Firmansyah, I.U., S. Saenong, B. Abidin, Suarni, Y. Sinuseng, J. Tandiabang, W. Wakman, A. Nadjamuddin, A.H. Talanca, F. Koes, Suwardi, O. Komalasari. 2005. Proses Pascapanen untuk Menunjang Perbaikan Kualitas Produk Biji Jagung Berskala Industri dan Ekspor. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.