

## Pembuatan dan Uji Kinerja Mesin Pemipil Jagung Ban

(Manufacturing and Performance Testing of Tire Corn Sheller Machine)

Agrisda Hasansyah Putra, Ramdan Darmawan, Supriyono\*, Rizza Wijaya

Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

\*Email Koresponden: supriyono@gmail.com

Received : 30-01-2022 | Accepted : 11-02-2022 | Published : 12-02-2022

### Kata Kunci

pemipil, jagung, ban

Copyright (c) 2022  
Agrisda Hasansyah  
Putra, Ramdan  
Darmawan, Supriyono  
Supriyono, Rizza  
Wijaya



This work is licensed  
under a [Creative  
Commons Attribution-  
ShareAlike 4.0  
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

### ABSTRAK

Sebuah desain mesin pemipil jagung tipe ban ditujukan untuk membantu memipil jagung untuk benih. Penggunaan ban mobil sebagai pengganti silinder dimaksudkan untuk meminimalisir kerusakan biji jagung. Mesin pemipil ini terdiri dari komponen utama : rangka, ban pemipil, concave, pengeluaran jagung tongkol, pengeluaran biji jagung, dan bantalan. Mesin digerakkan oleh sebuah motor bensin 6,5 HP yang dihubungkan melalui sabuk dan puli yang meneruskan torsi dari motor ke poros ban pemipil. Prototipe mesin ini telah diuji kinerjanya dan diperoleh efisiensi pemipilan 83,39 % dengan kapasitas 87,92 kg/jam jagung pipil. Mesin mudah dibuat dengan bahan yang mudah didapat dengan harga yang relatif murah dan terjangkau, serta bersifat portable sehingga mudah untuk digunakan oleh petani di pedesaan.

### Keywords

sheller, corn, tires

### ABSTRACT

A tire type corn sheller design is intended to assist in shelling corn for seed. The use of car tires instead of cylinders is intended to minimize damage to corn kernels. This sheller machine consists of main components: frame, sheller tire, concave, corn cob extraction, corn kernel extraction, and bearings. The engine is driven by a 6.5 HP petrol motor which is connected via belts and pulleys which transmit torque from the motor to the tire sheller shaft. The prototype of this machine has been tested for its performance and obtained shelling efficiency of 83.39% with a capacity of 87.92 kg/hour of shelled corn. Machines are easy to make with easily available materials that are relatively cheap and affordable, portable so that they are suitable for farmers in rural areas.

## 1. PENDAHULUAN

Produksi jagung nasional sejak tahun 2015 hingga 2018 mengalami kenaikan signifikan. Produksi jagung tahun 2015 sebesar 19,6 juta ton, meningkat menjadi 23,6 juta ton pada 2016. Produksi kembali merangkak naik pada 2017, Indonesia menghasilkan jagung 27,9 juta ton (Nurdin, dkk. 2021). Penanganan pasca panen secara manual dengan menggunakan tangan

mempunyai banyak tenaga pekerja mencapai 9HOK/ha, jika menggunakan alat sederhana berupa kayu yang dipasangi paku berkisar antara 8-12,5 /kg/operator (Firmansyah dkk. 2007), penanganan pasca panen secara manual menggunakan alat sederhana yang banyak digunakan masyarakat pada umumnya masih menghasilkan banyak biji jagung yang mengalami kerusakan akibat proses dari pemipilan. Penunjang agribisnis dan agroindustri pada tanaman jagung membutuhkan alat pengelolaan pasca panen tanaman jagung yang mudah dalam pengoprasianya, serta dapat meminimalisir jagung yang rusak sehingga dapat menghasilkan kualitas biji jagung yang sudah sesuai dengan target pasar

Maka dari itu perlu dilakukan terobosan inovasi baru pada alat pengelolaan pasca panen berupa alat pemipil jagung sistem mekanis. Dimana inovasi tersebut dapat meminimalisir benturan yang akan menyebabkan kerusakan pada biji jagung. Dari terobosan inovasi alat tersebut diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat dengan meminimalisir terjadinya slip yang terjadi pada putaran tongkol, sehingga memudahkan masyarakat dalam mengelola pasca panen jagung dalam skala kecil maupun besar sesuai dengan kebutuhan pasar.

Umumnya pemipil jagung yang ada berukuran besar dan berat; membutuhkan input daya tinggi untuk beroperasi. Selain itu, biaya pembelian pemipil jagung yang tinggi bagi petani pedesaan dan oleh karena itu dibutuhkan mekanisme pemipil jagung yang relatif murah tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan pemipilan mereka tetapi juga untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi kerusakan benih. Daerah pedesaan memerlukan teknik pemipilan jagung konvensional yang memenuhi kapasitas panen petani dan yang mampu dijangkau oleh banyak rumah tangga. Hal ini dengan mempertimbangkan alasan-alasan (a) pemipil jagung industri terlalu mahal untuk dibeli petani (b) biaya untuk menyewa jasa pemipil industri tinggi

Dengan demikian, pencarian cara yang memuaskan, murah dan efektif untuk memisahkan biji dari tongkolnya merupakan teknologi alternatif yang penting bagi petani kecil dan bahkan menengah untuk digunakan di tingkat keluarga. Jagung yang memiliki nama latin (*Zea mays L.*) merupakan salah satu tanaman sumber karbohidrat pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Selain sebagai sumber karbohidrat jagung juga memiliki manfaat antara lain, jagung ditanam sebagai pakan ternak (daun maupun tongkolnya), diambil minyaknya (dari biji), sebagai bahan baku pembuatan tepung (dari biji, dikenal dengan istilah tepung jagung atau maizena), dan bahan baku industri (dari tepung biji dan tepung tongkolnya).

### 1.1 Pasca Panen jagung

Penanganan pasca panen jagung sangat penting dilakukan seperti halnya pemetikan jagung, pengeringan tongkol, pemipilan tongkol, pengemasan biji, sampai ke penyimpanan sebelum dijual di pasar. Jika tidak ditangani dengan baik maka kualitas biji jagung akan menurun.

Pemanenan juga ditentukan berdasarkan waktunya. Tanda jagung siap dipanen adalah jika daun dan batangnya menguning kecoklatan pada kadar air 35 - 45% optimal tersebut sesuai untuk konsumsi sebagai bahan pangan, pakan ternak dan industri. Penundaan kegiatan panen akan menurunkan kualitas jagung (Rizki, 2017).

### 1.2 Jagung

Pemipilan jagung yaitu suatu proses perontokan biji jagung dari tongkolnya. Proses pemipilan biji jagung dapat dilakukan dengan 2 proses, yaitu pemipilan jagung secara manual dan mekanis

#### a. Pemipilan Secara Manual

Proses pemipilan jagung secara manual dilakukan dengan tenaga manusia seperti dengan tangan, tongkat pemukul, gosrokan, pemipil besi diputar, pemipil besi bergerigi dan alat

pemipil jagung sederhana lainnya. Pemipilan jagung dengan tenaga manusia sebaiknya dilakukan pada tingkat kadar air tertentu. Kadar air pada jagung ini dapat berpengaruh saat proses pemipilan. Sebelum dilakukan pemipilan, biasanya dilakukan penjemuran terlebih dahulu untuk mempermudah proses pemipilan dan menghindari terjadinya peningkatan kerusakan mutu pada jagung. Pemipilan secara manual mempunyai beberapa keuntungan, antara lain persentase kerusakan biji rendah dan sedikit kotoran yang tercampur dalam biji. Namun, kapasitas pemipilannya sangat rendah.

**b. Pemipilan Secara Mekanis**

Pemipilan secara mekanis merupakan cara pemipilan jagung menggunakan mesin pemipil (*corn sheller*). Keuntungan dari penggunaan mesin adalah kapasitas pemipilan yang lebih besar dari cara manual. Namun, apabila cara pengoperasiannya tidak benar dan kadar air pada jagung yang dipipil tidak sesuai, maka akan mempengaruhi viabilitas benih.

**2. METODE**

**2.1 Tempat**

Prototipe mesin pemipil jagung tipe ban ini didesain dan dibuat di bengkel Laboratorium Logam Politeknik Negeri Jember. Semua peralatan kerja bengkel seperti machining, las, gerinda, bor dan penekuk, dan sebagainya telah digunakan selama pembuatan prototipe mesin pemipil jagung di bengkel ini. Setelah selesai pembuatan prototipe dilakukan uji fungsional dan uji kinerja di tempat yang sama.

**2.2 Bahan untuk Konstruksi**

Pemilihan bahan dilakukan berdasarkan pada pertimbangan ketersediaan, kemudahan pengerjaan, keawetan, kekuatan, sifat mekanis dan kimia serta biaya. Bagian-bagian mesin pemipil jagung tipe ban, fungsi dan bahan untuk masing-masing komponen disajikan dalam Tabel berikut.

**Tabel 1.** Komponen, Fungsi dan Bahan

No	Komponen	Fungsi	Bahan
1.	Rangka	Penopang semua komponen	Besi kotak
2.	Ban pemipil	Pemipil biji jagung	karet
3.	Concave	Menyaring biji dan tongkol jagung	Batang baja ringan
4.	Penutup pemipil jagung	Mencegah biji jagung tercecer	Plat besi
5.	Lubang Pengeluaran Tongkol Jagung	saluran keluarnya tongkol jagung yang sudah terpisah dari biji.	Plat besi
6.	Lubang Pengeluaran Biji Jagung	saluran keluarnya biji jagung	Plat besi
7.	Puli Pemutar	Meneruskan torsi dan putaran motor ke puli ban	Besi cor
8.	V belt	Meneruskan putaran puli motor ke puli ban	karet

No	Komponen	Fungsi	Bahan
9.	Poros	Meneruskan putaran dan torsi dari motor ke ban	Besi as 40 C 8
10.	Motor Bensin 4 tak	Menggerakkan mesin pemipil	6,5 HP

### 2.3 Desain Fungsional

Pada dasarnya prinsip kerja mesin pemipil jagung tipe ban ini yaitu memanfaatkan gesekan antara ban dan *concave*. Jagung tongkol diumpungkan kedalam celah (clearance) antara permukaan biji jagung dengan *concave* dan permukaan ban yang berputar. Poros ban diputar oleh motor bakar melalui sistem transmisi puli dan *V belt*. Ruang pemipil (clearance) berada diantara permukaan ban dengan *concave*. Jagung yang terpipil akan turun dan keluar melalui lubang pengeluaran biji jagung dan ditampung. Sedangkan tongkol jagung akan keluar melalui lubang keluaran tongkol setelah jagung terpipil (Santoso, 2020).

### 2.4 Desain Struktural

Dalam mendesain komponen-komponen telah dipertimbangkan fungsi dan kekuatannya yang meliputi penentuan bentuk spesifik dan ukuran komponen, bahan apa yang akan digunakan, bagaimana mereka dirakit bersama, dan metoda manufakturnya (Peter Child, 2004) Spesifikasi desain komponen mesin pemipil jagung tipe ban disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Spesifikasi Desain Komponen

No.	Komponen	Bahan	Dimensi
1.	Rangka	Besi hollow kotak 35 mm x 35 mm, tebal 2,5 mm	87 x 83 x 100 cm
2.	Concave	Besi beton 8 mm	diameter panjang 57 cm, lebar 24 cm, dan tinggi 23 cm.
3.	pengeluaran tongkol jagung	Besi plat tebal 0,5 mm besi siku 2 cm x 2 cm	p x l x t 42 cm, x24 cm, x 10,5 cm
4.	Pengeluaran Biji Jagung	Besi plat tebal 0,5 mm besi siku 2 cm x 2 cm	p x l x t 58cm x 27cm x 53 cm
5.	Penutup ban pemipil Jagung	plat besi tebal 1,5 mm.	p x l x t 68cm x 25cm x 45 cm
6.	Puli ban	Besi cor	diameter 35 cm, ketebalan 1,2 cm
7.	Puli motor	Besi cor	diameter 6 cm ketebalan 1,2 cm
8.	<i>V belt</i>	Karet,fabric	A80
9.	Ban Mobil	Karet,fabric	175/70/ 13

## 2.5 Metode Pengujian

Metode yang akan digunakan untuk pengujian mesin pemipil jagung tipe ban adalah sebagai berikut :

### 2.5.1 Uji Fungsional

Pengujian untuk mengetahui berfungsi tidaknya mesin/komponen mesin.. Komponen yang diuji meliputi : kerangka, ban pemipil, pillow bearing, pulley, v belt, concave, penutup pemipil, tempat pengeluaran biji jagung dan tempat pengeluaran tongkol jagung.

### 2.5.2 Uji Kinerja

#### a. Kapasitas Pemipilan Jagung

Jagung dimasukkan secara manual bergantian secara bertahap kedalam mesin pemipil. Jumlah dan berat jagung yang akan dipipil ditentukan beratnya untuk mengetahui berat awalnya. Waktu yang digunakan selama melakukan sekali pemipilan, diukur dengan menggunakan stopwatch. Jagung yang sudah dipipil, selanjutnya ditimbang untuk memperoleh berat jagung setelah dipipil (Ginting dkk, 2018).

Menurut Kusno(2012) nilai kapasitas pemipilan dihitung berdasarkan pengujian banyaknya biji yang terpipil (kg) setiap satuan waktu yang dibutuhkan selama proses pemipilan (jam), yang dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas} = \text{berat total biji jagung (kg)} \times \frac{60}{\text{waktu pemipilan (menit)}} \dots\dots\dots (1)$$

#### b. Presentase Jagung Terpipil

Untuk mengetahui persentase jagung yang terpipil sempurna dapat dihitung dengan sebagai berikut:

$$\text{Persentase jagung terpipil} = \frac{\text{Berat jagung terpipil (g)}}{\text{Berat bahan awal (g)}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

#### c. Presentase Jagung Tidak Terpipil

Persentase jagung yang tidak terpipil dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Persentase jagung tidak terpipil} = \frac{\text{Berat jagung tidak terpipil (g)}}{\text{Berat bahan awal (g)}} \times 100 \% \dots\dots\dots (3)$$

#### d. Presentase Jagung Terpipil Rusak

Untuk mengetahui jagung yang terpipil rusak dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Persentase jagung terpipil rusak} = \frac{\text{Berat jagung terpipil rusak (g)}}{\text{Berat bahan awal (g)}} \times 100 \% \dots\dots\dots (4)$$

#### e. Konsumsi Bahan Bakar

Dalam satu kali proses pemipilan mesin ini membutuhkan atau menghabiskan bahan bakar yang diukur menggunakan gelas ukur dan dihitung sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi bahan bakar} = \frac{\text{volume awal} - \text{volume akhir}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (5)$$

#### f. Efisiensi Pemipilan

Efisiensi Pemipilan dapat dihitung, sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi Pemipilan} = (100 - \text{Persentase Jagung tidak Terpipil}) \% \dots\dots\dots (6)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin pemipil jagung tipe ban yang telah dirancang dan dibuat untuk memipil jagung yang sudah kering tanpa kulit. Prototipe mesin pemipil jagung tipe ban yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 1.** Prototipe Mesin Pemipil Jagung Tipe Ban

Hasil uji fungsional telah didapatkan, menunjukkan komponen mesin pemipil jagung yang berfungsi secara baik sesuai dengan fungsinya baik secara individu mau pun dalam rakitan mesin.

#### a. Kecepatan Putaran

Berdasarkan Tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa kecepatan dengan beban rata-rata 392 rpm di bawah 400 rpm dan kecepatan tanpa beban 439 rpm. Kecepatan dapat ditingkatkan dengan menambah bukaan throttle motor hingga 60 % dari bukaan penuh. Diameter silinder perontok pada combine konvensional bervariasi dari 38 sampai 56 cm dan berputar antara 150 sampai 1500 rpm (Srivastava, et.al.,2006). Jika dengan bukaan throttle 60 % kecepatan belum meningkat secara signifikan maka perlu mengecil ukuran diameter puli ban pemipil. Sehingga kecepatan putar ban pemipil bisa disetel untuk mendapatkan performa pemipilan yang terbaik.

**Tabel 3.** Data pengukuran RPM Dengan Beban dan Tanpa Beban

Ulangan ke-	Pengujian RPM	
	Tanpa Beban	Dengan Beban
1	439,9	366,1
2	435,2	443,5

Ulangan ke-	Pengujian RPM	
	Tanpa Beban	Dengan Beban
3	432,6	368,1
Rata-rata	435,9	392,5

b. Kapasitas Kerja Mesin

Hasil pengujian kapasitas kerja mesin yang disajikan dalam tabel berikut.

**Tabel 4.** Hasil Uji Kapasitas Mesin Pemipil Jagung tipe Ban

Ulangan ke-	Berat Biji Jagung (kg)	Waktu Pemipilan (menit)	Kapasitas Pemipilan (kg/jam)
1	3,304	2,08	95,307
2	3,264	2,08	94,153
3	3,356	2,71	74,302
Rata-rata	3,308	2,29	87,920

Tabel 4 menunjukkan bahwa kapasitas pemipilan pada ulangan ke-3 terpaut cukup jauh. Hal ini dapat terjadi karena parameter kinerja pemipil dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu faktor desain, parameter pengoperasian, dan kondisi jagung. Faktor desain meliputi diameter silinder pemipil dalam hal ini adalah ban pemipil, panjang concave. Parameter pengoperasian berupa kecepatan putaran silinder, ukuran celah silinder- concave, dan laju pengumpanan jagung tongkol ke pemipil. Kondisi jagung yang berpengaruh pada kemudahan pemipilan adalah kadar air. Jagung yang terlalu kering akan sulit dipipil. Pemipilan terbaik jika kekeringan jagung memadai dengan kadar air sekitar 13 – 14 % (Merga Workesa Dula, 2019).

c. Persentase Jagung Terpilih

**Tabel 5.** Data pengujian Persentase Jagung Terpilih

Ulangan ke-	Bobot Awal (g)	Bobot Jagung Terpilih (g)	Persentase Jagung Terpilih (%)
1	4.004	2.433	60,76
2	4.029	2.600	64,53
3	4.057	2.697	66,47
Rata-rata	4.030	2.576,66	63,92

d. Persentase Jagung Tidak Terpilih

**Tabel 6.** Data Pengujian Persentase Jagung Tidak Terpilih

Ulangan ke-	Bobot Awal (g)	Bobot Jagung Tidak Terpilih (g)	Persentase Jagung Tidak Terpilih (%)
1	4.004	808	20,17
2	4.029	585	14,51

Ulangan ke-	Bobot Awal (g)	Bobot Jagung Tidak Terpipil (g)	Persentase Jagung Tidak Terpipil (%)
3	4.057	615	15,15
Rata-rata	4.030	669,3	16,61

Besar persentase jagung terpipil dan tidak terpipil ditentukan oleh kemudahan biji jagung dilepas dari tongkolnya. Oriaku, et.al. (2014) dalam Merga W.D (2019) telah mengindikasikan bahwa jagung lebih mudah dipipil ketika kering daripada ketika basah. Kemungkinan besarnya persentase jagung tidak terpipil disebabkan oleh jagung yang kurang kering.

e. Persentase Jagung Terpipil Rusak

**Tabel 7.** Data Pengujian Persentase Jagung Terpipil Rusak

Ulangan ke-	Bobot Awal (g)	Bobot Jagung Terpipil Rusak (g)	Persentase Jagung Terpipil Rusak (%)
1	4.004	63	1,5
2	4.029	79	1,96
3	4.057	44	1,08
Rata-rata	4.030	62	1,51

Tingkat kerusakan jagung terpipil rusak terutama dipengaruhi oleh parameter pengoperasian dan kadar air jagung tidak memadai. Srivastava, et.al , (2006) menemukan hubungan antara kecepatan drum pemipil dan persentase kerusakan biji pada semua tingkat laju pengumpanan, kecepatan keliling drum pemipil meningkat 9,2 – 9,6 m/det persentase kerusakan biji meingkat kemudian menurun setelah kecepatan 10,2 m/det.

f. Efisiensi pemipilan

**Tabel 8.** Data Pengujian Efisiensi Pemipilan

Ulangan ke-	Persentase Jagung Tidak Terpipil (%)	Efisiensi Pemipilan (%)
1	20,17	79,83
2	14,51	85,49
3	15,15	84,85
Rata-rata	16,61	83,39

Efisiensi pemipilan merupakan parameter penting kinerja sebuah mesin pemipil. Parameter kinerja mesin pemipil jagung ini dipengaruhi faktor desain, parameter operasi dan kondisi jagung. Faktor desain yang penting adalah diameter ban dan lebar ban pemipil , ukuran celah ban-concave, serta panjang concave. Hal yang penting adalah desain pengumpanan jagung ke unit pemipil.

Lebar celah ban-concave dan kecepatan putar ban hendaknya dapat disetel untuk mendapatkan hasil yang terbaik.



g. Konsumsi Bahan Bakar

**Tabel 9.** Data Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Ulangan ke-	Bahan Bakar Awal (l)	Bahan Bakar Akhir (l)	Waktu (jam)	Konsumsi bahan bakar (l/jam)
1	1	0,945	0,034	1,61
2	1	0,950	0,034	1,47
3	1	0,946	0,045	1,2
Rata-rata	1	0,947	0,037	1,42

Kebutuhan bahan bakar untuk pemipilan ditentukan oleh faktor pengoperasian dan kondisi mesin dan motor penggerakannya. Penyetelan mesin dan motor diperlukan agar motor dapat bekerja pada efisiensi yang tertinggi dan konsumsi bahan bakar yang optimum.

#### 4. KESIMPULAN

Mesin pemipil jagung tipe ban yang dibuat mempunyai efisiensi pemipilan 83,39% dengan kapasitas 87,92 kg/jam jagung pipil. Mesin pemipil jagung dapat digunakan untuk memipil dengan efektif. Mesin mudah dibuat dan bahan konstruksi mudah didapat dengan harga yang terjangkau bagi petani.

#### DAFTAR PUSTAKA

- A'ayuni, Q. (2017). Mesin Pemipil Jagung dan Alat Pemipil Tradisional. *Jurnal Universitas Muhamadiyah Gresik*, 13.
- Firmansyah, I. U., Aqil, M., & Sinuseng, Y. (2007). Penanganan Pascapanen Jagung. *Teknik Produksi dan Pengembangan*.
- Hadiutomo, K. (2012). *Mekanisi Pertanian*. IPB Press.
- Kahar, & S, K. (2020). Desain dan Uji Kinerja Mesin Pemipil Jagung Tipe Pemintal Rantai dengan Penggerak Motor Bakar. 9-10.
- Khurmi and Gupta, 2005. A Textbook Machine Design. Eurasia Publishing house (PVT) LTD. Ram Nagar New Delhi
- Merga Workesa Dula, 2019. Review on Development and Performance Evaluation of Maize Sheller. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* <http://www.ijert.org> ISSN: 2278-0181 IJERTV8IS050329 Vol. 8 Issue 05, May-2019
- Nurdin, H., Waskito Waskito, H. H., & Sari, D. Y. (2021, 03 12). Peningkatan Produktivitas Masyarakat Tani Di Nagari Bukik Sikumpa Lima Puluh Kota Melalui Penerapan Alat Pemipil Jagung. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, XXI, 34-43.
- Peter R.N Childs, 2004. *Mechanical Design*. Second Edition. Elsevier
- Rizki, A. (20017). Rancang Bangun Mesin Pemipih Eemping Jagung. *Journal of Applied Agricultural Scien, ce and Technology*, 1-7.
- Santoso, D., Rahajeng, G. Y., & Wijaya, R. (2020). Identifikasi Kebutuhan Alsintan Tanaman Pangan (Padi Dan Jagung) Di Kota Tarakan. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 20(3).
- Srivastava Ajit K, Carrol E.Goering, Roger P.Rohrbach, Dennis R. Buckmaster, 2006. *Engineering Principles of Agricultral Machines*. 2nd Edition. ASABE